



MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE GUANTÁNAMO
FACULTAD AGROFORESTAL

MEMORIA ESCRITA PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE
MÁSTER EN CIENCIAS FORESTALES

MENCIÓN PROTECCIÓN DE BOSQUES

**TÍTULO: ACCIONES DE MANEJO PARA SITIOS AFECTADOS POR INCENDIOS
FORESTALES. ESTUDIO DE CASO: RESERVA FLORÍSTICA MANEJADA
“SIERRA CANASTA”**

Autor: *Ing.* Virgen María Lamothe Baró

“Año 60 de la Revolución”



MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE GUANTÁNAMO
FACULTAD AGROFORESTAL

MEMORIA ESCRITA PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE
MÁSTER EN CIENCIAS FORESTALES

MENCIÓN PROTECCIÓN DE BOSQUES

TÍTULO: ACCIONES DE MANEJO PARA SITIOS AFECTADOS POR INCENDIOS FORESTALES. ESTUDIO DE CASO: RESERVA FLORÍSTICA MANEJADA “SIERRA CANASTA”

Autor: *Ing.* Virgen María Lamothe Baró

Tutor: **Dr. C.** Yuris Rodríguez Matos

Cotutores: **Dr. C.** Francisco Durán Manual

Dr. C. Edelmys Pérez Pereda

“Año 60 de la Revolución”

PENSAMIENTO

“Los que sienten la naturaleza tienen el deber de amarla”

José Martí

DEDICATORIA

A mi madre, hijo e hija y esposo por comprender la difícil tarea que emprendemos día a día.

A mis queridos Guardianes del Cuerpo de Guardabosques y Guardaparques del área donde se realizó este trabajo.

A todo aquel que derrocha infinito amor y entrega en la ardua labor de proteger el medio ambiente.

A los hombres y mujeres que en Cuba o en otros lugares del mundo dedican sus esfuerzos a la protección de los bosques contra los incendios forestales.

AGRADECIMIENTOS

A la Revolución Cubana en especial a nuestro comandante en Jefe Fidel Castro Ruz incansable luchador de la protección del medio ambiente.

A mis tutores Dr. C. Yuris Rodríguez Matos, Dr. C. Edelmis Pérez Pereda y Dr. C. Francisco Durán Manual por todo su apoyo, comprensión y sus conocimientos brindados.

A la MSc. Hayler María Pérez Trejo Especialista de Áreas Protegidas por su apoyo incondicional.

Al claustro de profesores que contribuyeron en mi preparación y formación en la temática Ciencias Forestales.

A mis colegas especialistas de la UPSA y de Flora y Fauna.

A todos mis compañeros y amigos que siempre me han apoyado y han estado pendiente a la evolución de este trabajo.

Al Departamento de Manejo del fuego de la Jefatura Nacional del Cuerpo de guardabosques.

A todas aquellas personas que de una forma u otra influyeron en la culminación de esta Tesis.

A todos muchas gracias.

La autora.

RESUMEN

La investigación se realizó en la Reserva Florística Manejada Sierra Canasta en Guantánamo, desde abril del año 2017 hasta julio de 2018, con el objetivo de proponer acciones de manejo para sitios afectados por incendios forestales en la Reserva Florística Manejada Sierra Canasta. Se establecieron tres parcelas de 20 x 50 m en el área afectada y dos en el área no quemada, evaluándose los parámetros del comportamiento del fuego. La influencia del fuego en la cantidad de material combustible se determinó a través del método de la parcela 1 m², en áreas quemadas y no quemadas, se determinó la influencia del fuego en la vegetación en parcelas de 100 m², se tuvo en cuenta la composición florística, grado de afectación, diversidad florística, transcurridos 15 días y a los ocho meses después del fuego. Los parámetros del comportamiento del fuego se comportaron en los rangos de un incendio superficial de baja intensidad, el fuego disminuyó el cantidad de material combustible en un 80,27% y el incendio provocó la desaparición de diferentes especies del estrato arbóreo y arbustivo, a los 15 días después del fuego, donde el 54,24% del área muestreada estaba con afectación completa y el 25,42% ligeramente afectada, mientras que a los ocho meses después del fuego el 38,99% se encontraba con afectación completa y el 15,25% ligeramente afectada. La especie que mostró mayor resistencia al fuego fue *Bursera simaruba* (L. Sargent). La restauración del área debe realizarse en tres etapas: recuperación, rehabilitación y restauración ecológica.

Palabras claves: incendios forestales, combustible, diversidad, florística.

ABSTRACT

The research was conducted from the Sierra Canasta Managed Florist Reserve in Guantánamo, from April 2017 to July 2018, with the aim of proposing management actions for sites affected by forest fires in the Sierra Canasta Managed Floristic Reserve. Three parcels of 20 x 50 m were established in the affected area and two in the unburned area, evaluating the parameters of fire behavior. The influence of fire on the amount of combustion material was determined through the method of plot 1 m², in burned and unburned areas, the influence of fire on vegetation was determined in plots of 100 m², the composition of floristry was taken into account, degree of affectation, floristic diversity, after 15 days and eight months after the fire. The parameters of the behavior of the fire behaved in the ranges of a superficial fire of low intensity, the fire diminished the amount of combustible material in a 80.27% and the fire caused the disappearance of different species of the arboreal and shrub layer, to the 15 days after the fire, where 54.24% of the sampled area was completely affected and 25.42% slightly affected, while at eight months after the fire 38, 99% was completely affected and 15, 25% slightly affected. *Bursera simaruba* (L. Sargent) was the species that showed the greatest resistance to fire. The restoration of the area must be carried out in three stages: recovery, rehabilitation and ecological restoration.

Key words: forest fires, fuel, diversity, floristics.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁG
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. Generalidades de la gestión ambiental	6
2.1.2. Aspectos legales vinculados a los incendios forestales	6
2.2. Generalidades de la Reserva Florística Manejada (RFM)	9
2.3. Generalidades de los incendios forestales	12
2.4. Comportamiento del fuego	15
2.4.1. Parámetros del comportamiento del fuego	18
2.5. Efectos medioambientales del fuego en los ecosistemas forestales	19
2.5.1. Efectos sobre la vegetación	19
2.5.2. Regeneración Natural	20
2.5.3. Efectos sobre el suelo	21
2.6. Protección contra los incendios forestales	22
2.7. Generalidades sobre restauración ecológica	24
2.7.1. Disturbio	26
2.7.2. Etapas de restauración ecológica	27
2.7.3. Lineamientos para la restauración ecológica	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1 Ubicación del área de estudio	30
3.2. Metodología de estudio empleada en la Reserva Florística Manejada (RFM)	33
3.3. Caracterización del área de investigación	34
3.4. Influencia de la comunidad en el área de investigación	35
3.5. Criterio económico-productivo	35
3.6. Criterio ambiental	35
3.7. Estudio de la vegetación	37
3.7.1. Diversidad de especies	38
3.7.2. Regeneración natural	38

3.8. Análisis estadístico	38
3.9. Manejo de los incendios forestales	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Caracterización de las formaciones vegetales	40
4.2. Actividades socioeconómicas en el área de investigación	41
4.2.1. Problemáticas ambientales identificadas en el área, según plan de manejos 2012-2016	43
4.3. Influencia de la comunidad en el área de investigación	44
4.4. Criterio económico-productivo	46
4.5. Criterio ambiental	47
4.5.1. Comportamiento del fuego	47
4.6. Comportamiento de la cantidad de material combustible en el área no quemada	48
4.7. Cantidad de material combustible en el área afectada por el incendio	50
4.8. Estudio de la vegetación	52
4.9. Áreas afectadas por el incendio	54
4.9.1. Grado de afectación de las especies	56
4.10. Diversidad de especies	57
4.10.1. Riqueza específica	58
4.10.2. Estudio de la dominancia a través del índice de Berger-Parker	60
4.11. Comportamiento de la regeneración natural de las especies	60
4.12. Planificación de los lineamientos para la restauración de las áreas afectadas por los incendios forestales en la Reserva Florística Manejada Sierra Canasta	63
4.12.1. Definición del objetivo de la restauración	63
4.12. 2. Delimitación del área a restaurar	63
4.12. 3. Especialización detallada del área de intervención	63
4.13. Análisis ecológico	64
4.13.1. Diseño e implementación de los tratamientos de restauración	64

4.13. 2. Recuperación a corto plazo (hasta un año después)	64
4.13. 3. Controladores físicos que se pueden utilizar:	66
4.13. 4. Rehabilitación a mediano plazo (de 1 a 5 años)	66
4.13. 5. Seguimiento a los tratamientos implementados	67
4.13. 6. Restauración a largo plazo (de 5 años en adelante)	68
V. CONCLUSIONES	70
VI. RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques son complejos ecosistemas terrestres, al ser parte de los sistemas sustentadores de tierra y al desempeñar un importante papel en la regulación de la atmósfera y el clima, destacándose en este sentido su capacidad como sumideros de carbono, calculándose que contienen más del 80% presente sobre la superficie terrestre y aproximadamente el 40% de todo el existente en el subsuelo terrestre (Dixon *et al.*, 1994) citados por Ortez *et al.* (2008).

Una de las causas de degradación forestal a nivel mundial la constituyen los incendios forestales. Desde hace varios años en muchos países de América Latina y el Caribe, al igual que en otras regiones del mundo, se está registrando una tendencia creciente de ocurrencias de incendios y de áreas quemadas, con la consecuente preocupación de las autoridades y de la población en general, por los graves impactos que estos siniestros ocasionan a la economía, ecosistemas, diversidad biológica y salud humana. Esta tendencia se asocia, principalmente, a los efectos del cambio climático. (MININT, 2017).

En muchas regiones del mundo los incendios forestales son cada vez más frecuentes y severos. Las principales causas de estos patrones se asocian, tanto a cambios en el clima, como a las prácticas de uso de la tierra. Si bien es cierto que estas afirmaciones no son concluyentes, la realidad es que año tras año, estos siniestros destruyen millones de hectáreas de bosques en todo el mundo, aumentando su ritmo de desaparición.

Las características de los incendios forestales en nuestro país están cambiando, debido entre otros factores, al cambio climático global, que es el responsable del aumento de la temperatura, así como del aumento de la sequedad del suelo, lo que propicia sequías más frecuentes y por tanto un aumento de la desecación de la vegetación, lo que se refleja en un incremento de la propagación de los incendios forestales (MININT, 2017).

Rey (2007) refiere que la gestión ambiental es el conjunto de las actividades humanas que tiene por objeto el ordenamiento del medio ambiente. Sus componentes principales son la política, el derecho y la administración ambiental;

comprende no sólo los actos materiales que supone el manejo del medio ambiente, sino también todo aquello que tiene que ver con dicho manejo; que esta acción corresponde en primer término al estado, pues es el que posee los principales medios, sin duda con una importante responsabilidad, plasmada en el caso cubano en el texto constitucional, refiere además que ésta surge en un proceso evolutivo y que su origen se ubica en torno a la conferencia de Estocolmo sobre medio humano en 1972, a partir de la cual tiene lugar un proceso de institucionalización de la gestión ambiental, que trajo consigo importantes modificaciones en las políticas públicas y en los propios sistemas jurídicos.

Zuluaga (2001) plantea que uno de los mayores problemas ambientales que presenta el planeta en la actualidad esta resumido en la devastación producida por los incendios forestales.

Álvarez *et al.* (2011) refieren que la Estrategia Ambiental Nacional es el documento rector de la política ambiental cubana, establece los principios del quehacer ambiental nacional; caracteriza los principales problemas ambientales del país y propone vías, instrumentos y metas para su solución, prevención o minimización con vista a mejorar la protección del medio ambiente, identifica como principales problemas ambientales del país: la degradación de los suelos, las afectaciones a la cobertura forestal, la contaminación, la pérdida de la diversidad biológica y la carencia de agua y reconocen que en los últimos años se ha podido incrementar de forma constante la cubierta forestal, la cual asciende al 26.69% de su superficie.

EL Servicio Estatal Forestal (SEF) informan al cierre del 2017 la cobertura forestal en el país es de 31.23% lo que la consolida como cumplidora de los compromisos contraídos en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro, en 1992, la provincia Guantánamo con un 50.38 % es la de mayor índice de boscosidad del país.

Álvarez *et al.* (2011) infiere que existen afectaciones a la cobertura forestal por diversas causas a las cuales se refiere: Los incendios forestales, como la mayor causa de afectación de los bosquesel inadecuado manejo y explotación de los bosques naturales, los problemas con las fuentes de semillas, la no actualización de la ordenación forestal, el insuficiente tratamiento silvicultural de los bosques, las deficiencias en los planes de manejo, valores bajos de supervivencia y el logro de las

plantaciones, Insuficiente gama de especies forestales utilizadas y las presencias de especies de plantas invasoras en los bosques.

Los incendios forestales provocan una gran cantidad y diversidad de impactos o efectos en el ámbito económico, ecológico, político, social, operativo y legal. Tales impactos: negativos o positivos, varían según el sector de la sociedad afectada: urbana o rural (Ramos, 2010).

Es importante mencionar que el fuego causa distintos efectos sobre el bosque y al respecto Ramos (2007, 2010) señala que el fuego en el bosque se alimenta de combustibles forestales produciendo efectos caloríficos que alcanzan a la flora y a la fauna del entorno y origina productos residuales minerales. Igualmente se discute el problema de considerar o no como incendio forestal, la afectación de menos de una hectárea de superficie.

El planeta tierra pierde anualmente por los incendios forestales gran cantidad de recursos naturales por efecto de varios factores que degradan los diferentes ecosistemas, al destruir la totalidad de la cubierta arbórea o arbustiva; estos afectan la base y tronco de los árboles, así como las ramas bajas de los mismos, lo cual provoca el ataque de plagas y enfermedades, así como la contaminación de las aguas e impacto ambiental sobre la atmósfera (Najera, 2001).

Entre las causas de la degradación forestal a nivel global, están la excesiva recolección de leña, el sobre pastoreo, los incendios, el sobre aprovechamiento y las malas prácticas de aprovechamiento de maderas (FAO, 1997).

Con la perturbación de los ecosistemas por el fuego se produce un cambio en la estructura y función de los mismos, que se presenta como la reducción del número de especies y la complejidad del sistema, donde la restauración de un ecosistema alterado por el fuego implica el retorno a la estructura y función natural (FAO, 2008).

Cuba es uno de los países con una tasa positiva de reforestación y deforestación, a través de una acertada política por la dirección del país desde 1959 hasta la fecha, encontrándose enmarcado en la estrategia del Desarrollo Económico Forestal hasta el año 2020, contemplado en satisfacer los requerimientos del mercado interno, sustituir importaciones y generar los ingresos necesarios para su propio desarrollo y

convertirse en un rubro importante de ingresos de divisas al país, por lo que se extiende al mismo tiempo el importante papel de protección que desempeña el bosque (MINAG, 2017).

El decreto ley 201 en su artículo 2 expresa que las áreas protegidas son partes determinadas del territorio nacional, declaradas con arreglo a la legislación vigente, e incorporadas al ordenamiento territorial, de relevancia ecológica, social e histórico - cultural para la nación y en algunos casos de relevancia internacional, especialmente consagradas, mediante un manejo eficaz, a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica y los recursos naturales, históricos y culturales asociados, a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación y uso sostenible; la sección segunda en su artículo 43 manifiesta que el Cuerpo de Guardabosques del Ministerio del Interior y otras fuerzas especializadas actuarán en estrecha colaboración para conservar y protegerla integridad de los valores protegidos en las áreas.

En la Reserva Florística Manejada (RFM) “Sierra Canasta” es de interés local (Duany 2012), a pesar de la vegetación existente, año por año ocurren incendios forestales, originados por causas generales y específicas (negligencias) como son castradores de colmenas, cazadores, fumadores y buscadores de leña, además, el aumento de la población, la crisis económica, las intensas y prolongadas sequías y el cambio climático, han incrementado considerablemente los incendios forestales en los últimos años (CGB, 2010 y 2017)

Actualmente no se aplican adecuadamente en esta reserva los métodos y procedimientos para la rehabilitación de las áreas, a partir del grado de afectación y de las características ecológicas de cada una de ellas, para poder establecer un programa de protección y conservación para garantizar el éxito en la rehabilitación de las áreas degradadas por incendios forestales.

Los elementos expuestos aquí permitieron la formulación del siguiente diseño metodológico, el cual sustentó esta tesis:

Problema:

¿Cómo realizar el manejo de las áreas afectadas por los incendios forestales en la Reserva Florística Manejada Sierra Canasta?

Objeto:

El incendio forestal y su incidencia en la vegetación en la Reserva Florística Manejada Sierra Canasta.

Campo de Acción:

El área afectada por un incendio forestal en la Reserva Florística Manejada “Sierra Canasta”.

Hipótesis:

Si se realizan acciones de manejo para sitios afectados por incendio forestal, que contemple las etapas de recuperación, rehabilitación y restauración como herramienta de gestión, se podrá garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales de la Reserva Florística Manejada “Sierra Canasta”.

Objetivo General:

Realizar acciones de manejo para sitios afectados por incendios forestales en la Reserva Florística Manejada “Sierra Canasta”

Objetivos Específicos:

- Caracterizar áreas afectadas por un incendio forestal en la Reserva Florística Manejada Sierra Canasta que tenga en cuenta criterios ambientales, sociales y económicos.
- Determinar las acciones para la restauración de las áreas afectadas por incendios forestales en la Reserva Florística Manejada “Sierra Canasta”.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades de la gestión ambiental

El concepto de gestión ambiental denota una visión de actividad y movimiento, la gestión es quehacer y sí se trata de gestión ambiental, resulta entonces acción en pos, en razón del medio ambiente, se expresa en decisiones que se adoptan en el sector agropecuario, forestal, de áreas naturales protegidas de flora y fauna y otras que no escapan de esta numeración que buena parte tiene repercusiones ambientales directa o indirecta (Rey, 2007).

Los instrumentos para la gestión ambiental en Cuba constituyen las herramientas fundamentales de actuación, con implicación de la sociedad, para dar cumplimiento a los objetivos pretendidos que aplica y regula la Ley de medio ambiente entre ellos se encuentran ordenamiento ambiental, licencia ambiental, evaluación de impacto ambiental, sistema de información ambiental, sistema de inspección ambiental estatal, educación ambiental, investigación científica, la innovación tecnológica y regulación económica, Fondo Nacional del Medio Ambiente y los regímenes de responsabilidad administrativa, civil y penal (Ley 81, 1997).

Esta particularidad impone un nuevo enfoque en el diseño e implementación de la legislación y la necesidad de materializar la eficiencia de esta, en tanto pretende la transformación de conductas y prácticas que provocan impactos negativos sobre el medio ambiente; la ley de medio ambiente define como un instrumento a la propia ley, su legislación complementaria y demás regulaciones legales destinada a proteger el medio ambiente, incluidas las normas técnicas en materia de protección ambiental (Rey, 2007).

2.1.2. Aspectos legales vinculados a los incendios forestales

Los incendios causan gran cantidad de impactos y daños ambientales, en la Ley 85 (1998) "**Ley Forestal**", en el capítulo VII sobre la Conservación y protección, Sección Segunda de la protección contra incendios forestales, plantea:

Decreto No 268 del comité Ejecutivo de Consejo de Ministros. Contravenciones de las regulaciones forestales plantea en su:

Artículo 11. Se consideran contravenciones de las disposiciones sobre prevención y extinción de incendios forestales y se le impondrá la multa y demás medidas que en cada caso se establezcan, al que:

- Ordene o haga uso del fuego en las áreas de bosques y sus colindancias sin la autorización del cuerpo de guardabosques, o aun teniéndola, incumpla las medidas de seguridad establecidas, 500 pesos.
- No elabore o actualice el plan de protección contra incendio forestales, 200 pesos, y la obligación de elaborarlo y /o actualizarlo.
- Incumpla las medidas preventivas de control y de extinción de incendios y rehabilitación de las áreas afectadas, dispuestas por las autoridades competentes, 200 pesos.

La Directiva No. 1 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional para la Reducción de Desastres del 8 de abril de 2010 en su anexo 1 “Apreciación general del peligro de desastres en Cuba” I de Origen Natural, en su inciso c) incendios en áreas rurales, define la época de mayor riesgo para el seguimiento de incendios en estas áreas, cuyo principal peligro son los incendios forestales; en su anexo 3 “Eventos y plazos para la respuesta a las situaciones de desastres” para incendios en áreas rurales, establece que antes del inicio del período de alta peligrosidad (enero-mayo) el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil, conjuntamente con la Jefatura Nacional del Cuerpo de Guardabosques, el Instituto de Meteorología y otros organismos, analizará las condiciones meteorológicas, el cumplimiento de las medidas preventivas y la situación de las fuerzas y medios para el combate de incendios.

Los incendios causan gran cantidad de impactos y daños ambientales, en la Ley 85 “Ley Forestal” de 1998, en su capítulo II “Marco Institucional” artículo 9, inciso c, le atribuye al Ministerio del Interior la función de “Organizar y dirigir el Sistema de Protección Contra Incendios Forestales y dictar en coordinación con el Ministerio de la Agricultura las medidas de prevención de carácter especializado”.

En el Capítulo VII “Conservación y Protección”, en su Sección Segunda “De la Protección Contra Incendios Forestales”, Artículo No. 60, dispone que “El Sistema de Protección Contra Incendios Forestales, comprende las actividades de prevención, control y extinción, así como la investigación y capacitación en esta materia, y que dichas actividades son reguladas mediante un programa nacional, que se elaborado por el Ministerio del Interior, en coordinación con los Ministerios de la Agricultura y de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil y es aprobado por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros.”

En la Ley 85 (1998) "**Ley Forestal**", en el capítulo VII sobre la Conservación y protección, Sección Segunda de la protección contra incendios forestales, plantea:

Artículo 61. El servicio de extinción de incendios en las áreas del patrimonio forestal se presta en los límites de su competencia por el cuerpo de guardabosques para lo cual se les subordinan las entidades que las administran.

Artículo 62. Se prohíbe el uso del fuego en las áreas de bosques y sus colindancias. Las autorizaciones excepcionales se harán previa coordinación con el cuerpo de guardabosques al nivel que se establezca, cumpliendo las medidas de seguridad correspondientes.

Artículo 63. Los administradores y tenentes de áreas del patrimonio forestal, están obligados a cumplir las medidas preventivas y de extinción de incendios de conformidad con las normas y regulaciones establecida y de las áreas de la extinción, igualmente están obligados a efectuar los manejos correspondientes a las áreas afectadas por incendios o por sus efectos, previa recomendación de las autoridades competentes.

La Resolución No. 330 del Ministro de la Agricultura “Reglamento de la Ley Forestal”, de fecha 7 de septiembre de 1999, en el Capítulo VIII “De la conservación y protección”, Sección Sexta “De la protección contra incendios forestales” establece:

a) Artículo 135. Los administradores y tenentes de áreas de bosques están obligados a elaborar, actualizar y cumplir los planes de protección contra incendios forestales según la metodología establecida por el Cuerpo de Guardabosques.

b) Artículo 136. El Cuerpo de Guardabosques dicta las medidas de protección contra incendios forestales, que deben cumplirse y observarse en las áreas de bosques por sus administradores y tenentes, los habitantes y otras personas que transiten por los mismos y por los trabajadores u otras personas que realicen trabajos forestales u otros en las referidas áreas.

Igualmente el Cuerpo de Guardabosques, dicta las medidas de protección para las áreas colindantes, que son obligatorias para sus administradores y tenentes.

c) Artículo No. 139. “Para cada incendio forestal, se confecciona un Acta de Incendio Forestal según la Metodología establecida al efecto por el Cuerpo de Guardabosques y la Dirección Forestal”. No obstante, en caso de incendios de grandes proporciones o cuando la importancia de las afectaciones así lo requieran, se podrá solicitar por la Dirección Forestal o por la Dirección Nacional del Cuerpo de Guardabosques información adicional.

d) En su Artículo 143 dispone que “Las personas naturales y jurídicas que requieran hacer uso del fuego en las áreas de bosques o sus colindancias, deberán solicitar el Permiso de:

“Uso del Fuego” correspondiente en un término de 30 días naturales antes de la fecha prevista, para su realización empleando para ello el Modelo que al efecto se establezca por el Cuerpo de Guardabosques”.

2. 2. Generalidades de la Reserva Florística Manejada (RFM)

En el país han sido aprobadas 65 áreas de Reserva Florística Manejada (RFM) en la categoría de manejo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, pues en ellas se encuentran los ecosistemas mejor conservados, así como los mayores valores naturales del país, por tanto son las más representativas dentro del sistema. (MININT, 2017).

Decreto-Ley 201 “Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, en su Capítulo VII “Régimen de Vigilancia y Protección”, Sección Segunda “Cuerpo de Guardabosques y otras Fuerzas Especializadas”, establece en su Artículo 43, que, “Para conservar y proteger la integridad de los valores protegidos en las áreas,

actuarán en estrecha colaboración con la administración del área el Cuerpo de Guardabosques del Ministerio del Interior y los cuerpos de inspectores del Ministerio de la Industria Pesquera y del Ministerio de la Agricultura, así como cualquier otro personal que la entidad administradora designe, quienes sin interferir en las funciones de los cuerpos anteriormente mencionados, apoyen a la administración del área en su gestión, sin perjuicio de las actividades de inspección, supervisión y control ambiental o de cualquier otro tipo que corresponda al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y otros órganos y organismos estatales en el ejercicio de sus atribuciones”. Dispone además, en su Capítulo X “Rectoría, Control y Administración del Sistema Nacional de Áreas Protegidas”, Artículo No. 56, inciso f) “Participar en el diseño y evaluar la eficacia del sistema de vigilancia y protección en coordinación con el Cuerpo de Guardabosques del Ministerio del Interior, otras fuerzas especializadas y las administraciones locales del Poder Popular”.

El Decreto Ley No. 300 de 2012 “Sobre la entrega de tierras estatales ociosas en usufructo”, en su Artículo 1, inciso 1 establece que, “Se autoriza la entrega de tierras estatales ociosas en concepto de usufructo gratuito y por tiempo determinado a personas jurídicas o naturales, para que las exploten racional y sosteniblemente atendiendo a la aptitud de los suelos, en función de la producción agropecuaria, forestal y de frutales”.

a) La Resolución No. 768, del Ministro de la Agricultura “Que aprueba el Manual de Procedimientos complementarios del reglamento del Fondo Nacional de Desarrollo Forestal (FONADEF)”, de diciembre de 2012, en su Artículo 20 expresa que la certificación de los trabajos de mantenimiento y construcción de trochas cortafuegos, fajas podadas y fajas verdes en bosques naturales y plantaciones establecidas, se efectúa a la conclusión de los trabajos proyectados, previo aval técnico del Cuerpo de Guardabosques, como requisito indispensable para emitir la certificación por parte del Servicio Estatal Forestal (SEF).

La Resolución No. 448 del Ministro de la Agricultura, de noviembre del 2003, encarga al Instituto de Suelos “dictar las normas que deben cumplir los tenedores de tierra

agrícola para hacer uso del fuego y el procedimiento para que las autoridades competentes emitan los permisos correspondientes”.

La Resolución No. 30 del Ministro del Azúcar, de febrero del 2004 dispone en su Resuelvo Segundo, “Proceder de inmediato en todas las unidades productoras, UBPC, CPA, CCS y Granjas, a la verificación del cumplimiento del Plan de Medidas Contra Incendios en las plantaciones cañeras.

En la sección quinta en su artículo 22 del decreto Ley 201 del (1999) expresa que la Reserva Florística Manejada es un área natural o seminatural que necesita intervenciones activas de manejo para lograr la protección y mantenimiento de complejos naturales o ecosistemas, que garanticen la existencia y el buen desarrollo de determinadas comunidades vegetales o especies florísticas, que a diferencia de las categorías anteriormente establecidas, podrá presentar desequilibrios por ocurrir procesos dañinos, o rasgos particulares que requieran la manipulación del hábitat o las especies, con el fin de proveer condiciones óptimas, para su recuperación o adecuada protección, de acuerdo con circunstancias específicas, plantea además en su artículo 24. Estas especies se protegen con la labor activa del hombre, a partir de diferentes objetivos y directrices:

Objetivos

- Mantener el hábitat con las condiciones necesarias para proteger a importantes especies, grupo de especies o comunidades vegetales.
- Proteger comunidades vegetales o especies florísticas de significación regional, nacional o local, que constituyen elementos o muestras representativas de unidades fitogeográficas de interés.
- Preservar el material genético existente garantizando su evolución a partir del adecuado manejo de las poblaciones biológicas.
- Conservar diversos ecosistemas para asegurar la continuidad de los procesos evolutivos y los patrones del flujo genético.
- Mejorar y rehabilitar determinados hábitats o recursos naturales que sean importantes por su interrelación con comunidades vegetales o especies florísticas de interés.

- Propiciar la investigación y el monitoreo ambiental, especialmente en lo relativo al mantenimiento y recuperación de las comunidades vegetales a partir de su regeneración natural.
- Propiciar oportunidades para la educación ambiental y el turismo especializado.

Directrices:

- El área debe desempeñar una función importante en la protección de la naturaleza y la supervivencia de especies de la flora.
- La protección de los hábitats del área resulta esencial para el bienestar de especies de flora a nivel regional, nacional o local.
- La conservación de hábitat y especies dependerá de la intervención activa de la autoridad encargada del manejo, si es necesario a través de la manipulación del hábitat o de las propias especies.
- El tamaño del área estará en función de los objetivos de manejo.

2.3. Generalidades de los incendios forestales

De acuerdo con Ramos (2010) los incendios forestales son cuando se afecta a combustibles vegetales naturales y se propaga libre y abiertamente a través del monte; Aunque parezca simple, este término de incendio forestal no es asumido siempre por todos igual, siendo con frecuencia muy discutido por las personas que se relacionan de una u otra forma con la protección. Hoy puede decirse que no se ha llegado a un consenso internacional cuando el fuego afecta a áreas cubiertas de bosques o si lo es también cuando se afectan otras áreas de vegetación silvestre (pastos, arbustos, gramíneas, vegetación de ciénaga).

Igualmente se discute el problema de considerar o no como incendio forestal fuegos que han afectado menos de una hectárea de superficie. Es importante mencionar que el fuego causa distintos efectos sobre el bosque, el fuego en el bosque se alimenta de combustibles forestales produciendo efectos caloríficos que alcanzan a la flora y a la fauna del entorno y origina productos residuales minerales (Ramos, 1999, 2007, 2010).

La FAO (1986) define al incendio forestal como aquel fuego que ocurre sobre vegetación silvestre excepto los fuegos bajo prescripción. Esta definición es utilizada, en esencia, por distintos autores aunque en ocasiones traten de ampliar la definición, especificando por ejemplo que son fuegos que queman incontroladamente tierras cubiertas total o parcialmente por árboles, arbustos, pastos, gramíneas, u otra vegetación inflamable.

También se considera el incendio forestal, solo cuando el fuego afecta áreas cubiertas de bosques. Un ejemplo en este caso puede ser la definición dada por Batista (1990) quien plantea que es la combustión no controlada que se propaga libremente consumiendo los combustibles naturales de un bosque tales como: gramíneas, ramas, hojas, troncos caídos y hasta la vegetación viva dependiendo de la intensidad. El problema aquí es entonces encontrar una única definición de bosque lo cual parece difícil, pues en la práctica cada país y cada organismo internacional adoptan la definición que les parece más razonable.

Ramos (2010) refiere se distinguen tres características fundamentales en los conceptos de fuego, primero que el fuego no esté confinado, es decir, que no esté encerrado en un área por líneas de control; segundo, que el fuego se propague libremente (que no se desarrolle bajo determinadas prescripciones) y tercero, que el fuego afecte la vegetación forestal.

En correspondencia con todo lo anterior es razonable aceptar el concepto que aparece en el Artículo 134 de la Resolución No. 330/ 99, “se considera incendio forestal al fuego que ocurre de manera incontrolada en los bosques naturales y artificiales”.

Tradicionalmente se ha gestionado la actividad de protección contra incendios a partir de sus dos actividades básicas: prevención y extinción. Con el nuevo concepto de manejo del fuego se trata de incluir también el uso del fuego en los ecosistemas agrícolas, ganaderos y forestales. Ahora se puede analizar el problema en su conjunto. No siempre el incendio es el resultado de manejos incorrectos del fuego dentro del bosque. Muchas veces el fuego llega a este proveniente de áreas que se

encuentran en sus colindancias en las que no se desarrollan actividades silviculturales (Ramos, 2010).

Por su parte Myers (2006) plantea que el manejo del fuego es la aplicación de tecnologías y herramientas adecuadas para la prevención, la supresión, y el uso del fuego a fin de hacer frente a los problemas de los incendios forestales.

Según la FAO (2006) el manejo del fuego son todas las actividades necesarias para la protección contra el fuego de un bosque y otros valores de vegetación que arden fácilmente y el uso del fuego para lograr las metas y objetivos de manejo de un terreno. Ello incluye la integración estratégica de factores tales como el conocimiento de los regímenes de incendios, los probables efectos del fuego, los valores en riesgo, el nivel necesario de protección forestal, el costo de las actividades relacionadas con el fuego y la tecnología de los fuegos prescritos en la programación del uso múltiple, la toma de decisiones y las actividades del día a día para lograr los objetivos establecidos de ordenación de los recursos.

(Duany 2012) refiere que los incendios según la afectación se clasifican en 3 tipos:

- De copa: Propagación del fuego por las copas de los árboles.
- Superficial: Propagación del fuego por el estrato herbáceo, lecho y otras capas inferiores del bosque.
- Subterráneo: Propagación del fuego por la parte orgánica del suelo.

El comportamiento en Cuba, histórico de los incendios manifiesta una alta variabilidad; tanto en la ocurrencia como en las afectaciones; siendo las causas de surgimiento multifactoriales, asociadas, fundamentalmente, a la negligencia humana. En tal sentido el cuerpo de guardabosques de Cuba; unido a otros organismos e instituciones que intervienen en el tema, ha realizado un conjunto de acciones para minimizar la ocurrencia de estos siniestros, destacándose como un paso primordial, el perfeccionamiento de la actividad de investigación de causas, a partir de considerar que el conocimiento de estas, es el punto de partida para la correcta orientación de las acciones de prevención, ajustada a la problemática existente en cada zona, la investigación de las causas de los incendios forestales tiene como

objetivo conocer qué tipo de actividad y/o quien lo ha provocado, obteniéndose información necesaria para localizar territorialmente la problemática y con ello orientar correctamente las acciones de prevención (CGB 2012).

En Cuba antes del año 2002, la investigación de las causas de los incendios forestales se realizaba de manera intuitiva a partir de la observación, de la experiencia y de los conocimientos que del área afectada tuviera el investigador. Es a partir de ese año, que como parte del perfeccionamiento de esta actividad, se incorpora a este proceso investigativo el método de evidencias físicas, experiencia que llega a nuestro país a través de especialistas de España y Chile que impartieron curso sobre el tema. Posteriormente se hicieron las adecuaciones necesarias y se empezó a generalizar en todo el territorio nacional; esta técnica de investigación permite reconstruir la evolución de un incendio, a través del estudio de su comportamiento, hasta determinar su punto de inicio y una vez en él, clasificar la causa que provocó el incendio y la posible identificación del (los) autor(es), o al menos, sus motivaciones.

En los últimos 10 años (2006 – 2015) han ocurrido en nuestro país 4 mil 050 incendios, que han afectado una superficie de 78 mil 197 hectáreas, de estos totales corresponde a las provincias de Pinar del Río, Matanzas, Villa Clara, Camagüey, Holguín y el Municipio Especial Isla de la Juventud el 62 por ciento de la ocurrencia y el 72 de las afectaciones. (MININT, 2017).

2.4. Comportamiento del fuego

En términos simples, el comportamiento del fuego está referido a lo que hace el fuego cuando está presente en un estrato de vegetación, es decir, en qué forma se propaga, a qué velocidad avanzan sus diferentes frentes, los estratos de expansión del fuego, las características de las llamas, el dinamismo que observa la columna de convección, la cantidad y forma de transferencia al ambiente de la energía que se libera con la combustión, la forma, capacidad y color de la columna de humo, entre otros aspectos (Julio, 1996).

Por su parte Soares (1985) plantea que el comportamiento del fuego es un término general usado para indicar lo que el fuego hace, o sea, para describir las principales

características de un incendio forestal. De acuerdo con Batista (1995) las variables del comportamiento del fuego han sido usadas para describir las condiciones adecuadas para realizar quemas controladas en plantaciones forestales (CGB, 2012).

La evaluación realizada sobre el comportamiento de los incendios forestales en los últimos 10 años, muestra que existe una tendencia al incremento de los mismos, esta situación indica la importancia que tiene tratar de manejar el fuego en los límites permisibles que nos permita reducir, tanto el número de incendios, como las superficies por ellos afectadas. (MININT, 2017).

Factores que inciden en el comportamiento del fuego

Un aspecto importante a tener en cuenta durante la planificación de la quema prescrita es cómo se comportará el fuego; este ha sido definido como la manera en la cual reacciona antes de las variables combustible, clima y topografía (FAO, 1986). Coincidiendo con lo anterior Heikkilä *et al.* (1993), plantean que estos son los tres factores principales que determinan el comportamiento del fuego. El comportamiento del fuego es un aspecto de gran trascendencia en el análisis de la iniciación y propagación de los incendios forestales y de las quemas controladas y conceptualmente está referido al conjunto de efectos, principalmente de carácter físico - mecánicos y químicos que se observan en un ambiente afectado por la propagación del fuego, en los momentos en que se está verificando el proceso de la combustión.

Ciesla (1995) refiere que los incendios dependen de los combustibles más que de cualquier otro elemento. También factores climáticos como la temperatura, la humedad y la estabilidad atmosférica influyen en la probabilidad de que prenda un fuego y en la velocidad con que se propague.

Cianciulli (1981); SEMARNAP (1999 y 2006) y Ramos (2010) plantean que la topografía y el material combustible pueden influir considerablemente en el comportamiento de los incendios:

La topografía

Ramos (2010) plantea que el factor más constante que influye sobre el comportamiento del fuego, a través de tres aspectos fundamentales: exposición, elevación y la inclinación, donde a medida que aumenta la inclinación, también asciende la velocidad de propagación. Dentro de los elementos más importantes de la topografía se encuentran: la pendiente, la exposición y la altitud del terreno. Estos elementos, hacen que se encuentren diferentes microclimas de un lugar a otro, y que los combustibles sean diferentes en su contenido de humedad.

Material combustible

Es fundamental para la ocurrencia y propagación del fuego porque es uno de los componentes del triángulo del fuego. No hay posibilidad de ocurrencia de fuego si no hay combustible para quemar. La cantidad de combustible existente en un área indica si el fuego se va a propagar o no y determina la cantidad de calor que será liberada. Esa cantidad es generalmente expresada en toneladas por hectárea o kilogramos por m².

Existen varias clasificaciones de material combustible: peligrosos, semipeligrosos y verdes. La categoría de materiales peligrosos incluye pequeñas ramas de diámetro igual o inferior a 1,0 cm, hojas pequeñas, musgos y gramíneas, todos en estado seco. Los semipeligrosos incluyen ramas con diámetros superiores a 1,0 cm, troncos caídos, humus y turba. Son por tanto, materiales leñosos o en descomposición y compactados, que por sus características queman lentamente. Los verdes incluyen a la vegetación viva. Debido a su alto contenido de humedad, los combustibles verdes, excepto las coníferas resinosas, son a veces considerados no inflamables.

De acuerdo con la localización, los combustibles forestales pueden clasificarse en aéreos y superficiales. Cada una de estas clases puede ser aún evaluada según la cantidad, tipo y disposición. Los combustibles superficiales son todos aquellos situados sobre o inmediatamente encima del piso del bosque. Pueden ser materiales vivos o muertos tales como hojas, ramas y troncos caídos, gramíneas, hierbas, arbustos, humus y turbas. Los combustibles aéreos comprenden las copas y ramas de los árboles, tocones, musgos y arbustos altos (por encima de 1,80 m). Ellos

pueden ser vivos o muertos y están físicamente separados del suelo, formando el dosel del bosque (Ramos, 2010).

Los mismos autores plantean que las condiciones meteorológicas tienen un efecto pronunciado sobre el comportamiento del fuego, actuando directamente sobre la combustión y otros factores ambientales: los combustibles. Dentro de los elementos meteorológicos más importantes, se pueden citar: el viento, la temperatura y la humedad relativa del aire.

2.4. 1. Parámetros del comportamiento del fuego

La intensidad del fuego es uno de los parámetros más importantes para evaluar el comportamiento del fuego se define este término como la cantidad de energía liberada por unidad de tiempo y por unidad de longitud del fuego numéricamente es igual al producto del combustible disponible, por su calor de combustión y por la velocidad de propagación del fuego (Ramos, 2010).

Batista (1998) manifiesta el calor liberado como la cantidad total de energía liberada por unidad de área durante un período de tiempo de combustión y puede ser estimada a través de la intensidad del fuego y la velocidad de propagación. La longitud de la llama es definida por Molina (1993), como la longitud (según el eje de ésta) desde el centro de la base de la llama hasta su extremo superior; esta puede ser estimada en el propio incendio a través de fotografías donde se tome la referencia para servir de escala, si la inclinación de las llamas es de 45° o más, la longitud de las llamas es prácticamente igual a su altura que puede ser vista a través de la altura de carbonización de los árboles, si la inclinación es menor que 45° la altura será siempre menor que la longitud.

La velocidad de propagación del fuego es la distancia recorrida por el fuego en un determinado período de tiempo y puede ser estimada a través de modelos matemáticos o medida directamente en el campo (Soares, 1985).

CONAF (1995) refiere a la tasa de energía termal que libera un combustible, y siempre se expresa en términos de calor (calorías) o poder (watts). Sin embargo, existen varios modos de expresar la intensidad de reacción a intensidad, y es

importante no confundirlos: Intensidad lineal del fuego, intensidad de radiación, Intensidad convectiva, intensidad total.

2.5. Efectos medioambientales del fuego en los ecosistemas forestales

Flores (2009) plantea que los efectos del fuego dependen de su variabilidad en el tiempo y en el espacio. La frecuencia, intensidad y duración varía en el tiempo; la extensión y distribución varían en el espacio. Estas variables definen el régimen de fuego que es dependiente del ambiente, siendo los tres factores más importantes: las condiciones climatológicas, los combustibles y la topografía. Los efectos del fuego, al igual que los de cualquier otro fenómeno, pueden ser negativos o positivos, si son negativos, estarán relacionados con los daños o consecuencias negativas que producen, si son positivos, estarán relacionados con sus beneficios o ventajas (CGB, 2007)

En Cuba, al igual que en el resto del mundo, el fuego ha sido y es utilizado por los agricultores como una herramienta eficaz y económica para eliminar residuos de cosechas, limpiar terrenos y renovar los pastos (Cabrera y Ramos, 2010).

2.5. 1. Efectos sobre la vegetación

El efecto de la vegetación más conocido es el producido sobre los árboles, relacionados con las temperaturas letales, las características de los árboles que afectan su susceptibilidad a los daños provocados por el calor (temperatura inicial de la vegetación, parte del árbol expuesta al calor, grosor de la corteza, poda natural, características del sistema radicular, inflamabilidad del follaje, estación y ciclo de crecimiento) y con la influencia en la sucesión vegetal; el fuego fue una clave para los procesos ecológicos que determinó la composición y estructura de muchas comunidades de plantas en el Oeste de Estados Unidos de América antes de esparcirse la colonización por América y agregan que desde la colonización, el ganado de pastoreo y la supresión, han reducido o completamente excluido muchos ecosistemas (Ramos, 2010).

El efecto del fuego sobre la vegetación varía según su tamaño (especialmente la altura), su estado de crecimiento (activo o latente) y su tolerancia al fuego, también varía de acuerdo con la duración e intensidad, la época y las condiciones

meteorológicas durante las cuales este sucede. Varias especies de plantas ante este fenómeno han desarrollado mecanismos de defensas que les permiten sobrevivir después del incendio y que les dan ventajas sobre aquellas plantas sin tales adaptaciones (Vélez, 2010).

Rodríguez (2009) plantea que aunque los efectos físicos–químicos inmediatos después del fuego, son esencialmente los mismos en las diferentes especies de árboles, los efectos y las respuestas a corto y mediano plazo están determinados por el tipo de ecosistema y el régimen de fuego al que están adaptadas, las especies de ecosistemas dependientes del fuego.

2.5. 2. Regeneración Natural

Una de las grandes interrogantes que se tienen en la actualidad, con relación a los bosques tropicales y subtropicales del mundo, es la posibilidad de su regeneración natural; hoy día, es evidente que la presión demográfica y la necesidad de producir más alimentos en las regiones tropicales han ejercido una influencia notable sobre los ecosistemas primarios.

En la vegetación terrestre, la influencia de semillas y plántulas se extiende más allá de los procesos poblacionales (persistencia, dispersión, variabilidad genética), pudiendo afectar la distribución, dinámica y diversidad de unidades de vegetación mucho más grandes, tales como comunidades, paisajes y floras locales (Grime y Hillier 2000). La abundancia relativa de especies, sus fluctuaciones anuales en número, los patrones espaciales, las respuestas a la herbivoría y a otras formas de perturbación, son influenciadas por las diferencias en la habilidad de cada una de las especies para reproducirse bajo las condiciones ambientales prevalecientes (Grubb 1977, Fenner y Kitajima 1999) citado por (García y Nuñez, 2004)

Esta situación, asociada a la creciente demanda de los productos provenientes del bosque hace necesario conocer la dinámica de la regeneración de las especies que integran estos bosques, para así poder hacer estimaciones que nos permitan conocer cómo será la composición florística del bosque que estamos manejando y a su vez, cómo estarán representadas las especies que tienen demanda en el mercado, para garantizar la continuidad de los ecosistemas forestales es necesario

contar con una adecuada dinámica de la regeneración natural se requiere implementar estrategias que favorezcan condiciones para el adecuado establecimiento de la regeneración natural. Flores y Benavides (2009b)

2.5. 3. Efectos sobre el suelo

El suelo se puede describir como parte externa de la corteza terrestre, el mismo está formado por materiales orgánicos e inorgánicos que proporciona a las plantas los nutrientes que requieren para su desarrollo, y que es considerado como el constituyente básico de la vida sobre la tierra (Chávez *et al.*, 2010).

La seguridad alimentaria de la humanidad depende de los sistemas ecológicos y de todas las formas de vida que se encuentran en ellas: plantas, animales y microorganismos diversos que interactúan con otros componentes de la naturaleza, todos ellos contribuyen a mantener los sistemas en que se sustenta la vida en la tierra, a la vez que hacen sostenibles los sistemas de producción. Un suelo vivo presenta una gran actividad biológica, producto de la enorme cantidad de microorganismos que lo habitan, en él se encuentran: bacterias, hongos, algas, protozoarios, anélidos, etc. que se cuentan por varios cientos de miles en un gramo de suelo y su población aumenta mucho más cerca de la zona radicular inmediata (rizosfera) (Ramos, 2010).

Los efectos del fuego sobre el suelo están relacionados con su calentamiento, a partir de la variación de la erosión, la materia orgánica, el nitrógeno, la acidez, los microorganismos y la fauna, donde la quema altera las características microbiológicas en varias formas: el tipo de suelo, intensidad del fuego y los cambios inducidos en el sustrato (Martínez, 2006).

La eliminación de la cubierta vegetal, la combustión de la materia orgánica y la temperatura desarrollada por el fuego producen en el suelo cambios de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, cuya magnitud depende, por un lado, de la intensidad y duración del incendio y por otro, de la disposición, estructura y grado de humedad del propio suelo; el calor consume parte de la materia orgánica y destruye los agregados, que acaban dispersos con los impactos de las gotas de lluvia, por lo que deja claro que el suelo descubierto tras el incendio y

frecuentemente ennegrecido por las partículas de carbón, con un albedo o poder de reflexión generalmente muy inferior al de una superficie cubierta de vegetación, aumentan la temperatura y la evaporación, al tiempo que disminuyen la absorción y retención de agua, la porosidad, la aireación y la capacidad de infiltración superficial (Ruiz, 2000)

Según el autor anterior el balance suele ser una reducción de las disponibilidades de agua y un aumento de la escorrentía y del peligro de erosión. Otra alteración frecuente e importante en muchos suelos calcinados es la formación de capas impermeables al agua. Las sustancias hidrófobas presentes en el tejido esponjoso que forma el mantillo, al arder éste se condensan bajo la zona recalentada del suelo, a varios centímetros de la superficie, formando una capa que puede impedir el paso del agua.

Ramos (2010) refiere que a pesar de que el nitrógeno total disminuye, la cantidad disponible generalmente aumenta después de la quema; en cuanto a otros nutrientes (calcio, potasio, fósforo y otros) son liberados por la quema y posteriormente percolados o lixiviados por la lluvia a través del suelo, debido a esto en la mayoría de los trabajos publicados se habla de aumentos en las disponibilidades de esos elementos principalmente después de quemas de media o baja intensidad.

El fuego devuelve al suelo de manera violenta la mayoría de los nutrientes que estaban presentes en la vegetación y si estos no son arrastrados por el agua de la lluvia o por el viento, el suelo puede aumentar, al menos temporalmente, su fertilidad y dar origen a una nueva vegetación de saludable apariencia (Rodríguez, 1996) citado por Ramos (2010).

2.6. Protección contra los incendios forestales

La protección contra incendios forestales, según la FAO (2006a) incluye todas las acciones adoptadas para limitar los efectos adversos, de carácter ambiental, social, político, cultural y económico, de los incendios y Oharriz (1991) citado por Ramos (2010) por su parte plantea que es un conjunto de tareas relacionadas con la prevención, organización y lucha contra los incendios en los bosques, la preparación del personal y cualquier trabajo vinculado con esta.

La prevención de incendios puede definirse, de acuerdo con la FAO (2006) como todas las medidas de manejo del fuego, tratamiento del combustible, ordenación forestal, utilización forestal y concernientes a los usuarios de las tierras y al público en general, incluyendo el cumplimiento de la ley forestal de 1998, que pueden traducirse en la reducción de la gravedad y propagación de los mismos.

Batista (1990) manifiesta que la prevención de incendios forestales es un trabajo que nunca termina y para ser efectiva debe practicarse constantemente, lográndose dos objetivos fundamentales: evitar la ocurrencia de incendios forestales y dificultar la propagación del fuego una vez que se ha iniciado el incendio; refiere además que la prevención agrupa diversas actividades que deben ser adecuadas a las causas de incendios de cada región o áreas en particular. No obstante, debe regirse por dos principios fundamentales: la eliminación o reducción de las fuentes de fuego de naturaleza humana y la eliminación o reducción de las fuentes de propagación (CGB, 2001)

La FAO (2008) establece un programa eficaz de prevención, al reunirse datos sobre una base mensual y anual, sobre frecuencias, causas específicas y localizaciones de los incendios ocasionados por el hombre, razones de la ignición de tales incendios y áreas quemadas.

Ramos (2010) plantea que el éxito en el control de los incendios forestales tiene implícito varios pasos que son necesarios cumplir para garantizar mayor efectividad en las operaciones:

- Mantener en alerta y disponibles los recursos humanos y materiales.
- Una vez recibido el aviso de un incendio, se debe proceder a movilizar de manera ordenada y en el menor tiempo posible las cuadrillas de combate y los recursos necesarios para este fin.
- Ejecutar las estrategias más adecuadas dependiendo del comportamiento del incendio y de las facilidades del sitio (cortafuegos naturales o realizados y la trocha).

- Se debe verificar por el responsable del combate que las instrucciones que se impartieron fueron entendidas por el personal que participa en esta labor.
- Seguir la secuencia de confinar y extinguir el incendio.
- Garantizar la continuidad de las acciones de combate de incendio.
- Inspeccionar el perímetro del incendio, evitando posible reinicio del mismo.
- Evaluar la superficie afectada.
- Proceder a la desmovilización.
- Registro de información.

La Estrategia propuesta para el nuevo ciclo 2017 - 2025, ha sido elaborada con la participación de Especialistas y Técnicos del Cuerpo de Guardabosques, tomando como base las experiencias acumuladas y la práctica internacional, que nos ha llevado a la estandarización de los conocimientos sobre la actividad, también en la confección de esta se han tenido en cuenta los criterios y opiniones de Directivos y Especialistas de los OACE que se relacionan con la actividad. Ministerio de la Agricultura (MINAG), el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (EMNDC), el Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR), el Ministerio del Transporte (MITRANS) a través del Instituto de la Aeronáutica Civil (IACC), así como otros organismos e instituciones que participan en la integración de los esfuerzos, Las metas y acciones descritas en la Estrategia y Programa Nacional se hacen operacionales a través del Sistema de Protección Contra Incendios Forestales, que contempla las actividades de prevención, control y extinción, así como la investigación y capacitación en esta materia.

2.7. Generalidades sobre restauración ecológica

Con el propósito de rehabilitar las áreas afectadas por incendios forestales y evitar los cambios de usos del suelo en las mismas, la República de Cuba a través del Ministerio de la Agricultura – Dirección Forestal, presenta el proyecto “Diseño de una Estrategia para el combate de los incendios forestales “a la Organización de las

Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para su financiamiento, dicho proyecto incluye entre otros, trabajar en las técnicas de rehabilitación de áreas afectadas por incendios forestales las que se enumeran a continuación de acuerdo con Najera (2001):

- Cortas sanitarias o también llamadas cortas de salvamento es la que tiene la finalidad de extraer rápidamente las maderas dañadas para aprovecharlas en lo que sea posible y evitar dificultades posteriores en cuanto a la atención silvicultural, esta corta no está prevista en los planes culturales y puede llegar a ser cortas totales en algunas partes de los rodales dañados, cuando el daño requiere de una corta de mayor magnitud o la destrucción total del arbolado, significa pérdidas netas de madera que deja de crecer, provocando el peligro de nuevos daños, como la aparición de focos de plagas oportunistas.
- Manejo de la regeneración natural, es un método empleado mundialmente como una de las principales vías para reforestación de un área, el empleo de la regeneración natural tiene no poca ventajas desde el punto de vista ecológico como económico, las cuales han sido reconocidas por diversos especialistas. En muchos países la silvicultura desarrollada constituye el principal método de repoblación forestal. A los efectos de nuestra condiciones, en el empleo de la regeneración natural se distinguen 2 casos: la utilizada en reforestación y la que se emplea en forestación, la primera en áreas boscosas que se talan o se afectan por diferentes razones y el nuevo bosque se logra por esta vía, la segunda son en terrenos abandonados por la actividad agropecuaria, en los que al suprimirse la labranza continua, los pastoreos y los incendios, la vegetación brota con fuerza la que manejada adecuadamente puede llegar a convertirse en un área boscosa.
- Cortas totales, es cuando los incendios en nuestros bosques pueden dar lugar a la ejecución de cortas totales para aprovechar parte de la producción. Estas cortas, al igual que las sanitarias, no están prevista en los planes del régimen de manejo de los bosques y se realizan posterior a la ocurrencia y propagación de un devastador incendio en sitio. Si el rodal en estado de brinjal resulta dañado en un 30%, hay que reacondicionar el terreno y volver a plantar, si está en estado de

latizal o fustal debe hacer una evaluación inmediata al incendio para observar el daño o secuela que presentan los árboles.

- Reconstrucción, que es el manejo silvícola dirigido a mejorar los bosques degradados.
- Reforestación, es la acción de poblar con especies arbóreas que hayan sido objeto de aprovechamiento previos o arrasadas por incendios forestales. Es todo programa de rehabilitación, independientemente de la acción o las acciones de rehabilitación que se apliquen, es importante considerar principalmente los primeros cuatro puntos anteriores.

2.7.1. Disturbio

Ramos, (2007) plantea que el término disturbio es el mecanismo que limita el desarrollo de la biomasa de las plantas, causando su destrucción parcial o total y afirmó que es una causa del cambio en la condición y funcionamiento normal de un ecosistema.

Este término es un elemento relativamente discreto en el tiempo que altera la estructura y la función del ecosistema, la comunidad o la población, a partir de la cual se generan cambios en la disponibilidad de recursos, la viabilidad del sustrato o el medio ambiente físico (Córdova *et al.*, 2005).

Si por el contrario, el disturbio es demasiado fuerte (en severidad, intensidad, frecuencia o magnitud) o si actúa un complejo en forma sinérgica, los efectos destructivos se acumulan y el ecosistema puede alcanzar un límite crítico de transformación por las variables que lo definen (retención y regulación de humedad, productividad, tasa de reciclaje de nutrientes), donde las mismas no son suficiente para garantizar su regeneración natural y el ecosistema entra en una trayectoria de degradación progresiva y prácticamente irreversible, que lo estabiliza finalmente en un “área degradada” a menos que se adopte una estrategia de intervención humana (Rodríguez *et al.*, 2002). Los disturbio pueden ser de dos tipos: naturales que son procesos periódicos que causan cambios en los ecosistemas y los antropogénicos

son de origen humano y generan afectación en algunos o varios componentes del ecosistema (Córdova, 2005).

2.7.2. Etapas de restauración ecológica

En sentido general, de manera inversa a la pérdida de atributos, la restauración es un proceso de mejoramiento continuo de las propiedades del ecosistema cuyo punto inicial es un sistema o área en algún grado de deterioro o degradación. El proceso de restauración ecológica abarca varias etapas: primera, la recuperación, segunda, la rehabilitación y tercera, la restauración (Córdova, 2005).

- La primera etapa, se inicia con la recuperación de algunos atributos elementales que constituyen el potencial ambiental del sistema, permitiéndole a este ser nuevamente productivo.

Acosta, (2016) denomina que la recuperación es una reclamación o saneamiento, es decir trabajo que se realizan en sitios alterados, que implican la mayoría de las veces, un cambio de uso original en el sitio afectado, plantean que la recuperación consiste en la ejecución de actividades pendientes a eliminar la sustancia contaminante que han sido vertidas en el medio físico de un ecosistema.

- La segunda etapa implica cualquier intento de recuperar elementos estructurales o funcionales dentro de un ecosistema, sin necesariamente intentar completar una restauración ecológica, donde se diferencia de la restauración en las metas y las estrategias, de tal forma que acentúa la reparación de los procesos de productividad, mientras que las metas de la restauración incluye el restablecimiento total “post-disturbio.

A medida que incrementa el potencial del área con el mejoramiento de un número mayor de atributos, la misma se aleja de su tendencia irreversible a la degradación y se dirige hacia condiciones similares a la trayectoria natural de desarrollo, entendiéndose como rehabilitación.

Najera (2001) plantea que los aspectos a tener en cuenta para el triunfo en la rehabilitación por medio de la reforestación en las áreas afectadas por el incendio esta:

La planificación de actividades a realizar, diagnóstico del área a rehabilitar, promoción de la comunidad, establecimiento del seguimiento para el área a rehabilitar, la selección de la especie y procedencia, calidad de la semilla, calidad de la planta, preparación del área a rehabilitar, distancia, trazos y marcación, selección de la técnica de plantación, manejo y transporte de la planta, recomendaciones para la plantación, organización del personal y actividades, protección del área de rehabilitación, mantenimiento del área de rehabilitación y observaciones y recomendaciones para el logro de la rehabilitación.

La tercera etapa es un proceso de compensación, mediante influencias sobre un ecosistema, para que pueda actuar como si estas influencias estuvieran ausentes. La restauración es la base fundamental de toda una serie de términos que describe un tipo especial de manejo medioambiental.

Acosta (2016) plantea que el objetivo de la restauración ecológica es restaurar totalmente los componentes y procesos de un sitio dañado o el ecosistema a un estado histórico anterior, o hacia una condición futura deseada.

2.7.3. Lineamientos para la restauración ecológica

Córdova *et al.* (2005) refiere que dentro de los lineamientos a tener en cuenta para la restauración ecológica de áreas afectadas por los incendios forestales, se encuentran:

El diagnóstico del área afectada, definición del objeto de la restauración, delimitación del área, especialización detallada del área de intervención, análisis ecológico, diseño e implementación de los tratamientos de restauración y los seguimientos a los tratamientos implementados:

El diagnóstico de áreas afectadas por incendios forestales se realiza a través de la caracterización del área afectada posterior al incendio, con el objeto de evaluar el impacto producido por este y la definición del ecosistema de referencia.

La definición del objeto de la restauración es a través del diagnóstico y la caracterización del área afectada con todos sus componentes posibilita al restaurador plantear un objetivo, los objetivos y las metas, con resultados

cuantificables en el tiempo, para ser evaluados mediante indicadores de seguimientos.

La delimitación del área a restaurar se define como la extensión del área a restaurar, consiste en determinar con certeza hasta donde.

La especialización detallada del área de intervención en este paso se define a escala y en capas, el planteamiento del problema de restauración, los condicionantes temáticos y la distribución de los tratamientos planteados para dar solución a la problemática.

En el análisis ecológico se analizan los factores bióticos afectados con tratamientos de restauración que se proponen para influir sobre ellos, a corto, mediano y largo plazo. En el diseño e implementación de los tratamientos de restauración se establece el tratamiento de restauración ecológica en el área disturbada con el fin de contrarrestar la problemática ecológica del escenario a través de actividades que busquen el logro del objetivo y las metas plantadas.

En la vegetación y fauna, se realizan la tala de árboles inestables y la podas de ramas para facilitar la entrada de luz para especies que arriban de la lluvia las semillas y se elimina el material vegetal afectado.

La adición de controladores físicos de la erosión es paradinamizar un proceso de sucesión natural o asistida en un área alterada es imprescindible el restablecimiento del suelo, su principal objetivo es tomar las medidas necesarias para la conservación de la superficie. La adición de elementos nutricionales al suelo se asegura una vez haya disminuido los procesos erosivos y posteriormente se adicionan los elementos nutricionales al suelo.

La adición de especies nativas se realiza antes de establecer tratamientos de restauración ecológica con la utilización de especies es necesario determinar las características biológicas a los atributos vitales de las especies nativas. El establecimiento de perchas como herramienta complementaria a la adición de especies, el establecimiento de perchas naturales (árboles) o artificiales, facilita el tránsito de las aves (agentes dispersores de semillas) entre la vegetación nativa

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

La Reserva Florística Manejada Sierra Canasta físicamente está ubicada (Figura 1) en la unidad regional natural antrópica Región Oriental, Gran Meseta de Guantánamo, Sierra Canasta y la unidad regional Montañas bajas denudativas cálcicas. Posee una extensión de 5841 ha, de ellas 4010,4 ha se ubican en el municipio Niceto Pérez y 1830,6 ha en el municipio El Salvador. La misma limita al Norte con los poblados Limones 10, El Caro y Jobito, al Este con Palma San Juan, al Sur El Catey, Granadillo y Canabacoa, se corresponde con la siguiente descripción, dada en coordenadas planas rectangulares del sistema de coordenadas Cuba Sur de proyección Cónica Conformada de Lambert, tomadas del mapa topográfico de la República de Cuba a escala 1:50 000.

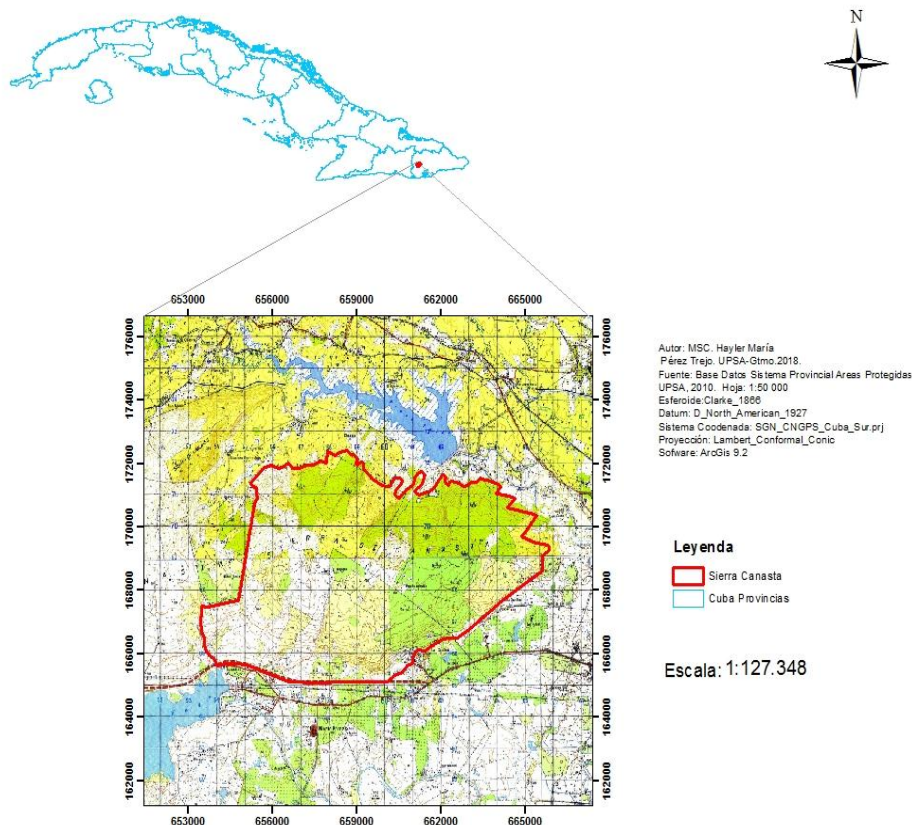


Figura 1. Ubicación geográfica del área de investigación

Suelos

En el territorio estudiado se destacan cuatro (4) Sub-tipos de suelos, según el Mapa de Suelos a escala 1: 25 000, utilizando la 2^{da} Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, los cuales se relacionan a continuación.

Por su extensión, el más abundante corresponde al Esquelético Natural o litosol (figura 3) bien delimitado dentro de los demás Sub-tipos de suelos presentes en la zona. Estos evolucionaron a partir de calizas duras, presentando un proceso de formación actual donde la capa vegetal es menor de 10 cm. con altos contenidos de gravas, piedras y rocas, presentando en ocasiones bolsones; con una pendiente fuertemente ondulada (8,1-16%) y una altitud de poca a medianamente montañosa (132,3-07,2 msnm).



Figura 2. Suelo esquelético natural (litosol) de la Reserva Florística de Sierra Canasta, se observa el nivel de pedregosidad típico de estos suelos.

Pardos sin Carbonatos Típicos: sustentados sobre areniscas silicias, saturado con profundidad variable de mediana a profunda, de humificación media (2,0-4,0%), la erosión se comporta del mismo modo, con textura arcilla loamosa y loam arcillosa, topografía ligeramente ondulada (2,1 - 4,0 5) y altitud poco montañosa, menor de 200 msnm. El pH en cloruro de potasio se clasifica como muy alto y en agua de neutro a ligeramente alcalino, con valores de 5,85 - 6,0 y 6,4 - 7,8 respectivamente. La capacidad de intercambio catiónico (T) se clasifica de muy alto, con valores de 53,82-58,0 meq/100g. Este tipo de suelo se ubica en los bordes Norte y Sur del área de estudio.

Pardos con Carbonatos Típicos: sustentados sobre rocas calizas suaves y areniscas carbonatadas, medianamente profunda y medianamente humificado (2,0-4,0%), de mediana a fuerte la erosión, con textura variable como arcilla, arcilla loamosa y loam arcillosa (Ligera), medianamente gravillosa (16-50%), la pendiente es ligeramente ondulada a ondulada (2,1-8,0%) y altitud poco montañosa menor de 200 msnm. El pH en cloruro de potasio se clasifica como evaluado de neutro y en agua de ligeramente alcalino con valores de 6,80-7,80 respectivamente. La capacidad de intercambio catiónico (T) posee valores de 39,2-40,0meq/100g, calificada de alta. Este tipo de suelo se ubica en los bordes Norte y Sur del área de la Reserva Florística Manejada.

Pardos con Carbonatos Plastogénico: sustentados sobre rocas calizas suaves lavado, profundo, poco humificado, menor del 2,0%, de mediana, textura arcillosa, ligeramente ondulado (2,1 - 4,0%) y medianamente montañoso, con 377 msnm. Estos suelos se ubican en la zona centro-oeste del territorio estudiado. El pH en cloruro de potasio en agua se califica como neutro con valores de 6,55 - 7,0 y 7,80 - 8,0 respectivamente. La capacidad de intercambio catiónico (T) se evalúa de muy alto con valores de 75,6–77,6 meq /100g.

Húmico Carbonátito Típico: se asienta sobre rocas calizas suaves, poco profundos, muy humificados, mayor del 6,0%, fuerte erosión, textura arcillosa, fuerte gravillosidad (51 - 90%), pendiente alomada (46,1-30,0%), altitud medianamente montañoso (392 msnm). Se localizan en el centro – oeste del área de estudio. El pH en cloruro de potasio se califica de ligeramente alcalino y en agua de medianamente alcalino, con valores de 7,35 - 8,25 respectivamente. La capacidad de intercambio catiónico (T) presenta valores de 58,88 meq/100 g, evaluándose de muy alto, ver anexo 1 y 2.

Los factores limitantes en el área son: (rocosidad, pedregosidad y profundidad efectiva) sobre la base del número de unidades por m² y de acuerdo a la abundancia, se puede evaluar el grado de limitación impuesta y se relacionan la evaluación de estos factores según la clasificación propuesta por el Fondo de las Naciones Unidas

para La Agricultura (FAO, 2006a); Además se incluye el potencial para diferentes usos (Tabla 1).

Tipos de suelos	Factores limitantes		
	Rocosisdad	Pedregosidad	Profundidad efectiva
Esquelético Natural (Litosol).	Rocoso	Pedregoso	Menor de 10 cm
Pardo con Carbonatos Típico	Rocoso	Pedregoso	51- 90 cm
Pardo con Carbonatos Plastogénico.	-	-	84 cm
Pardo sin Carbonatos Típico.	Moderadamente rocoso	Moderadamente pedregoso	51-90 cm
Húmico Carboníticos Típico.	-	0,2-2,0%	17 cm

Clima

Sobre las condiciones climáticas, existe un clima Tropical de Sabana (Aw), con precipitaciones que oscilan entre 980 mm en toda la ladera sur y de 1 000 - 1 200 mm en la zona más al norte, el número de días con lluvias medio anual es de 104 y son frecuentes las lluvias intensas y de corta duración, la temporada lluviosa se encuentra entre los meses de (mayo - octubre), ver anexo 3.

Las temperaturas son relativamente altas con un promedio anual de 25,6 en sus partes más bajas de las laderas Norte y Sur en coincidencia con los límites del área y las zonas de amortiguamiento, disminuyendo gradualmente con la altura hasta 23,0 grados, donde se pueden registrar los valores más bajos en la zona de Majagual y 1 Km. al norte de España Chiquita, ver anexo 4. La humedad relativa media es de 78%, llegando a alcanzar rango de 80 - 82% en las citadas localidades, ver anexo 5. Como la evaporación es tan elevada y estable, generalmente supera varias veces a la precipitación tanto mensual como anualmente y esto unido a la pobre precipitación, especialmente en los meses comprendidos entre diciembre y marzo.

3.2. Metodología de estudio empleada en la Reserva Florística Manejada (RFM)

La metodología de investigación se elaboró a partir de la Propuesta Metodológica de Lores (2009); para ecosistemas afectados por incendios forestales, esta permitió una

visión integral del desarrollo sostenible en la Reserva Florística Manejada, donde se tuvieron en cuenta diferentes indicadores: ambiental, económico-productivo y social, a través de una caracterización general, para formular una propuesta de manejo sostenible (Figura 3).

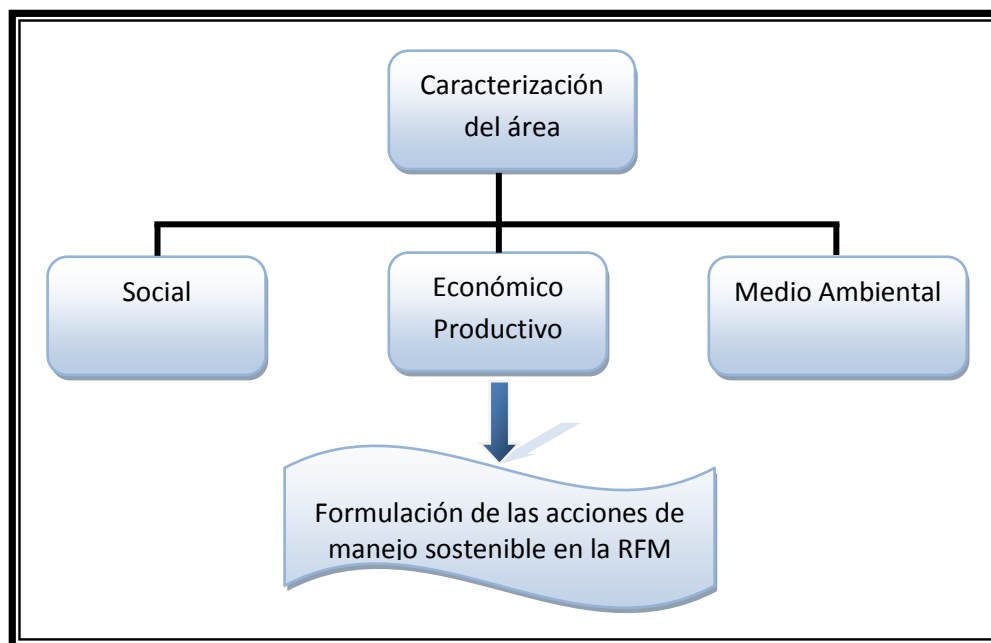


Figura.3 Esquema metodológico utilizado para la investigación del área objeto de estudio.

3.3. Caracterización del área de investigación

Para la caracterización físico geográfica del área objeto de investigación fueron utilizados los resultados de las investigaciones realizadas por la prestigiosa institución científica de nuestra provincia, Unidad Presupuestada de Servicios Ambientales (UPSA) contemplada en el plan de manejo de la RFM Sierra Canasta 2012 - 2016.

Para el levantamiento de las 5 parcelas, se tomó como criterio la distribución espacial de 100 m² (10 m x 10 m), distribuidas aleatoriamente en la zona de estudio, utilizándose el número de árboles/ha (**N**) como variable principal, tratándose de vegetación forestal afectada por incendios forestales.

Para calcular el tamaño de la muestra fue necesario verificar si la población era finita o infinita, mediante la fracción de muestreo (f), ver anexo 6.

3.4. Influencia de la comunidad en el área de investigación

Se realizó un estudio de las principales características de las comunidades interiores al área protegida, a partir de la observación directa mediante el desarrollo del trabajo de campo y durante el trabajo de gabinete donde fueron consultadas las cartas topográficas a escala 1-50000 existente del área objeto de estudio.

Para la determinación de las causas de ocurrencia de los incendios ocurridos durante el período comprendido 2010 al 2018, se revisaron 87 actas de incendios forestales que reflejan la evaluación de las áreas afectadas, investigado por el Cuerpo de Guardabosques del circuito que protege el área de la (RFM).

3.5. Criterio económico-productivo

Se obtuvo a partir de la determinación de las pérdidas, informaciones recopiladas por el CGB y el SEF teniendo en cuenta la metodología descrita por (Ramos, 2010), la que consiste en determinar las pérdidas directas e indirectas, ver anexo 7.

3.6. Criterio ambiental

Evaluación del comportamiento del fuego

Se determinaron parámetros del comportamiento del fuego: altura de las llamas, intensidad del fuego, velocidad de propagación y calor liberado por unidad de área:

La altura de las llamas se determinó por la altura de carbonización de la corteza de los árboles según lo planteado por Soares (1985) citado por Ramos (2010) y Batista *et al* (2001 y 2004) la intensidad del fuego se determinó según la fórmula descrita por Byram (1959), el calor liberado por unidad de área se estimó a través de la intensidad del fuego, simplemente dividiéndola por la velocidad de propagación (Soares, 1985) citado por (Ramos, 2010); y la velocidad de propagación se determinó despejando la fórmula de (Byram, 1959), ver anexo 8.

Estimación de la cantidad de material combustible

La determinación de la cantidad de material combustible se realizó 10 días después del fuego, se utilizó el método de la parcela cuadrada (1 m²) utilizada por Martínez (2006). Se determinó el tamaño de la muestra para el área quemada y no quemada

como se explica en la metodología Evaluación de Combustible Forestales descrita por (Martínez 2010). Consiste en estimar el peso de todo el material combustible depositado en una parcela de 1 m². Para esto se siguieron los pasos siguientes:

1. Ubicar en el área a estudiar de forma sistemática cada 10 m, 1 parcelas de 1 m² cada una. Delimitar cada lado de la parcela cortando primero el material combustible de forma perpendicular con un machete, y después, separándolo del borde. No caminar sobre la parcela para evitar la compactación del material.
2. Determinar la profundidad del mantillo (capa de acículas, hojas, ramillas, etc., hasta el suelo mineral) por parcela y la media. Para esto deben tomarse 4 mediciones. Una en cada lado de la parcela.

Si el trabajo se realiza en área de bosques, separar el material que se encuentra en la parcela de acuerdo con la siguiente clasificación:

- Material verde con diámetro menor de 2,5 cm y altura menor de 1,80 m
 - Misceláneas (materiales secos tales como: hojas, hierbas, hojarasca, humus).
 - Clase I (Materiales leñosos secos con diámetros <0,6 cm)
 - Clase II (Materiales leñosos secos con diámetros entre 0,6 y 2,5 cm)
 - Clase III (Materiales leñosos secos con diámetros entre 2,5 y 7,6 cm)
 - Clase VI (Materiales leñosos secos con diámetros >7,6 cm)
3. Obtener el peso húmedo (verde) del material por clases, por parcela y la media. Envasar en bolsas de nailon y etiquetar debidamente. Si la cantidad fuera excesiva, hacer submuestras (120 gramos por cada kilogramo).
 4. Con los datos del peso húmedo obtenido en el punto anterior, hacer para cada clase de material combustible una descripción estadística (media, desviación estándar, coeficiente de variación, error estándar). Se calcula para las distintas clases, el error de muestreo (Em) y el tamaño de la muestra (n)
 5. Llevar las muestras anteriores al laboratorio para secarlas en la estufa. El secado se hace a 75 °C por 48 horas.

6. Obtener el peso seco del material combustible por clases, por parcela y la media.
7. Determinar la humedad del material combustible por clases, por parcelas y la media.
8. Estimar el peso seco del material combustible existente en el área de estudio. Expresar el resultado en toneladas por hectárea ($t.ha^{-1}$).
9. Se clasifico la cantidad del material combustible según el método descrito por (Julio, 1996) el que se refleje en la tabla 1.

Tabla 2. Clasificación de la cantidad de material combustible.

Clasificación	Cantidad de material combustible
Baja	Hasta $20 t.ha^{-1}$
Media	20 a $40 t.ha^{-1}$
Alta	40 a $80 t.ha^{-1}$

3.7. Estudio de la vegetación

El estudio se realizó en un bosque semidesiduo mesófilo sobre suelo calizo, conformándose un listado florístico del estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo una semana antes y ocho meses después del fuego de acuerdo con Martínez (2006). Determinado la cantidad de especie por estrato y la cantidad de individuos por especie en las parcelas de 10 m x 10 m, equivalente $100 m^2$. Para la identificación de las especies se utilizaron las claves de Bise (1988), los fascículos de la flora de Cuba y la lista roja de la flora de Cuba. El estrato herbáceo se consideró de 0,1 a 1 m, el arbustivo de 1,1 a 5 m y el arbóreo de >5 m de altura según lo planteado por Álvarez y Varona (2006). Además, en la estrategia reproductiva, se consideraron las plantas que se propagan por semillas, por rebrotes y ambas.

Se evaluó la vegetación en cinco parcelas de 10 x 10 m en áreas no afectadas por incendio, dos de estas a partir de los 15 días en el estrato arbóreo, con una altura de mayor de 5 m; en el arbustivo 1 a 4,59 m y en el herbáceo hasta 0,99 m subdivida dentro de la misma, en parcelas de 1 x 1 m, según Álvarez y Varona (2006).

El efecto del fuego se evaluó por la metodología mencionada anteriormente a los 15 días y ocho meses en cada uno de los estratos, además se pronosticaron los árboles vivos, atendiendo a los diferentes grados de afectaciones en el bosque, a través de parcelas permanentes de 20 m x 50 m (0,1 ha), Hernández y López (2002):

- Afectación ligera: el fuego toca superficialmente el fuste desde la base hasta la mitad de la copa, sin penetrar en los tejidos vivos.
- Afectación grave: cuando el fuego carboniza parte del fuste y más del 50% de la copa es afectada, sin llegar a la yema terminar.
- Afectación completa: el fuego carboniza totalmente al árbol.
- Posteriormente se medirá el diámetro y la altura, anotándose los datos en modelos creados para tales fines.

3.7.1. Diversidad de especies

Se determinaron varios índices de diversidad: riqueza específica a través del índice de Margalef y la dominancia a través del índice de Berger-Parker, para cada una de las especies por estrato y por parcela de 100 m² según lo planteado por Moreno (2001), 15 días, y ocho meses después del fuego.

3.7.2. Regeneración natural

El estudio de la regeneración natural se realizó en las siete parcelas de 10 x 10 m, donde se determinó la cantidad de individuos de la especie a los 15 días y 8 meses después del incendio; se observó cuáles eran por rebrotes y por semillas, el color del follaje y daños, el vigor y la altura en centímetro de las plántulas con una cinta métrica. Se realizó el inventario en la parcela testigo.

3.8. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó a través del paquete estadístico SPSS versión 15.0.

3.9. Manejo de los incendios forestales

Las acciones de manejo de los ecosistemas afectados por incendios forestales en la Reserva Florística Manejada Sierra Canasta, se realizó a través de la metodología de Córdova *et al.* (2005), donde se tuvo en cuenta tres etapas: recuperación,

rehabilitación y restauración ecológica y los lineamientos: el diagnóstico del área afectada, definición del objeto de la restauración, delimitación del área, especialización detallada del área de intervención, análisis ecológico, diseño e implementación de los tratamientos de restauración y los seguimientos a los tratamientos implementados.

En el plan de manejo del área se tienen identificado en el programa de protección y vigilancia así como en el plan contra incendios de las áreas donde se realizaran las actividades para un buen desarrollo de estos, las que se reflejan en los mapas de protección contra incendios de las áreas vulnerables a los incendios elaborados, esta información fue empleada para realizar los análisis de la ocurrencia de los incendios en la reserva y su correspondencia con lo declarado en el plan, ver anexos 9 y 10.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de las formaciones vegetales

La principal formación vegetal representada es el bosque semidecíduo mesófilo con humedad fluctuante el cual ha perdido más del 38% de su superficie real y con ello algunos de sus representantes (epífitas y lianas), pero conserva relictos boscosos de gran valor para la conservación, no solo desde el punto de vista florístico, sino ecológico y paisajístico. En la Reserva existen algunos con ciertos niveles de conservación, sin embargo, otras están totalmente antropizadas, con diversos estadios de degradación, o donde se ha sacado gran cantidad de madera. Estas áreas, luego de haber sido víctimas de intensos incendios forestales tienen valor para el estudio de las sucesiones vegetales y su evolución espacio-temporal.

Según el criterio utilizado para identificar las formaciones vegetales Capote *et al.* (1989) en el área existen además, plantaciones forestales, vegetación secundaria (bosques, matorrales y comunidades herbáceas secundarias), pastos con focos de cultivos, sabanas naturales y vegetación secundaria.

Bosque semidecíduo mesófilo con humedad fluctuante: Se presenta en zonas donde las precipitaciones alcanzan valores entre 1000 y 1600 mm anuales y los suelos son variables. Este bosque posee dos estratos arbóreos, el superior alcanza de 10 a 15 m, a veces hasta 20 m. Presenta elementos deciduos de 40 a 65%, las especies deciduas más frecuentes son: *Bursera simaruba* (Almácigo), *Cedrela odorata* (Cedro), *Thiodiala etioides* Griseb.

Las especies más representativas son: *Bursera simaruba* (Almácigo), *Cedrela odorata* (Cedro), *Calycophyllum candidissimum* (Dagame), *Zuelania guidonia* (Guaguasí), *Mastichodendron foetidissimum* (Jocuma), *Zanthoxylum martinicense* (Ayúa), *Gymnanthes lucida* (Haití), *Allophylus cominia* Palo de Caja), *Nectandracoriacea* (Cigua), *Erythroxyton havanense* (Jibá), *Eugenia osseana* (Guairaje), *Hebestigma cubense* (Frijolillo), *Amyrisbal samifera* (Cuaba), *Guibourtia hymenifolia* (Caguairán), *Oxandra lanceolata* (Yaya), *Chlorophora tinctoria* (Fustete), *Exothea paniculata* (Guamacá), *Picramnia pentandra* (Aguedita).

Plantaciones forestales: las plantaciones forestales realizadas en esta área están dominadas por las especies exóticas e invasoras, se conoce de que en la década de los 80 con avionetas se hicieron voleos de *Leucaena leucocephala* (Ipil-Ipil), que hoy en muchos sitios ha formado un bosque homogéneo de alta densidad de individuos por unidades de superficie, lo cual necesitarán manejos para buscar en algún grado similitud con los bosques ancestrales del lugar.

Pastos con focos de cultivos, sabanas naturales y vegetación secundaria: estos son puntos aislados que tienden a encontrarse hacia los bordes del área protegida, su origen proviene del cambio de uso de suelo acaecido en el pasado alrededor y en algunos sitios interiores donde influyó la ganadería.

Vegetación secundaria (bosques, matorrales y comunidades herbáceas secundarias): esta formación vegetal en el área protegida se encuentra ubicada en los sitios que fueron fuertemente impactados, fundamentalmente por actividades antrópicas que provocaron la pérdida casi total de la vegetación original, quedando solo algunas especies persistentes y aisladas del bosque ancestral, hoy está dominado básicamente por la flora oportunista, expansiva y exótica invasora, (ver anexo 11).

4.2. Actividades socioeconómicas en el área de investigación

Las principales actividades socioeconómicas en el interior del área, lo constituye las agroforestales, destacándose el desarrollo de la industria de materiales de la construcción con la extracción piedra para materiales de la construcción, la actividad ganadera y una disminuida agricultura cañera, así como el desarrollo de algunos complejos hidrológicos, se destaca además, la presencia de algunos embases entre los que se encuentran, la represa el Jobito y al Sur-Oeste La Yaya, con toda el conjunto de acciones propias de estos sistemas así como la pesca en ecosistema dulce acuícola.

Los asentamientos humanos del interior, amortiguamiento e influencia de la Reserva están comprendidos en tres municipios Niceto Pérez García, el Salvador y Guantánamo. Se distribuyen de la siguiente manera, se ubican 4 en el interior, 10 en la zona de amortiguamiento y 23 en la zona de influencia para un total de 37.

Existe una población aproximada en el interior de 48 habitantes, 212 en la zona de amortiguamiento y 10187 en la zona de influencia, para un total de 10447 pobladores, este dato explica de manera general las presiones que puede enfrentar la Reserva Florística Manejada Sierra Canasta, desde la zona de influencia en busca de los recursos existentes en la misma.

En el interior de la Reserva Florística Manejada de Sierra Canasta viven 11 usuarios de los cuales: 3 son usufructuarios, 1 agrupados en CCS y Empresas Estatales 1. Estas forman parte de las zonas socioeconómicas identificadas, ver tabla 3.

Tabla 3. Usuarios del Interior de la RFM

No	Usuarios	Cant.	Superficie	U/M	Tenencia	Usos
1	Vicente Espino Lescaille	1	26.6	ha	Sector privado	Cultivos varios
2	Rafael Martínez	1	-	-	Sector privado	Cultivos varios
3	Cantera	1	85.18	ha	Estatal	Explotación minera
Total de usuarios		3	111,78	ha	-	Diversos

En la tabla 4 se relacionan los usuarios de la zona de amortiguamiento con una superficie de 439.46 ha, están ubicadas diferentes instituciones tenedoras de tierras que desarrollan acciones en diferentes renglones económicos de la región. El mayor peso corresponde a la actividad de cultivos varios, además de la ganadería. Todas estas actividades están sujetas a regulaciones para lograr armonía con los intereses de la conservación.

Tabla 4. Usuarios de la zona de amortiguamiento

No	Usuarios	Superficie	U/M	Tenencia	Usos
1	CCS Gabriel Valiente	168.14	ha	Sector privado	Pastos, bosques, Cultivos varios.
2	CCS Pedro A. Pérez	242.55	ha	Sector privado	Cultivos varios
3	CCS Mariana Grajales	28.77	ha	Sector privado	Cultivos varios, pastos naturales.
4	CCS Luís Rustan	-	-	-	-
Totales	439.46	439.46	ha	Ambos sectores	Diversos

En resumen la superficie ocupada por usuarios del sector estatal y privado en ambas zonas, asciende a 551,24 ha. La superficie ocupado por tenedores en la zona del interior, representan el 2% con relación a la de la superficie total de la Reserva.

4.2.1. Problemáticas ambientales identificadas en el área, según plan de manejos 2012 - 2016

Algunos de los más connotados problemas ambientales del área protegida son:

- Incendios forestales con prevalencia de los de origen antropogénicos.
- Caza furtivas con fines de subsistencia, desarrollado por habitantes residentes en la zona de amortiguamiento.
- Erosión hídrica laminar, destacándose aproximadamente 1200 hectáreas sin tratamientos de las 5000 hectáreas que cuenta el área protegida, lo que representa el 24%.
- Especies invasoras, tanto de la flora como la fauna: de las primeras ipil-ipil (*Leucaena leucocephala*), marabú (*Dichrostachys cinerea*), aroma (*Acacia farnesiana*), etc. De la fauna se destacan perros jíbaros (*Canis familiaris* L.), ratas negras (*Rattus rattus* L.), Mangosta (*Herpestes auropunctatus auropunctatus*), entre otras.
- Fragmentación de áreas, hábitat e incremento del efecto de borde.
- La caracterización del área para determinar el tamaño de la muestra, se realizó para un error del $\pm 10\%$ y una probabilidad del 95%. La variable de interés fue el número de $1\ 740 \pm 168$ árboles por hectárea (**N**) y al procesarse estadísticamente las 5 parcelas de 500m^2 levantadas en el muestreo piloto, se determinó que las mismas no eran suficientes, ya que el cálculo del tamaño necesario de la muestra para alcanzar el error propuesto era de 7. Por tanto fue necesario volver al área y levantar las dos parcelas que faltaban, como se muestra en la tabla 5.

Se puede plantear que al determinarse el error relativo, indica que existe confiabilidad del tamaño de la muestra, con un error de 0,771%, por debajo del propuesto, lo que indica que el muestreo realizado es representativo de la distribución del número promedio de árboles por hectárea, en el área objeto de investigación.

Tabla 5.Tamaño de la muestra en la (RFM)

Variable	Valor	U/M
Número de muestra (n)	7	
Media (x)	1 740	Árb/ha
Varianza (S^2_x)	28 375	(m ³ /0,01 ha) ²
Desviación estándar (S_x)	168,4	(m ³ /0,01 ha) ²
Error relativo (E_r)	0,771	%

4.3. Influencia de la comunidad en el área de investigación

En la Figura 4 se observa el porcentaje de las causas de ocurrencia de incendio en Sierra Canasta, donde la negligencia es la más representativa, motivado por castradores de colmenas, cazadores furtivos, fumadores irresponsables, buscadores de leña, transeúntes, así como las quemas de potreros para la preparación del terreno, extracción de leña y muchas de estas inician en las áreas agropecuarias y pasan al bosque, en la investigación el resultado demostrado fue por quema agropecuaria.

Dentro de las causas intencionales influyó como causa específica, la intencional motivada por la frecuencia de transeúnte, elaboración de carbón, ganados sueltos, asociando a que la mayoría de estos usufructuarios colindante con la reserva.

En el periodo evaluado no hubo ocurrencia de incendios por causas naturales; en las accidentales uno estuvo dirigido por la combinación de una caída de un rayo sobre un transformador provocando una explosión, lo que trajo posteriormente el incendio. En cuanto a las causas desconocidas en ese periodo no existía un nivel de profesionalidad de la fuerza del CGB y otros no se investigaban, en el anexo 12 se reflejan los resultados del incendio analizado en la investigación.

Esto sostiene en gran medida que si no se le presta la debida atención, los incendios provocados por el factor humano negligente, tendrá el potencial de desordenar el progreso logrado en décadas de esfuerzos de conservación y desarrollo sostenible, demostrándose que con este régimen de ocurrencia de este siniestro constituye una amenaza para la persistencia de las poblaciones de plantas, animales favoreciendo

la transformación del ecosistema y el apareamiento de plantas invasoras resistente al fuego.

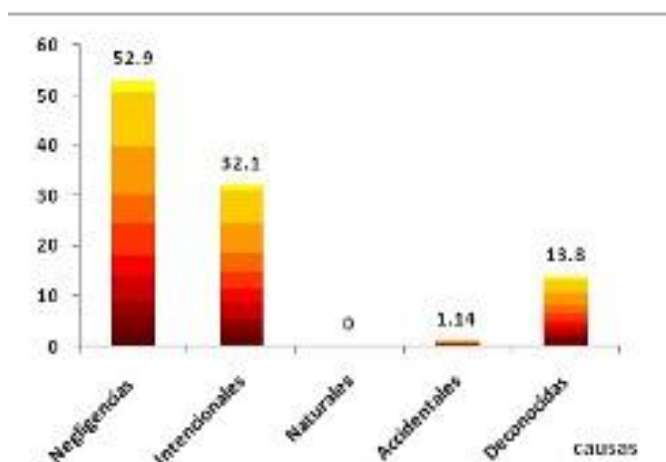


Figura 4. Porcentaje de las causas de ocurrencia de incendio

Para alcanzar un manejo sostenible, es importante la protección contra incendio forestales, incluyendo todas las acciones adoptadas para limitar los efectos adversos, de carácter social fundamental de la prevención: evitar la ocurrencia de los incendios a través de las charlas, conferencias, capacitación, señalizaciones, las trochas corta fuego y la eliminación del material combustible, coincidiendo en esto con la FAO (2006a) y Ramos (2010).

En la tabla 6 se observa el comportamiento de los incendios en el área durante el periodo 2008 - 2018, donde se determina la cantidad de incendios y sus causas, con la afectación y las pérdidas.

Tabla 6. Comportamiento de los incendios en el período 2008 - 2018

Años	Cantidad	Causas de ocurrencias de incendios					Afect. (ha)	Pérdidas(\$)
		Neg	Inten.	Nat.	Accid.	Desc.		
2008	19	9	6	-	-	4	986,4	1972800,00
2009	15	12	2	-	-	1	455,0	910000,00
2010	20	11	8	-	-	1	523,5	611938,25
2011	16	7	7	-	-	2	611,0	822560,16
2012	7	-	5	-	-	2	375,1	96301,59
2013	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	2		-	-	-	2	14,3	24635,89
2016	2	1	-	-	1	-	50,0	1987,00
2017	3	3	-	-	-	-	102,0	23197,0
2018	3	3	-	-	-	-	95,3	19502,0
Total	87	46	28	-	1	12	3340,6	448292,6

Leyenda: Neg = Negligencias, Inten = Intencionales, Nat = Naturales, Accid = Accidentales, Desc = Desconocidas, Afect = Afectaciones.

4.4. Criterio económico-productivo

En la evaluación de las pérdidas económica provocada por el incendio, en la tabla 7 se observa que se perdieron \$799, 43 por madera afectada en pie, \$2 056,00 por extinción debido a que se utilizaron diversos medios y equipos como dos carros de bomberos, un carro cisterna, una camioneta, también participaron bomberos, técnicos del cuerpo de guardabosques y brigadas voluntarias. Se consumieron un total de 70 litros de diesel y 50 de gasolina, para un total de las pérdidas directas de \$2 855,43 y las pérdidas indirectas de \$14 848,23, para un total de pérdida \$17 703,66, ver anexo 13.

Tabla7. Comportamiento de las pérdidas en el incendio

Pérdidas	Moneda Nacional (MN)
Daños directos	
Pérdidas por reforestación	
Pérdidas por madera talada afectada	
Pérdidas por madera afectada en pie	799,43
Pérdidas por productos forestales no madero	
Pérdidas por extinción	2056
Total de pérdidas directas	2855,43
Daños Indirectos	14848,23
Total de pérdidas indirectas	
Pérdidas Totales	17703,66

Es importante destacar además que al evitar estas afectaciones se contribuye en alguna medida al logro del manejo forestal sostenible, a la vez que se evita la destrucción de uno de los mecanismos más importante que tiene la naturaleza para fijar el CO₂ atmosférico, la pérdida de la biodiversidad, la degradación de los suelos y la contaminación del medio ambiente expuestos a posibles cambios climáticos globales debidos a los niveles alcanzados por los gases de efecto invernadero todo lo cual representa para el país una responsabilidad ante la cual se desarrollan diferentes acciones; por los efectos causado a través del fuego en este ecosistema se hace necesario perfeccionar el servicio de protección contra incendio, para disminuir los costos que pueden ocasionar daño a la economía del país, así como en lo social y lo ambiental.

4.5. Criterio ambiental

4.5.1. Comportamiento del fuego

En la tabla 8, se observan los valores del comportamiento del fuego, el incendio fue superficial y de baja intensidad y la altura de la llama fue de 1,42 m, observándose en la figura 5.



Figura 5. Altura de las llamas.

Resultados similares alcanzó Ramos (2010) al plantear que un incendio que se propaga lentamente, contra el viento, la extensión de la zona de combustión puede ser de apenas algunos centímetros y la intensidad del fuego puede tomar valores tan bajos como $4,0 \text{ kcal.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$. En un excepcionalmente grande incendio, propagándose rápidamente, la extensión de la zona de combustión puede ser de 400 m o más y la intensidad del fuego del orden de las $25\ 000 \text{ kcal.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$.

Tabla 8. Parámetros del comportamiento del fuego

Intensidad del fuego kcal.m⁻¹.s⁻¹	Calor liberado por unidad de área kcal.m⁻²	Velocidad de propagación m.s⁻¹
134,94	9 306,21	0,0145

4.6. Comportamiento de la cantidad de material combustible en el área no quemada

En la tabla 9 se muestra la cantidad de material combustible en el área no quemada en peso seco en g.m^2 , por parcela y por clase, destacando que la cantidad total entre las parcelas es muy similar, según la clasificación de (Julio, 1996) es media, ya que existe alrededor de 23 t.ha^{-1} .

Tabla 9. Cantidad de material combustible en el área no quemada en peso seco por parcela y por tipo de combustible en g/m².

Parcelas	Vivo	Misceláneas	Clase I	Clase II	Clase III	Total
1	154,47	1 705,73	170,7	181,99	102,11	2 315,02
2	145,98	1 659,01	200,9	191,52	138,35	2 335,73
3	150,22	1 682,37	185,8	186,75	120,23	2 325,36
4	142,37	1 571,26	174,68	175,64	115,12	2 179,07
5	131,26	1 461,15	163,47	164,53	114,11	2 034,52
6	121,15	1 351,14	152,4	153,42	115,34	1 893,41
7	165,22	1 345,26	221,5	193,84	143,42	2 069,28
Media	103,47	1 539,41	156,4	178,24	121,24	2 098,75

En la Figura 6 se observa el material combustible en el área de estudio antes del incendio, la que muestra una elevada cantidad de misceláneas, 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.



Figura 6. Material combustible del área antes del incendio

La tabla 10 muestra la cantidad de material combustible por unidad de área en (g.m²) después del incendio, donde el 72, 35% pertenece a las misceláneas, que son los materiales muertos no leñosos obtenidos a partir de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas, donde se observa que el fuego disminuyó significativamente los tipos de combustibles.

Tabla 10. Peso seco del material combustible por unidad de área (g.m^{-2}).

Clase de material	N	Peso (g.m^{-2})	%	Desviación Std.
Vivo	10	150,22	6,46	67,65
Misceláneas	10	1 682,37	72,4	322,39
Clase I	10	185,79	7,99	66,53
Clase II	10	186,75	8,03	63,74
Clase III	10	120,23	5,17	73,27
Total		2 325,36	100	326,84

En el área donde ocurrió el incendio, los materiales combustibles disponibles fueron hojarascas, gramíneas y dicotiledóneas herbáceas, con cobertura del 100%, así como ramas secas finas. El tamaño de la muestra resultó 10 parcelas de 1 m^2 con un promedio total de $2\,325,36 \text{ t.ha}^{-1}$.

4.7. Cantidad de material combustible en el área afectada por el incendio

En la tabla 11 se muestra la cantidad del peso seco del material combustible en el área quemada destacando que como promedio existe $6,8 \text{ t.ha}^{-1}$ del material total. También se puede observar el alto grado de reducción en la figura 7. El alto porcentaje de reducción obtenido en esta investigación coincide con Martínez (2006) debido a la elevada cantidad de misceláneas, combustibles que en el momento de ocurrir el incendio tenían un bajo porcentaje de humedad. Se logró una reducción del peso seco promedio en el área del material combustible disponible de un 80,27%. 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 7. Grado de reducción del Material combustible después del incendio

Tabla 11. Peso seco del material combustible en el área quemada en gramos por m².

Parcelas	Verde	Misceláneas	Clase I	Clase II	Clase III	Total
1	-	630,96	42,16	48,84	37,52	759,5
2	-	541,2	39,21	37,62	23,45	641,5
3	-	587,6	24	43,6	30,36	685
4	-	586,3	22,05	43,35	30,44	682,1
5	-	456,2	34,6	36,8	34,28	561,9
6	-	456	45,12	47,56	25,78	574,5
7	-	634,23	52	39,5	33,29	759
Media	-	556,07	70,62	42,46	30,73	143,8

La Figura 8 muestra el porcentaje de reducción del material combustible, dónde se consumió el 65% de las miscelánea, al ser materiales secos: hojas, hierbas, hojarasca, humus, etc. y el 100 quedó vivo, con 70,66 como promedio en el área.

Aunque los combustibles protegen el suelo, es necesario que la capa que forman no llegue a ser tan profunda como para favorecer la dispersión del fuego y para lograrlo se requiere implementar estrategias de manejo de combustibles que favorecen la reducción de estos.

Similares resultados alcanzó Flores *et al.* (2001) al plantear que a través de los tipos de combustibles se pueden ver la afectación de la propagación del fuego bajo diferentes condiciones de terreno, también manifiesta que la humedad del combustible tiene un ritmo de dispersión.

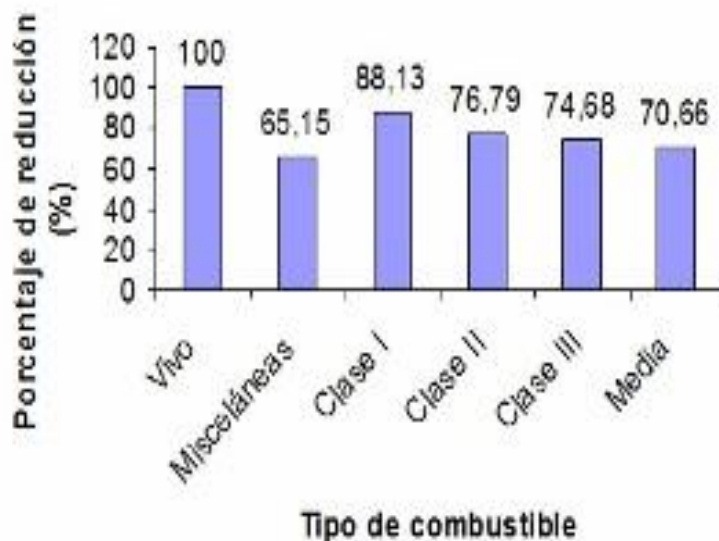


Figura 8. Porcentaje de reducción del material combustible

4.8. Estudio de la vegetación

En la tabla 12 se observa la vegetación del área no afectada por incendio, donde se encuentran las especies: *Bursera simaruba*, *Oxandra lanceolata*, *Dipholis salicifolia*, *Gerascanthus gerascanthoides*, en los tres estratos, herbáceo, arbustivo y arbóreo, aunque se puede manifestar que las mayorías de ellas aparecen en el herbáceo y arbustivo, donde predominan especies caducifolia: *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Zuelania guidonia*, *Leucaena leucocephala*, *Gerascanthus gerascanthoides* y *Calycophyllum candidissimum*. Además también existen árboles perennifolios: *Ficus havanensis* y *Mastichodendron foetidissimum*.

Entre las especies más representativas en el área de estudio por criterio de los especialistas se destacan: *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Calycophyllum candidissimum*, *Zuelania guidonia*, *Mastichodendron foetidissimum*, *Zanthoxylum martinicense*, *Gymnanthes lucida*, *Allophylus cominia*, *Nectandracoriacea*, *Erythroxylon havanensis*, *Eugenia axillaris*, *Hebestigma cubense*, *Amyris balsamífera*, *Guibourtia hymenaefolia*, *Oxandra lanceolata*, *Chlorophora tinctoria*, *Exothea paniculata*, *Picramnia pentandra* y *Cupania americana*.

Tabla 12. Vegetación del área no afectada a los 15 días del incendio

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia	Estratos		
			Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Almacigo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	X	X	X
Cuajani	<i>Prunus occidentalis</i>	Amygdalaceae	X		
	SW. Roen				
Yaya	<i>Oxandra lanceolata</i>	Annonaceae	X	X	X
	SW. Baill				
Cuya	<i>Dipholis salicifolia</i>	Sapotaceae	X	X	X
	H A. D C				
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> SW.	Meliaceae	X		
Sabicú	<i>Lysiloma sabicu</i>	Mimosaceae	X	X	
	A. Rich				
Varia	<i>Gerascanthus gerascanthoides</i>	Boraginaceae	X	X	X
	HBK. Borhidis				
Jagüey	<i>Ficus havanensis</i>	Moraceae	X		
	Rossb				
Copey	<i>Clusia rosea</i> Jacq	Clusiaceae	X	X	
Ebano carbonero	<i>Diospyros crassinervis</i>	Ebenaceae	X		
	Drug. et Urb				
Cigua	<i>Nectandra coriacea</i>	Lauraceae		X	X
	SW. Griseb				
Frijolillo	<i>Hebestigma cúbense</i>	Ericaceae		X	
	HBK Urb.				
Guao prieto	<i>Comocladia dentata</i>	Anacardiaceae		X	X
	Jacq				
Guairaje	<i>Eugenia axillaris</i>	Myrtaceae		X	X
	Sw. Willd.				
Maguey	<i>Agave angustifolia</i>	Agavaceae			X
Guáramo	<i>Cupania americana</i> L.o SW	Sapindaceae			X
Hierva bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae			X

Haití	<i>Gymnanthes lucida</i> SW.	Euphorbiaceae			X
Orquídea	<i>Bulbophyllum</i> <i>pachurhachis</i>	Orquideaceae			X
Guaguasí	<i>Zuelania guidonia</i>	Flacourtiaceae			X
	SW. Britt. et Miilsp.				
Mamoncillo	<i>Melicocca bijuga</i> L.	Sapindaceae			X
Ipil-Ipil	<i>Leucaena</i> <i>leucocephala</i>	Mimosaceae	X	X	x
	(Lam)de Wi				

4.9. Áreas afectadas por el incendio

En la tabla 13 se observa la vegetación del área afectada por el incendio a los 15 días, donde se realizó un levantamiento de las especies en el área de estudio, observándose que el estrato arbóreo se vio afectado en menor medida: *Bursera simaruba*, *Diospyros crassinervis*, *Amyris balsamifera*, *Zanthoxylum martinicense*, *Calycophyllum candidissimum*, *Dipholis salicifolia*, *Hebestigma cubense*, *Comocladia dentata*, *Lysiloma sabicu* y *Oxandra lanceolata*, en el arbustivo sobrevivieron: *Bursera simaruba*, *Diospyros crassinervis*, *Nectandra coriacea*, *Dipholis salicifolia*, *Oxandra lanceolata* y *Leucaena leucocephala*, el herbáceo fue quemado completamente.

Tabla 13. Vegetación del área afectada por el incendio a los 15 días

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia	Estratos		
			Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Almacigo	<i>Bursera simaruba</i> L. Sargent	Burseraceae	X	X	
Ebano carbonero	<i>Diospyros crassinervis</i> Drug. et Urb	Ebenaceae	X	X	
Cuaba	<i>Amyris balsamifera</i> Griseb.	Euphorbiaceae	X	X	
Ayúa	<i>Zanthoxylum martinicense</i> Lam.	Rutaceae	X		
Dagame	<i>Calycophyllum candidissimum</i> Vahl.	Rubiaceae	X		
Cuya	<i>Dipholis salicifolia</i> H A. D C	Sapotaceae	X	X	

Frijolillo	<i>Hebestigma cubense</i> HBK Urb.	Ericaceae	X		
Guao prieto	<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	Anacardiaceae	X		
Sabicu	<i>Lysiloma sabicu</i> A. Rich	Mimosaceae	X		
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> Sw.	Meliaceae	X		
Yaya	<i>Oxandra lanceolata</i> (SW) Baill	Annonaceae	X	X	
Cigua	<i>Nectandra curiacea</i> (SW). Griseb	Lauraceae	X	X	
Guairaje	<i>Eugenia axillaris</i> Sw.Willd.	Myrtaceae	X		
Maguey	<i>Agave angustifolia</i>	Agavaceae			
Ipil-ipil	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) de Wi.	Mimosaceae	X	X	
Jibá	<i>Erythroxylon havanense</i> Jacq	Eritroxilaceae	X	X	

En la Tabla 14 se observa la vegetación del área afectada por el incendio a los ocho meses, encontrándose las siguientes especies en el estrato herbáceo: *Bursera simaruba*, *Diospyros crassinervis*, *Zanthoxylum martinicense*, *Brachiaria extensa*, *Agave angustifolia*, *Comocladia dentata*, *Amyris balsamifera*, *Leucaena leucocephala*, *Hebestigma cubense*, *Erythroxylon havanense*, *Calycophyllum candidissimum*, *Dipholis salicifolia* y *Eugenia axillaris*, en el estrato arbustivo se incorporaron varias especies: *Bursera simaruba* y en el estrato arbóreo no se incorporó ninguna especie.

La ocurrencia de los incendios forestales han provocado que desaparezcan diferentes especies del estrato arbóreo y arbustivo que son de madera dura y de crecimiento lento, afectando la sostenibilidad del ecosistema, pero se puede significar que aun predominan especies: *Bursera simaruba*, *Oxandra lanceolata*, *Dipholis salicifolia*, *Diospyros crassinervis* y *Leucaena leucocephala* que constituye una especie invasora en el bosque.

Tabla 14. Vegetación del área afectada por el incendio a los ocho meses

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia	Estratos		
			Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Almacigo	<i>Bursera simaruba</i> L. Sargent	Burseraceae			X
Ébano carbonero	<i>Diospyros crassinervis</i> Drug. et Urb	Ebenaceae			X
Ayúa	<i>Zanthoxylum martinicense</i> Lam.	Rutaceae			X
Guarana	<i>Cupania americana</i> L.	Sapindaceae			X
Guasima	<i>Guazuma tomentosa</i> HBK.	Sterculiaceae			X
Maguey	<i>Agave angustifolia</i>	Agavaceae			X
Guao prieto	<i>Comocladia dentata</i> Jacq	Anacardiaceae			X
Cuaba amarilla	<i>Leucocroton wrightii</i> Griseb.	Euphorbiaceae			X
Ipil-Ipil	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) de Wi	Mimosaceae			X
Frijolillo	<i>Hebestigma cúbense</i> HBK Urb.	Fabaceae			X
Jibá	<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq	Erythroxylaceae			X
Dagame	<i>Calycophyllum candidissimum</i> Vahl	Rubiaceae			X
Cuya	<i>Dipholis salicifolia</i> H A. D C	Sapotaceae			X
Guairaje	<i>Eugenia axillaris</i> Sw. Willd.	Myrtaceae			X
Cigua	<i>Laurus coriácea</i> Sw.	Lauraceae			X

4.9.1. Grado de afectación de las especies

En la tabla 15 se muestra el grado de afectación de las especies a los 15 días después del fuego, donde el 54, 24% del área muestreada estaba con afectación completa y el 25, 42% ligeramente afectada, mientras que a los ocho meses después

del fuego el 38, 99% se encontraba con afectación completa y el 15, 25% ligeramente afectada.

Lo planteado anteriormente muestra el alto grado de afectación que provocó el incendio en la vegetación a pesar de ser superficial y una intensidad moderada. La especie que presentó mayor resistencia al fuego fue *Bursera simaruba*, solamente chamuscado superficial en la corteza. Entre las especies más afectadas se encuentran, *Diospyros crassinervis*, *Hebestigma cubense*, *Calycophyllum candidissimum*.

Tabla 15. Grado de afectación de las especies

Grado de afectación	15 días después	Ocho meses después
Afectación completa	32	23
Afectación ligera	15	9

Resultados similares lo alcanzó Lamothe *et al.* (2017) donde observaron que en bosques semicaducifolios las especies latifolias son altamente afectadas por el fuego y Rodríguez *et al.* (2008) manifiesta que las latifolias después del paso de un incendio superficial grave, en la zona La Jagua en Pinar del Río, dónde el 57% de las plantas muestreadas sufrieron una afectación grave y un 23% una afectación completa.

4.10. Diversidad de especies

La predominancia total se corresponde con las plantas angiospermas, se destacan la presencia y abundancia de taxones introducidos e invasores, entre ellos ipil-ipil (*Leucaena leucocephala*), Marabú (*Dichrostachys cinerea*), Aroma (*Acacia farnesiana*) y la orquídea (*Oeceoclades maculata*).

Entre las especies con importancia para la conservación se destacan el *Sideroxylon salicifolia* (cuyá), *Guibourtia hymenifolia* (caguairán), *Cedrela odorata* (Cedro) y *Calycophyllum candidissimum* (Dagame), todas estas especies son de gran valor forestal, por lo que algunas hoy en el país tienen grado de amenaza y en esta área protegida poblaciones muy raras, como es el Caguairán.

4.10.1. Riqueza específica

En la tabla 16 se muestra la abundancia de especies por parcela de 100 m² a los ochos meses, donde el porcentaje de reducción alcanzó un valor promedio del 29,76%, con mayor abundancia en las áreas no quemadas, mientras en la quemada han disminuido considerablemente.

Estos resultados coinciden con Moreno (2001) al plantear que la riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.

Resultados similares a los obtenidos obtuvo Groski (2000), quien reporta reducción de la hojarasca hasta un 92,7% en áreas naturales de *Mimosas cabrella* Benth. (bracatinga), Batista (1995) hasta un 30% en plantaciones de *Pinus taeday* Vega et al. (2000) una reducción de más del doble en pinares de Galicia, España, mientras Martínez (2006) logra un promedio de reducción del 66% en *Pinus tropicalis*.

Tabla 16. Abundancia de especies por parcela de 100 m² a los ochos meses en áreas no afectadas y afectadas por incendio

Parcelas	Abundancia de especies		% de Reducción
	Áreas no afectadas	Áreas afectadas	
1	11	7	36,36
2	12	11	8,4
3	13	10	23,1
4	12	9	25,0
5	10	8	33,4
6	14	9	35,76
7	13	6	53,9
Media	12	9	29,76

En la tabla 17 se puede observar que en el área quemada disminuyó considerablemente el número de individuos con respecto a la no quemada, donde los elementos principales fueron el incendio y la disminución de la cantidad de material combustible, una vez de haberse iniciado el proceso de combustibilidad la vegetación se destruye más rápido y la velocidad de propagación aumenta, el porcentaje de reducción oscila entre 71, 29% y 78, 28 para una media de 80, 24%.

Tabla 17. Cantidad de individuos por parcela de 100 m² a los ocho meses después del fuego.

Parcelas	Cantidad de individuos		% de Reducción
	Áreas no afectadas	Áreas afectadas	
1	2 925	840	71,29
2	3 157	789	75,01
3	2 048	253	87,65
4	2 710	627	76,86
5	2 512	321	87,23
6	2 404	240	90,72
7	2 219	482	78,28
Media	2 568	507	80,24

En la tabla 18 se muestra la diversidad de Margalef a los 8 meses después del fuego donde se observa que la riqueza específica se mantuvo similar en el área quemada y la no quemada a pesar de que disminuyó considerablemente el número de individuos, al igual que la cantidad de especie, en 1, 29%, pero hubo un ligero aumento del número de individuos después del incendio.

Tabla 18. Índice de diversidad de Margalef a los ocho meses después del fuego

Parcelas	Índice de Margalef área no afectada	Índice de Margalef área afectada
1	1,25	0,89
2	1,36	1,65
3	1,57	1,63
4	1,39	1,24
5	1,15	1,21
6	1,67	1,29
7	1,56	1,13
Media	1,42	1,29

Según Moreno (2001a) la riqueza específica es la forma más sencilla de medir la diversidad biológica, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.

4.10.2. Estudio de la dominancia a través del índice de Berger-Parker

En la tabla 19 se observa el Índice de Berger-Parker por parcela de 100 m² a los ocho meses después del fuego, donde se destaca que disminuye en el área quemada pero muy poco.

Tabla 19. Índice de Berger-Parker por parcela de 100 m² a los ocho meses después del fuego

Parcelas	Índice Berger-Parker área no afectada	Índice Berger-Parker área afectada
1	0,58	0,45
2	0,51	0,38
3	0,45	0,41
4	0,51	0,5
5	0,47	0,35
6	0,52	0,44
7	0,64	0,53
Media	0,53	0,43

Estos resultados coinciden con lo planteado por Moreno (2001) al definir que los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad, al tomar en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. También deja claro que después del incendio hay un ligero aumento de la dominancia y una disminución de la diversidad especies, debido a la importancia de las especies más dominantes.

4.11. Comportamiento de la regeneración natural de las especies

Se tuvo en cuenta las plantas que su regeneración natural es por semillas, y por rebrotes, lo que se muestra en la tabla 20, observándose que las mayorías de las

especies germinaron por semillas, probablemente por el calor absorbido las que les produjo tratamientos pregerminativo (Álvarez, 2006), tanto las que estaban en proceso madurez, como las que se encontraban en letargo, no así con los rebrotes, donde solo rebrotaron tres especies, debemos significar que el área afectada posee condiciones edafoclimáticas adversa que pudieron incidir negativamente en el desarrollo de los mismos, además la magnitud del fuego fue superficial, el cual afecto la corteza de los fuste reduciendo la ocurrencia de rebrotes.

Estos resultados coinciden con lo planteado por Vélez (2000), al referirse que la regeneración de la vegetación quemada por un incendio puede ser también afectada por el hecho de que el incendio sea grande o pequeño. Si el incendio es grande, muchas de las zonas quemadas se encontrarán a bastante distancia del bosque del incendio, lo cual podría dificultar la llegada de semillas procedentes de áreas no afectadas por el fuego. Existen ecosistemas que la regeneración post-fuego depende fundamentalmente de mecanismos in situ, como son el establecimiento de semillas a partir de los bancos establecidos previamente en el suelo en las plantas y por rebrotes a partir de plantas supervivientes al fuego.

De acuerdo con Aguirre (2006), algunas plantas soportan los incendios y luego rebrotan, lo cual ocurre en especies de arbustos y subarbustos leñosos cuyas raíces leñosas alcanzan considerable profundidad que les permite resguardarse de la acción del fuego. La capacidad de algunas especies para rebrotar después de un incendio forestal depende de la intensidad y frecuencia de los incendios, edad, forma de vida o hábito de crecimiento y modificación de sus raíces.

Las comunidades de especies de plantas post-fuego, por consiguiente, son a menudo similares a comunidades antes del fuego o comunidades que existen en las áreas adyacentes sin quemar (De Bano *et al.*, 1998). El fuego estimula la germinación de semillas que están en el suelo y contribuye a la regeneración de muchas especies.

Tabla 20. Comportamiento de la regeneración natural de las especies

Especies	Regeneración por semillas	Regeneración por rebrotes
<i>Diospyros crassinervis</i> Drug. et Urb	X	X
<i>Bursera simaruba</i> L. Sargent	X	
<i>Dipholis salicifolia</i> Drug. et Urb	X	
<i>Nectandra coriácea</i> Sw Griseb.	X	
<i>Leucaena leucocephala</i> Lam. dewi.	X	X
<i>Zanthoxylum martinicense</i> Lam.	X	X
<i>Guazuma tomentosa</i> HBK.	X	
<i>Agave angustifolia</i>	X	
<i>Comoclodia dentata</i> Jacq	X	
<i>Hebestigma cúbense</i> HBK Urb	X	
<i>Calycophyllum candidissimum</i> Vahl.	X	

La sensibilidad de las plantas rebrotadoras al fuego varía según el momento del año en que se produzca el incendio y el tamaño de la planta, aunque no todas las especies pueden comportarse de la misma manera.

Resultados similares alcanzó Pérez *et al.* (2010) al plantear que la regeneración natural garantiza la continuidad de los ecosistemas naturales que han ido desapareciendo a un paso acelerado, debido a los incendios forestales y a la tala excesiva, por lo que es de esperar que si no se aplican medidas la tendencia es a la desaparición de los bosques naturales de la especie de latifolias endémica de esta vegetación.

La regeneración depende de la disposición de árboles productores de semilla que exista en el área, coincidiendo con Betancourt (1987) y además plantea que al existir una elevada acumulación de material combustible en el piso del bosque y la poca

iluminación que penetra al interior del bosque, disminuye la regeneración natural de las especies.

4.12. Planificación de los lineamientos para la restauración de las áreas afectadas por los incendios forestales en la Reserva Florística Manejada Sierra Canasta

4.12.1. Definición del objetivo de la restauración

El objetivo de la restauración es aplicar tratamientos que permitan llevar el área en un tiempo prudencial a sus condiciones naturales, teniendo en cuenta elementos esenciales como: el suelo, el material combustible, el clima, la fauna, las reservas de aguas y la vegetación en general.

4.12. 2. Delimitación del área a restaurar

De acuerdo con la caracterización realizada y teniendo en cuenta que se disminuyó considerablemente la cantidad de material combustible en toda el área, la aparición de especies invasoras, la disminución significativa del número de individuos de algunas especies e incluso la no aparición de algunas especies después del fuego, la muerte de un número elevado de individuos de la flora, se determinó que era necesario restaurar toda el área afectada.

4.12. 3. Especialización detallada del área de intervención

Los principales problemas que aparecen después del incendio son: debido a la alta reducción de la cantidad de material combustible y a la inclinación elevada del terreno, existe una elevada erosión, debido a la muerte de muchos árboles en pie el área está propensa a la aparición de plagas, la aparición de especies invasoras como la *Leucaena leucacephala* con su alto poder infestación y de control sobre la demás especie puede existir un cambio considerable de vegetación, fundamentalmente la no aparición de especies que son endémica de la zona, además, debido a la erosión del suelo al poco poder de aparición de algunas especies en áreas afectadas por el fuego, también se ve afectada de esta manera la vegetación y por ende la fauna al no encontrar un refugio adecuado y poca

alimentación, esto trae igualmente consigo problema para las fuentes de abastos de agua de la zona.

4.13. Análisis ecológico

4.13.1. Diseño e implementación de los tratamientos de restauración

Para realizar la restauración hay que tener en cuenta que las actividades a realizar deben planificarse a corto plazo principalmente las actividades de recuperación, a mediano la de rehabilitación y largo plazo la de restauración ver tabla 21.

Las actividades a realizar no se deben ver de forma aisladas por cada elemento que conforma el ecosistema sino que debe existir una integración, ya que al realizar algún manejo se pueden beneficiar la mayoría o todos los elementos que conforman el ecosistema siendo efectivas, factibles, simples y con efecto multiplicador.

Con respecto a esto Córdova *et al.* (2005) plantea que a decisión de seleccionar y desarrollar algún tratamiento, depende de la problemática a la cual se enfrenta el restaurador y del objetivo propuesto a alcanzar. La combinación de tratamientos mejora las condiciones de los diferentes componentes, favoreciendo el avance del proceso.

4.13. 2. Recuperación a corto plazo (hasta un año después)

- La eliminación de material vegetal afectado es una de las tareas que se deben realizar inmediatamente después de incendio, para evitar una aparición de plagas, así la madera que no esté afectada totalmente se puede comercializar y este dinero utilizarlo para financiar la restauración o al menos parte de esta, además, con el objetivo de liberar áreas ocupadas para iniciar las labores de adición de elementos recuperadores del sistema.
- La vegetación nativa que presente síntomas de restablecimiento post-fuego, debe protegerse de tal forma que nuevamente se convierta en proveedora de propágulos en el área.
- Debe eliminarse la especie invasora encontrada en el área, esta tiene un alto grado de propagación lo mismo por semillas que por rebrotes, por lo que debe ser un trabajo sistemático y a largo plazo, en el caso de las plantas que estén

pequeñas y puedan ser arrancadas de raíz es muy recomendable realizarlo para que no tenga posibilidad de rebrotar, cuando estén un poco más grandes se pueden cortar y cubrir el tocón con nylon o saco para que no puedan rebrotar. El manejo de los residuos de este tipo de cobertura invasora debe ser cuidadoso, de tal forma que no disemine fragmentos reproductivos que provoquen la infestación de una nueva área.

- Realizar la podas de las ramas de los árboles afectados parcialmente.
- La tala de árboles inestables y la podas de ramas, además de disminuir el riesgo de volcamiento, facilita la entrada de luz hasta la superficie, incrementando la probabilidad de establecimiento de nuevas especies, por estimulación del banco de semillas y mayor iluminación de micro sitios para especies que arriban de la lluvia de semillas.
- Mejorar el sistema de protección que permita evitar la ocurrencia de incendios y en caso de que ocurran dificultar su propagación, entre las actividades que se deben realizar, están: construir los cortafuegos necesarios y darle mantenimiento a los ya existentes, construir tomas de agua, construir al menos una torre de observación y dotarla con los medios necesarios, planificar la creación de dos brigadas con sus medios, planificar las actividades a realizar para la prevención de incendios de naturaleza humana (CGB, 2000)
- Realizar actividades para contrarrestar la pérdida de suelo y con esto mantener sus características químicas, físicas y microbiológicas, para dinamizar un proceso de sucesión natural o asistida en un área alterada es imprescindible el restablecimiento del suelo, su principal objetivo es tomar las medidas necesarias para la conservación del suelo, por lo que hay que incorporar controladores físicos de la erosión.

Con respecto a esto Córdova *et al.* (2005) refiere que cuando desaparece la cobertura vegetal del área hay mayor pérdida de partículas estructurales del suelo, existen diferentes tipos de barreras estructurales construida en el mismo sentido de las curvas de nivel, su objetivo es disminuir la fuerza hídrica por escorrentía, eliminar el arrastre del suelo.

4.13. 3. Controladores físicos que se pueden utilizar:

- Los árboles que sean talados dejar un tocón de 0,50 cm y 1 metro de alto para que sirva de controlador físico de la erosión.
- Utilizar barreras que se elaboran utilizando el mismo material extraído con elementos leñosos más flexibles y delgados que actúan como grandes masa porosas según las condiciones del terreno, existen la llamadas terrazas de nivel se adaptan a la topografía del terreno son las curvas de nivel, están deben renovarse en la medida de su deterioro temporal.
- Otro tipo de protección del suelo son las cubiertas superficiales elaboradas con material biodegradables como ramas tejidas o mallas la cuales se enriquecen con semillas de especies nativas rastreras que generen rápidamente una cobertura y un sistema radicular de amarre sobre el suelo alterado, están los mencionados tapetes deben ser instalado con un estocado directo al suelo, con el tiempo se funde con el manto orgánico, dando aporte orgánico al suelo afectado. Esos controladores físicos buscan reducir la erosión superficial y reforzar la resistencia de las partículas al arrastre hídrico o eólico.

Cuando la respuesta del ecosistema alterado es positiva es decir denota una reacción relacionada con la aparición de plántulas de especies nativas, con el fin de reducir un excesivo movimiento de tierra en un sistema ya bastante inestable por el fuego, se debe añadir elementos nutricionales al suelo, estos pueden ser químicos u orgánicos.

La adición de materia orgánica y compost proveniente de residuos vegetales del área, o externos, permite adicionar nutrientes a una tasa regulada de descomposición y acondicionar algunas de las características del suelo de acuerdo con Córdova *et al.* (2005).

4.13. 4. Rehabilitación a mediano plazo (de 1 a 5 años)

- Verificar que las barreras físicas estén en buen estado, en caso contrario, llevar a cabo su recuperación.
- Continuar con las labores de eliminación de las especies invasoras.

- Introducir algunas especies, fundamentalmente de las nativas del área para mejorar las condiciones ecológicas del área, las que presenta mayor plasticidad ecológica, de rápido crecimiento, formadora de suelo y que proporcione alimentos para la fauna silvestre, teniendo en cuenta todos los estratos, estas pueden ser:
- Teniendo en cuenta que la especie *Bursera simaruba*, mostró gran resistencia y adaptación después del fuego, no se considera necesario introducirla, ya que se garantiza su continuación adecuada en el ecosistema de forma natural.
- De acuerdo con Córdova *et al.* (2005) el establecimiento de especies de distintos estratos mejora las condiciones microambientales, en cuanto a la luz, temperatura y aire, e incide positivamente en la caída de las semillas, acelerando de esta forma el proceso de sucesión en áreas alteradas.
- Involucrar a los habitantes de las comunidades en las labores de restauración para que ganen una mayor conciencia de la importancia de la protección del medio ambiente y realizar actividades de capacitación sobre el manejo del fuego adecuado para evitar la ocurrencia de los incendios forestales.
- Aplicarle mantenimiento a los corta fuegos y a las tomas de agua, terminar con todas las labores que garanticen una adecuada protección contra incendios.

El establecimiento de perchas:

Como herramienta complementaria a la adición de especies, el establecimiento de perchas naturales (árboles) o artificiales, facilita el tránsito de las aves (agentes dispersores de semillas) entre la vegetación nativa.

La instalación de perchas artificiales depende de la información que arroje el diagnóstico inicial frente a la presencia de especies de aves que aporten al proceso de restauración, por otro lado hay que tener en cuenta que el área debe ofrecer las condiciones adecuadas para la germinación de las semillas.

4.13. 5. Seguimiento a los tratamientos implementados

Con el propósito de obtener información sobre el avance en el proceso de recuperación de las áreas intervenida además de comprender la respuesta del ecosistema a las prácticas efectuadas, se realiza la evaluación periódica de la implementación y la eficiencia del montaje realizado.

La verificación del logro del objetivo y las metas planteadas, se establece a través de indicadores de seguimientos, entendido como variables representativas que cuantifican y proporcionan información relevante en tiempo de manera precisa y consistente. Se registran sistemáticamente, con diferentes niveles de organización a corto, mediano y largo plazo.

Por otro lado, la evaluación y seguimiento también permiten cuantificar los efectos económicos del fuego, sumando a los costos de la restauración ecológica del área afectada, a través de la valoración de la extinción del evento del fuego, de las complejas pérdidas en servicio y bienes ambientales y de las actividades de ejecución del proceso de recuperación.

4.13. 6. Restauración a largo plazo (de 5 años en adelante)

- A largo plazo se debe seguir controlando las especies invasoras, ya que las que aparecieron en el área son muy difíciles de controlar, para esto seguir realizando chequeos periódicos al área, y extraer cuidadosamente los individuos de las especies invasoras.
- Continuar realizando las actividades de conservación del suelo.
- Proporcionarle mantenimiento a los cortafuegos y tomas de agua para que en caso de que ocurran otros incendios no se propaguen con facilidad. También verificar que estén creadas las condiciones para la protección contra incendios adecuada.
- Continuar con las actividades de capacitación que permita una mayor conciencia en los trabajadores del área y de los pobladores.
- Darle atenciones culturales a las especies de la flora existentes e incorporar las especies oriundas del ecosistema que no se han incorporado, creando las condiciones adecuadas para su establecimiento.
- Con todas estas labores el ecosistema en un tiempo prolongado, más de treinta años, quedará totalmente restaurado y aparecerán también las especies de la fauna que habitan naturalmente, con todos estos elementos recuperará sus funciones naturales.

Esta propuesta metodológica se elabora a partir del esquema metodológico de Lores (2009) sobre ecosistemas afectados por incendios forestales, así como la metodología de Córdova *et al.* (2005) y Najera (2001) dónde se tuvo en cuenta las tres etapas: recuperación, rehabilitación y restauración ecológica y los lineamientos, donde la autora incorpora algunos elementos a través de la experiencias para un mejor cumplimiento y determinación de las acciones en cada una de sus etapas, contribuyendo en la incorporación de los aspectos que conforma la tabla para una mejor gestión en el área, (ver anexo 14).

V. CONCLUSIONES

Una vez realizado el análisis sobre las problemáticas objeto de estudio se arribó a las conclusiones siguientes:

- En el área quemada disminuyó considerablemente en número de individuos con respecto a la no quemada, los elementos principales fueron el incendio y la disminución de la cantidad de material combustible.
- Las causas identificadas de los incendios forestales fueron: intencionales, accidentales, sin determinar y por negligencia siendo esta última la más representativa, favorecida por la presencia de asentamientos humanos, con fácil acceso.
- Luego del incendio aparecieron especies exóticas invasoras y algunas especies no se regeneraron, estos elementos se deben tener en cuenta en las acciones de manejo.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Empresa Para la Conservación de la Flora y la Fauna Guantánamo:

- Implementar las acciones definidas para la restauración de sitios afectados por incendios forestales.

Se recomienda a la Facultad Agroforestal y a la Jefatura Provincial del Cuerpo de Guardabosques de Guantánamo:

- Utilizar los resultados de este trabajo como material de consulta para la formación de estudiantes y como una herramienta de dirección para la toma de decisiones que aseguren el perfeccionamiento del sistema para la Protección Contra Incendios Forestales en las áreas afectadas.

