



# INVESTIGACIÓN EN INCENDIOS FORESTALES (GUIA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN Y MONITOREO)

Laura Patricia Gómez Murillo, José Germán Flores Garnica, Librado Roberto Centeno  
Erguera, Vidal Guerra de la Cruz, Jaqueline Xelhuantzi Carmona, Alvaro Agustín Chávez  
Durán, Julian Cerano Paredes



**SAGARPA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PECUARIA Y ALIMENTACIÓN



**inirap**  
Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Campo Experimental Centro Altos de Jalisco  
Noviembre 2013. Tepatitlán, Jalisco, México  
Folleto Técnico Núm. 1, ISBN: 978-607-37-00193-8

## Directorio Institucional

### SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

**LIC. ENRIQUE MARTÍNEZ Y MARTÍNEZ**  
Secretario

**LIC. JESÚS AGUILAR PADILLA**  
Subsecretario de Agricultura

**PROF. ARTURO OSORNIO SÁNCHEZ**  
Subsecretario de Desarrollo Rural

**LIC. RICARDO AGUILAR CASTILLO**  
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

**ING. JAVIER GUÍZAR MACÍAS**  
Delegado de la SAGARPA en Jalisco

### INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**DR. PEDRO BRAJCICH GALLEGOS**  
Director General

**DR. SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA**  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

**MSC. ARTURO CRUZ VÁZQUEZ**  
Coordinador de Planeación y Desarrollo

**LIC. LUIS CARLOS GUTIÉRREZ JAIME**  
Coordinador de Administración y Sistemas

**LIC. MARÍA DEL CARMEN SANTILLANA ANDRACA**  
Director General Adjunto de la Unidad Jurídica

### CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL PACÍFICO CENTRO

**DR. JOSÉ ANTONIO RENTERÍA FLORES**  
Director Regional CIRPAC

**DR. GERARDO SALAZAR GUTIÉRREZ**  
Director de Investigación

**MC. PRIMITIVO DÍAZ MEDEROS**  
Director de Planeación y Desarrollo

**LIC. MIGUEL MÉNDEZ GONZÁLEZ**  
Director de Administración

**MC. RAMÓN HERNÁNDEZ VIRGEN**  
Jefe del Campo Experimental Centro Altos de Jalisco

# **SITIOS PERMANENTES DE INVESTIGACIÓN EN INCENDIOS FORESTALES (GUIA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN Y MONITOREO)**

**M.C. Laura Patricia GÓMEZ MURILLO**  
Investigador C.E. Centro Altos Jalisco CIRPAC-INIFAP

**Dr. José Germán FLORES GARNICA**  
Investigador C.E. Centro Altos Jalisco CIRPAC-INIFAP

**M.C. Librado Roberto CENTENO ERGUERA**  
Investigador del C.E. Mocoohá Yucatán CIR SURESTE

**Dr. Vidal GUERRA DE LA CRUZ**  
Investigador C.E. Tlaxcala Tlaxcala CIR CENTRO

**Biól. Jaqueline XELHUANTZI CARMONA**  
Investigador C.E. Centro Altos Jalisco CIRPAC-INIFAP

**M.C. Álvaro Agustín CHÁVEZ DURÁN**  
Investigador C.E. Centro Altos Jalisco CIRPAC-INIFAP

**M.C. Julián CERANO PAREDES**  
Investigador de CENID-RASPA

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,  
Agrícolas y Pecuarias  
Centro de Investigación Regional Pacífico Centro  
Campo Experimental Centro Altos de Jalisco

Tepatitlán de Morelos Jalisco, México

## **SITIOS PERMANENTES DE INVESTIGACIÓN EN INCENDIOS FORESTALES (GUÍA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN Y MONITOREO)**

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la Institución.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Progreso Núm. 5. Colonia Barrio de Santa Catarina  
Delegación Coyoacán, C.P. 04010, México, D.F.  
Tel. (55) 38718700  
[www.inifap.gob.mx](http://www.inifap.gob.mx)

Primera Edición: 2013  
Impreso en México  
ISBN: 978-607-37-00193-8  
Folleto Técnico Núm. 1.  
Noviembre del 2013

CAMPO EXPERIMENTAL CENTRO ALTOS DE  
JALISCO CIRPAC- INIFAP  
Kilómetro 8.0 Carretera Tepatitlán Lagos de Moreno  
Apartado Postal 56  
Tepatitlán de Morelos, Jalisco., México. C.P. 47600  
Teléfono (378) 7820355  
Fax (378) 7824638

La presente publicación se terminó de imprimir el mes de Noviembre de 2013 en los talleres Gráficos de Prometeo Editores, S.A.de C.V. Libertad 1457, colonia Americana, Guadalajara Jalisco CP.44160 Tel.01(33) 38262726.

Su tiraje consta de 150 ejemplares

La cita correcta de esta obra es:

Gómez M. L.; Flores G. J.; Centeno E. L.; Guerra de la Cruz. V.; Xelhuantzi C. J.; Chávez D. A. y Cerano P. J. 2013. Sitios Permanentes de Investigación en Incendios Forestales (Guía Técnica para la Evaluación y Monitoreo). Folleto técnico Núm.1. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, México. [xxxp](#).

# CONTENIDO

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
<b>2. ECOLOGÍA Y MANEJO DEL FUEGO</b>	
2.1. El fuego como factor ecológico	
2.2. Régimen del fuego	
2.3. Clasificación de los efectos del fuego	
2.4. Manejo integral del fuego	
<b>3. SITIOS PARA LA EVALUACIÓN Y MONITOREO DE LOS EFECTOS DEL FUEGO</b>	
3.1. ¿Porqué monitorear?	
3.2. Diseño de muestreo	
3.3. Equipo y materiales	
3.4. El Concepto de Área de Respuesta Homogénea (A.R.H.)	
3.5. Tamaño de la muestra	
3.6. Ubicación del sitio	
3.7. Material fotográfico	
3.8. Componente combustibles muertos	
3.8.1. Variables de medición y registro	
3.8.2. Revisión de efectos y uso de la información	
3.9. Componente vegetación	
3.9.1. Variables de medición y registro	
3.9.2. Revisión de efectos y uso de la información	
3.10. Componente fauna	
3.10.1. Variables de medición y registro	
3.10.2. Revisión de efectos y uso de la información	
3.11. Componente suelo	
3.11.1. Variables de medición y registro	
3.11.2. Revisión de efectos y uso de la	

información	
3.12.Componente agua	
3.12.1. Variables de medición y registro	
3.12.2. Revisión de efectos y uso de la información	
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
<b>5. LITERATURA CITADA</b>	
<b>6. ANEXOS</b>	

# 1. INTRODUCCIÓN

---

México es uno de los 10 países que enfrentan la mayor pérdida de bosque en el mundo<sup>1</sup> (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2010). Varias causas se han asociado a la pérdida y degradación de la superficie forestal, sin embargo, las de mayor peso son la conversión, degradación e intensificación del uso del suelo por la actividad humana. Este problema sigue siendo aún más alto en las regiones tropicales del sureste, donde se sustenta una enorme biodiversidad (Mas y Sandoval, 2011). Si a esto se le agregan los efectos del cambio climático a diferentes escalas, es más acentuada la disminución en la capacidad de resiliencia<sup>2</sup> del ecosistema, de sus recursos y servicios.

Un factor natural, y estrechamente relacionado a la problemática anterior en gran medida por la actividad humana, son los incendios forestales. En México, se registran cada año un promedio de 8 mil incendios forestales (CONAFOR, 2013), este número es producto de temporadas combinadas con picos y decrementos dependientes en gran medida de las condiciones climáticas, y el cual para las últimas décadas, incluye el registro de un caso extraordinario como la temporada de 1998, con más de 14,000

---

<sup>1</sup> Estimada en una pérdida anual de superficie del 0.5%, en los períodos de 1990 a 2010 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2010).

<sup>2</sup> En ecología, y particularmente en un ecosistema, la “resiliencia”, es la capacidad de estos sistemas para retornar al estado previo a un episodio de afectación considerable. Por ej. algún evento climático fuerte, como una sequía (Lloret, 2012).

incendios y casi un millón de ha. afectadas (CONAFOR, 2013).

Si bien, la ciencia ha demostrado que el fuego como factor ecológico es necesario para el ecosistema, se requiere del entendimiento de su régimen natural; que incluye, entre otros, su intensidad y frecuencia según la evolución de cada ecosistema (The Nature Conservancy [TNC], 2004; CONANP, 2011). De esta manera, se tienen ecosistemas dependientes, sensibles e independientes al fuego (Jardel *et al.*, 2006; CONAFOR, 2010; CONANP y TNC, 2009).

A pesar de ser un elemento fundamental en las estrategias de Manejo integral del fuego, en la actualidad, la ciencia enfocada a los efectos del fuego sobre los ecosistemas es mínima en el territorio nacional (Jardel *et al.*, 2006); dentro de los cuales, la mayoría corresponden a exploraciones en vegetación viva o combustible muerto (Rodríguez, 2001; Espinoza *et al.*, 2008; Escutia *et al.*, 2009; Alanis *et al.*, 2010). Esto pudiera relacionarse a la complejidad de los ecosistemas presentes en el país; a la todavía insuficiente información sobre el comportamiento del fuego como factor físico y, a las alteraciones periódicas que tienen los ecosistemas por presión humana o natural.

De acuerdo a lo anterior, en este documento, se detallan conceptos y técnicas de partida para realizar una evaluación de los efectos de los incendios forestales en distintos ecosistemas mexicanos. Se da especial énfasis a los combustibles, a la vegetación y algunas consideraciones en el suelo, fauna y agua, identificando elementos importantes para su monitoreo e interpretación.



Esta publicación pretende ofrecer las herramientas necesarias para determinar los efectos de los incendios forestales a mediano plazo (3 años aproximadamente), en un tiempo relativamente corto, y sin que represente altos costos de operación. Para ello, es necesaria la implementación operativa de estas técnicas por todas aquellas personas que, de una u otra forma, estén relacionadas con la evaluación de los impactos de los incendios forestales. Su estructura se ha definido de tal forma que: a) Mantenga una secuencia lógica, b) Se adquieran los conceptos de las variables y técnicas en su medición, c) Se realice adecuadamente la toma de muestras, d) Se registre correctamente la información en formatos de campo y e) Se proporcionen elementos clave para el monitoreo e interpretación de las variables estudiadas. El contenido de esta publicación, es una versión revisada y aumentada de publicaciones antes editadas por este Instituto.

## **2. ECOLOGÍA Y MANEJO DEL FUEGO**

---

### **2.1. El fuego como factor ecológico**

Hoy en día se sabe que los incendios, constituyen un factor que ha definido la estructura y composición de varias comunidades arboladas a lo largo del mundo (Pardos, 2010 y CONANP, 2011): cada año miles de hectáreas de bosques, sabanas, pastizales, matorrales, humedales, tundras, desiertos y campos agrícolas en varios países son impactados por el fuego. Cabe recordar que, en muchos casos estos eventos producen pérdidas de recursos naturales de

gran valor ecológico y económico con una recuperación difícil y en ocasiones, imposible (CONAFOR, 2011)<sup>3</sup>.

Así entonces, el papel ecológico específico que desempeñan los incendios en los ecosistemas forestales (en muchos casos de perturbación, aunque en otros como factor integrado en el proceso evolutivo del ecosistema), les confiere un tratamiento independiente. En cualquier caso, cabe subrayar que los incendios forestales, junto con las plagas y los aprovechamientos de madera pueden desempeñar un papel significativo en la modificación del funcionamiento de un ecosistema; de ahí que se planteen estudios en que se comparan sus respuestas (Pardos, 2010).

La importancia, y el entendimiento del fuego en los ecosistemas no es fácil. Si bien la sociedad ha sido educada para asociarlo en muchas ocasiones a destrucción y daño, lo cierto es que el fuego y los ecosistemas han establecido relaciones, donde incluso, algunos ecosistemas han desarrollado adaptaciones para beneficiarse de sus efectos, como la reducción de competencia por malezas, el saneamiento y/o control de enfermedades entre las plantas, la liberación e incorporación de nutrientes y en algunos casos, la germinación de algunas semillas (CONAFOR, 2010).

---

<sup>3</sup> En el año 2011 se registraron 12,113 incendios forestales con una superficie afectada de más de 956 mil ha. Tan solo en Coahuila, entidad con mayor superficie afectada, se invirtieron más de 300 millones de pesos. Esto claro, sin contar el costo ecológico que tendrá efectos posteriores (Magaña, 2011).

Lo anterior, queda complementado en las siguientes influencias del fuego en los ecosistemas y los paisajes en el mundo:

- Procesos geomórficos e hidrológicos en laderas y canales;
- Propiedades físicas y químicas del suelo;
- Pérdida de nutrientes;
- Acumulación de biomasa;
- Adaptaciones genéticas en plantas;
- Composición vegetal y diversidad, mortalidad, regeneración, crecimiento y sucesión;
- Hábitat de la vida silvestre y dinámicas poblacionales; y,
- Presencia y abundancia de insectos, parásitos y hongos en las zonas forestales.

(Barnes *et al.*, 1980).

Un componente imprescindible en la ecología del fenómeno, es el comportamiento del fuego; el cual comprende la evaluación de parámetros como las características de la llama (altura, longitud), intensidad, velocidad de propagación, entre otros. De esta manera, su caracterización es necesaria para su manejo y control (Kunst *et al.*, 2012).

Tomando en cuenta los efectos anteriores, se plantea el concepto de *régimen de fuego* y que se describe en el apartado a continuación.

## 2.2. Régimen del fuego

El *régimen de fuego* queda definido como el tipo de fuego y sus efectos inmediatos más destacables que caracterizan a un área en específico. Está típicamente caracterizado por las siguientes características: tipo, frecuencia, intensidad, severidad, tamaño y temporada de quema. Sin embargo, los tres factores: tipo, frecuencia e intensidad, son los más importantes (Barnes *et al.*, 1980).

El *tipo* refiere al nivel de lo que queman, como: suelo, superficie o fuegos de copa. La *frecuencia* indica la recurrencia de un fuego en un área determinada a lo largo del tiempo. Aquí es importante tener en cuenta el concepto de “intervalo de retorno”; que es el promedio de años entre fuegos sucesivos (Barnes *et al.*, 1980). Y, la *intensidad*, que es producto de la longitud de llama o la cantidad de energía generada de éste parámetro (mientras que la *severidad* refiere al efecto del incendio sobre el suelo o la vegetación; en el banco de semillas, mortalidad) (Barnes *et al.*, 1980).

Se han descrito muchos modelos de regímenes, según las características propias de las regiones<sup>4</sup>. En este documento, se muestra una ampliamente utilizada (por los ecosistemas afectados) y que, en la diversidad del territorio nos ha convenido aplicar. Así, los ecosistemas se han clasificado en 3 categorías:

---

<sup>4</sup> Por ejemplo, un autor en la década de los 80, muestra una clasificación para los bosques templados de América; en los que se reconocen tres tipos: 1. Los incendios “no letales”, 2. Los incendios “de reemplazo de rodal” y 3. Los incendios “variables o mixtos” (Barnes *et al.*, 1980).

ecosistemas sensibles, dependientes o independientes del fuego, y sus características se presentan en el cuadro 1 (CONAFOR, 2010).

**Cuadro 1.** Tipos de ecosistemas en México según el régimen de fuego: sensibles, dependientes e independientes.

	<b>Ecosistema</b>	<b>Características</b>
Ecosistemas sensibles	Selva alta y mediana perennifolia y subperennifolia, bosque tropical caducifolio (selva baja caducifolia), manglar, bosque de oyamel y posiblemente varios bosques de encino <sup>b</sup> .	Típicamente, estas áreas son frescas o húmedas y poseen una vegetación y una estructura del ecosistema que inhibe el inicio o la propagación del fuego. De esta manera, incendios eventuales que se presentan cada varios siglos cuando hay sequía extrema resultan ser catastróficos <sup>a</sup> (consecuencia de cambio climático, p. ej). Para la recuperación de la vegetación original, ha de transcurrir la sucesión <sup>b</sup> .

**Cuadro 1.** Tipos de ecosistemas en México según el régimen de fuego: sensibles, dependientes e independientes (*cont.*).

	<b>Ecosistema</b>	<b>Características</b>
Ecosistemas Dependientes	Abundan en México. En la región central y noroeste hay matorrales mantenidos por incendios relativamente poco frecuentes (con períodos entre 30 y 100 años). Incluyen géneros como <i>Arctostaphylos</i> , <i>Ceanothus</i> , <i>Pinus</i> , <i>Quercus</i> y <i>Garrya</i> , entre muchos otros. En el particular caso de los encinos arbustivos en México central, destacan <i>Q. frutex</i> , <i>Q. microphylla</i> , y <i>Q. repanda</i> <sup>b</sup> .	Los bosques de taiga en Siberia, las sabanas del Cerrado en Brasil y los bosques de eucaliptus de Australia, han evolucionado con incendios que ocurren en el marco prescrito por el clima anual y estacional <sup>a</sup> . Las especies señaladas se regeneran bien sobre sitios quemados, donde el fuego ha removido la barrera de zacate y materia orgánica acumulada para que la semilla pueda hacer contacto con el suelo mineral.
Ecosistemas Independientes	En este grupo quedan incluidos los ecosistemas de desiertos y la tundra <sup>b</sup> .	No hay incendios en gran parte debido a la falta de vegetación o de fuentes de encendido, tal como sucede en el Desierto de Namibia, en África, o en los ecosistemas de tundra de la costa Antártica <sup>a</sup> . En México, corresponde a los desiertos y otras regiones sin continuidad de vegetación.

Fuente: The Nature Conservancy [TNC] 2004<sup>a</sup> y CONAFOR, 2010<sup>b</sup>.

A partir de la clasificación anterior, expertos han deducido que el 46% del área mundiales dependiente del fuego o influidos por éste, el 36% es sensible y el 18% se muestra independiente a este (The Nature Conservancy [TNC], 2004). En este mismo contexto, se estima que para México, el 40% de la superficie con vegetación corresponde a ecosistemas mantenidos por el fuego (pinares, zacatonales, diversos matorrales, varios encinares, palmares, popales, tulares y sabanas), 50% a ecosistemas susceptibles o influenciados (todo tipo de selvas, bosque mesófilo de montaña, oyametales, manglares, varios matorrales y varios bosques de galería) y 10% a independientes (vegetación de las zonas más áridas) (Espinoza *et. al.*, 2008).

### **2.3. Clasificación de los efectos del fuego**

Los efectos del fuego sobre los ecosistemas se clasifican en lo que algunos autores han manejado como efectos de: a) Primer orden, 2) Segundo orden y 3) Tercer orden. Esta clasificación en ocasiones, por simplicidad, se ha asociado al *tiempo en que transcurre cada orden* (Reinhardt, 2003), sin embargo, más que establecer períodos estrictos, es necesario considerar ciertas transformaciones en el ecosistema.

De esta forma, los *efectos de primer orden* son aquellos que tienen que ver con las consecuencias directas e inmediatas de un incendio; de los efectos químicos producidos por el calor, como la mortalidad del arbolado, el consumo de combustibles, la producción de humo, calentamiento del suelo entre otros. Son los efectos de primer orden los que se aprovechan en el manejo del fuego, teniendo por



ejemplo la aplicación de una quema prescrita, que puede ser utilizada para: a) la eliminación de especies vegetales indeseables, b) la reducción de combustibles y/o c) el consumo de materia orgánica (Reinhardt, 2003; NWCG, 2001). (Figura 1).

Estos efectos son base fundamental para entender los efectos secundarios, como la regeneración de arbolado, la sucesión vegetal o cambios en la productividad del sitio, y que interesan en principal medida a todo experto y usuario en manejo (efectos de *segundo orden*). Sin embargo, hay que tener en cuenta que estos segundos también son influidos por variables como: clima, insectos, enfermedades, efectos de fauna, etc (Reinhardt, 2003).

Los cambios de *tercer orden*, son aquellos que ocurren después de los anteriores, y que tienen que ver con efectos que son producto de una serie más evolucionada de procesos (Reinhardt, 2003).



**Figura 1. Aplicación de una quema prescrita.**

## **2.4. Manejo integral del fuego**

El reconocimiento del papel del fuego en la dinámica natural o histórica de muchos ecosistemas forestales del mundo, ha llevado a plantear la necesidad de transitar del enfoque predominante de supresión de incendios a la adopción de estrategias de manejo del fuego basadas en principios y criterios ecológicos (Jardel, 2010).

El manejo del fuego es un componente del manejo de ecosistemas, y puede definirse como un proceso de intervenciones tanto técnicas como institucionales y comunicativas, que están dirigidas a lograr objetivos de conservación, aprovechamiento sustentable o restauración, mediante: (a) el mantenimiento y/o restauración de los regímenes de incendios dentro de su rango de variación natural o histórica, (b) la utilización del fuego como herramienta para manejar la estructura y composición de la vegetación y combustibles en la silvicultura, el manejo de hábitat, el manejo de agostaderos o la agricultura y (c) la prevención o mitigación de los impactos ambientales negativos de los incendios forestales (Jardel, 2010).

De acuerdo a lo anterior, la necesidad de proteger vidas, recursos y propiedades contra los efectos adversos del fuego, debe estar en equilibrio con la necesidad de un uso apropiado del fuego según los requerimientos del ecosistema (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2007; Jardel, 2010).

En un país como el nuestro, de gran heterogeneidad ambiental, de alta diversidad biológica y complejidad ecológica y social el reto es importante. Por lo tanto,

es indispensable considerar que cualquier programa dirigido al manejo del fuego, incluyendo en esto aspectos de prevención y protección, educación ambiental, restauración de áreas quemadas y capacitación y entrenamiento, debería tomar en cuenta principios y criterios ecológicos; además de tener bases sobre análisis de las condiciones sociales y ambientales particulares de los lugares donde se aplicará (Jardel, 2010).

Con base a lo anterior, el entendimiento de los efectos del fuego sobre los ecosistemas, es primordial en la formulación y aplicación de políticas, planes y programas en manejo del fuego y por lo tanto, de la conservación del patrimonio natural del país.

### **3. SITIOS PARA LA EVALUACIÓN Y MONITOREO DE LOS EFECTOS DEL FUEGO**

---

#### **3.1. ¿Por qué monitorear?**

Como se ha explicado en el apartado anterior, los distintos efectos que puede sufrir un ecosistema en respuesta al fuego, pueden manifestarse, ya sea inmediatamente después del incendio, después de días, semanas e incluso varios años.

Todo esto, dependerá de distintos factores, incluyendo las condiciones del ecosistema (salud, presiones externas, etc), las características del ecosistema (composición y estructura de la vegetación, fauna, características físicas y ambientales entre otras), de la relación que tiene ese

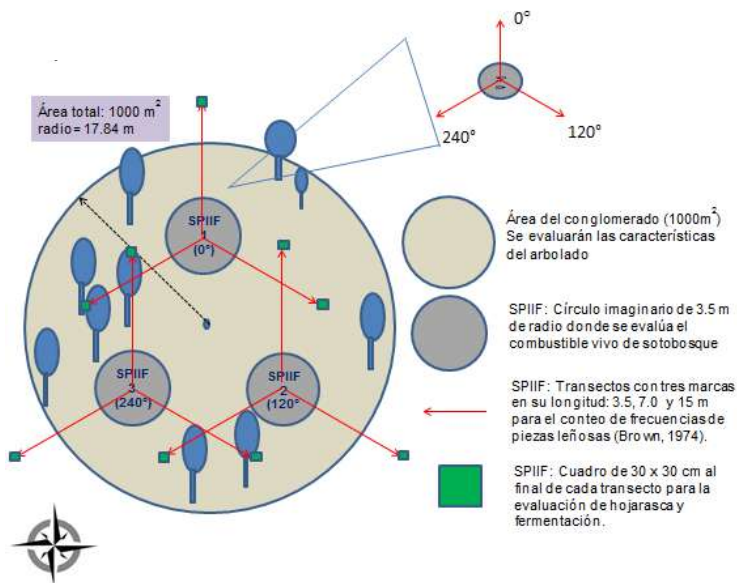
ecosistema con el fuego (independiente, sensible, dependiente) y, por supuesto, de las características del incendio que lo haya impactado en comparación a los factores a los cuales está adaptado ese ecosistema (Clark y Miller, 2001).

Para tener la posibilidad de observar y evaluar los distintos cambios que sufren los componentes, es necesario realizar un seguimiento, una evaluación periódica de las condiciones y así, comenzar a determinar los procesos de respuesta en los componentes de interés.

Es muy importante tomar en cuenta el tiempo en que se evalúan estas condiciones a lo largo de un año; deben ser representativas, es decir, que se realice tanto en temporada seca como en temporada de lluvia, de pérdida de follaje y de regeneración. Esto, será de gran utilidad, sobre todo en la evaluación de combustibles forestales y que es el componente que determina el inicio, propagación y/o intensidad de un incendio; sucedido o que esté por ocurrir.

### **3.2. Diseño de muestreo**

El diseño de muestreo aquí revisado se maneja en lo que se denomina un *conglomerado*. Este, representa la agrupación de tres sitios dentro de un círculo de 1000 m<sup>2</sup>. Cada uno de estos sitios se denomina Sitio Permanente de Investigación sobre Incendios Forestales (SPIIF). Así entonces, cada conglomerado cuenta con tres SPIIF's (Figura 2). El propósito de este diseño es tener una estimación confiable de la media y varianza, de los parámetros evaluados.



**Figura 2. Diseño de muestreo de los conglomerados donde se agrupan los tres SPIIF's.**

En la totalidad del círculo de 1000 m<sup>2</sup> (radio de 17.84 m), se evaluará el arbolado, midiendo entre otras, variables como: diámetro de copa, altura total y de fuste limpio, diámetro a la altura de pecho (DAP) y su condición, refiriéndose a si está vivo o muerto, etc. Como se observa en la Figura 2, dentro de este círculo se encuentran tres círculos más pequeños (sitios), donde se evalúan los combustibles vivos (hierbas, arbustos y regeneración). El centro de estos círculos se colocará a 9 metros del centro del conglomerado con su respectiva posición (N, 120° y 240°). Además, dentro de estos 3 sitios se observan tres líneas de muestreo o transectos de 15 m cada uno, los cuales están orientados al N franco, a 120° y a 240° respectivamente.

Estos transectos están representados por cuerdas que para propósito de las distintas mediciones, deben estar marcadas a los 3.5 m, 7 m y 15 m. Las mediciones contemplan lo siguiente:

**a) Tres transectos de intersecciones planares.**

En estos transectos lineales se medirá el combustible grueso o material leñoso caído. De esta manera, los combustibles de 1 y 10 horas<sup>5</sup> se miden en una distancia desde 0 a la marca de 3.5 m (sobre cada cuerda), los de 100 horas, desde 0 a 7 m (sobre cada cuerda) y los de 1000 horas, desde el centro hasta los 15 m que marque la cuerda.

**b) Un círculo de 3.5 m. de radio.** Este círculo, concéntrico, se utilizará para la medición de combustible vivo, arbustos, hierbas, pastos y regeneración;

**c) Tres cuadros de 30 x 30 cm.** Se trata de cuadrantes en los que se evaluará la profundidad y porcentaje de mantillo orgánico, se encuentran distribuidos al final de cada transecto de intersecciones planares.

Siguiendo el diseño mostrado, se instalan las cuerdas orientadas en sus respectivas posiciones (N Franco, 120° y 240°) (Figura 3), deben estar lo más tensas posible. Se debe tener cuidado en alterar al mínimo la vegetación y el material combustible que intercepten. En el caso de que la vegetación sea muy

---

<sup>5</sup> **1 hora:** Combustibles de hasta 0.5 cm de diámetro;

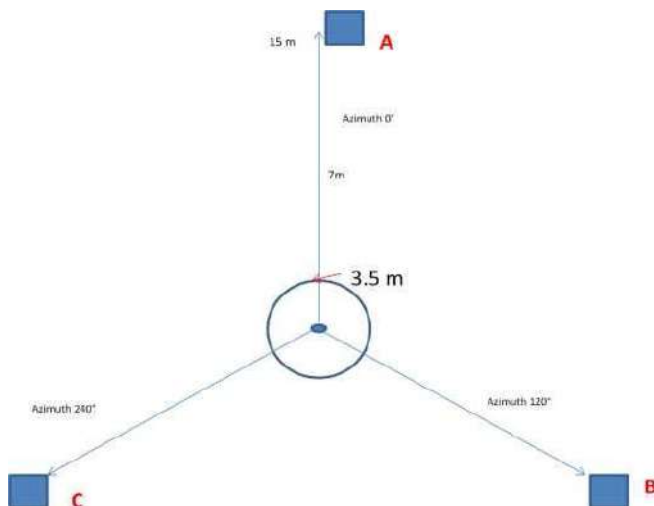
**10 horas:** Son aquellos de entre 0.6 y 2.5 cm de diámetro;

**100 horas:** Combustibles de entre 2.51 y 7.5 cm de diámetro;

**1000 horas:** rebasan los 7.5 cm de diámetro. Estos suelen clasificarse en firmes y podridos.

**\*\*Para más detalle, consultar apartado 3.8. Componente combustibles muertos.**

densa, la cuerda pasará por encima de esta. Al fijar cada una de estas cuerdas, se debe anotar el porcentaje de pendiente.



**Figura 3. Esquema con el diseño del sitio de muestreo de combustibles forestales, mostrando la longitud y orientación de los transectos en cada sitio.**

Para los combustibles vivos, se realizan registros de parámetros como altura y diámetros dentro de los sitios SPIIF's (círculo de 3.5 m de diámetro). Además, se incluye la colecta de individuos fuera del SPIIF con el propósito de estimar la carga de biomasa de estos grupos en el sitio. Esto, utilizando ecuaciones alométricas. Los detalles de este procedimiento se presentan en el folleto: *Ecuaciones alométricas para estimar el peso seco de combustibles forestales vivos*<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Gómez M. L.P.; Villanueva U. A. y Flores G. J. 2013. Ecuaciones alométricas para estimar peso seco de combustibles forestales vivos en Tlaxcala y Jalisco . Folleto Técnico Núm. 2. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, México. xp

Asimismo, dentro del área de 1000m<sup>2</sup>, se estará verificando la evidencia directa o indirecta de fauna, incluyendo mamíferos, aves, reptiles o insectos; ya que se ha comprobado que la migración y/o propagación de ciertos grupos de animales (caso muy estudiado el de los mamíferos y algunos insectos) está fuertemente vinculada a los efectos del fuego (Gómez en Flores, 2009).

También se evaluarán efectos del fuego en el suelo, tomando muestras dentro del conglomerado y de otros puntos adyacentes, con el fin de observar los efectos del fuego sobre el mismo, que van desde fenómenos físicos como la erosión o la hidrofobia a químicos, como la disminución de la acidez.

A la evaluación de los efectos, también pueden realizarse pruebas en el agua, lo más recomendable en este sentido es que, se trate de un cuerpo léntico (sin movimiento).

En específico, sobre los análisis de suelo, aire y de agua, más que en los otros componentes, es necesario contar con datos de control. Es decir, los datos de los parámetros antes y después del incendio sobre estos componentes. Ya que, originalmente pueden tener composiciones o características que se manifiestan con o sin fuego. Una alternativa es tomar muestras control en sitios con características similares y que no hayan sido afectados por el fuego. Otra opción, consiste en la aplicación de una quema prescrita; de manera que antes y después de la quema se miden las características del suelo (infiltración, materia orgánica, cationes, organismos, etc.), los parámetros de calidad del agua (carbono orgánico disuelto, metales, iones, etc.) o en el aire (CO<sub>2</sub>, CO,



partículas, metales, etc.) deseados. Esto, con el fin de poder comparar y analizar los cambios efectuados por la combustión.

### **3.3. Equipo y materiales**

Para el muestreo, a continuación se presenta una lista de materiales y equipo suficiente para evaluar los componentes en los que se basa este documento (Figura 4). Son de fácil adquisición y comúnmente de bajo costo. De requerir mayor detalle sobre sus características, se explicarán en los apartados de la metodología respectiva. En general, el equipo y material se divide en grupos según la función y son:

#### ***a) Para la ubicación del sitio***

Brújula, tabla para formatos, formatos de campo, unidad de navegación (GPS), lápices, carta topográfica del sitio y clinómetro.

#### ***b) Para el trazado del sitio***

Cinta métrica de 30 m de longitud, flexómetro de 5 ó 10 m. de longitud, 3 cuerdas de 15 m., marcadas a 3.5 m., 7 m y 15 m, y, estaca principal y tres complementarias para fijación y tensión de cuerdas.



### **e) Evaluación de suelo y fauna**

Agua suficiente para prueba de efecto hidrofóbico en evaluación de suelo, Bolsas de polietileno (1 muestra de suelo por conglomerado, para 1 kg de material). *Recomendable*: Guías de identificación de fauna silvestre u otro elemento que permita esta identificación

### **f) Otros**

Vehículo 4 X 4, Casa de campaña, Mochila de campo, Cámara fotográfica con tripié, Equipo de primeros auxilios, Señalizador (vara con señal). Y todo lo demás que considere necesario para su actividad.

## **3.4. El Concepto de Área de Respuesta Homogénea (A.R.H.)**

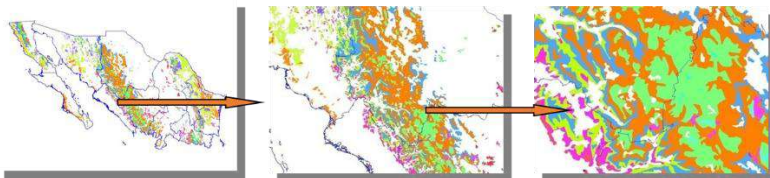
Durante la fase de planeación del estudio, se deberá considerar las condiciones del sitio, del detalle o enfoque de los resultados a obtenerse, así como de los recursos disponibles. Una fuente primaria y ampliamente recomendada de información actualizada, corresponde a las bases de datos del INFyS (Inventario Nacional Forestal y de suelos) de la CONAFOR. En estas bases, es posible contar con información “en bruto” de diversos parámetros para seleccionar el área más apropiada para estudiar, consistente en miles de puntos ubicados a lo largo del país. Estas bases pueden ser procesadas y filtradas con programas como Access. Algunas consideraciones sugeridas son:

- Año de ocurrencia del incendio.
- Tipo de incendio ocurrido: superficial, aéreo o subterráneo;

- Pendiente del terreno;
- Ecosistemas de estudio
- Condiciones de accesibilidad
- Tipo de propiedad (p.e. si es un área protegida).

Una vez que se hace un primer filtro con las áreas propuestas, se revalidan, ya sea con nuevos criterios o seleccionándolas al azar. Lo que se persigue es que se cumpla con la representatividad de la muestra de acuerdo a los criterios establecidos en el estudio. Para facilitar más este proceso, es importante considerar dividir el territorio de estudio en sub-áreas, o áreas de respuesta homogénea. Se describen a continuación.

Al trabajar en campo, estadísticamente sería casi imposible hacer esfuerzos de levantamiento en todos los sitios que permitan la representatividad de una muestra. En este sentido, se establece una estrategia cuyo principio se basa en que, las regiones pueden clasificarse y “homogenizarse” por parámetros como por ejemplo altitud o tipo de vegetación (Figura 5). Esto permite que, con base a sitios inventariados, se puedan hacer estimaciones de variables, en este caso, de las cargas de combustibles forestales en sitios no inventariados, partiendo de las características que ambos sitios comparten (Velasco *et al.*, 2012).



**Figura 5. Selección y ubicación de áreas de respuesta homogénea.**

### **3.5. Tamaño de la muestra**

Estadísticamente, el tamaño de la muestra debe estar en función del error de los datos, el cual se busca sea alrededor del 10% para todos los combustibles (Flores *et al.*, 2003).

Asimismo, debe considerarse el área a estudiar (tamaño y heterogeneidad) y de los criterios a considerarse para cumplir con los objetivos del trabajo. De igual manera, se sugiere el uso del concepto de A.R.H. que contribuya a esta decisión.

### **3.6. Ubicación del sitio**

Se registrará la información georreferenciada, de tal forma que se facilite la ubicación espacial del sitio, y permita regresar a este en ocasiones posteriores. Después que se ubica un sitio potencial en gabinete para el estudio, y acceder a éste por primera vez, se consulta y confirma con los distintos medios disponibles para llegar correctamente. Se identifican vías, la condición de las mismas y otras referencias, así como el tiempo en que posiblemente tome para llegar y programar el itinerario. Es muy importante, que en esta primera ocasión, se tome nota y referencias geográficas de puntos clave que faciliten el retorno al sitio y/o, la salida del lugar.

Durante la aproximación y llegada al sitio, se deberá también ir llenando el formato (incluido en 6. ANEXOS) con la información referente a los datos de control y ubicación del sitio. La información de datos de control a registrar es la siguiente:

1. Clave del sitio. Establecer una clave con la cual se identifique cada sitio a estudiar. Recordar que son 3 sitios por conglomerado (Figura 1). Por ejemplo:

BPRIM1\_2.

Lo que se traduce a conglomerado No. 1 del ANP Bosque La Primavera (BPRIM), sitio No. 2.

2. Estado. Anotar la entidad federativa donde se encuentra el sitio.
3. Municipio. Anotar el municipio correspondiente.
4. Predio. Anotar el predio correspondiente.
5. Tenencia. Anotar la clave o registrar directamente según sea (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Opciones del tipo de propiedad de las tierras.**

a) Ejidal	d) Propiedad particular
b) Comunal	e) Propiedad federal
c) Propiedad estatal	f) Otro

6. Exposición. Anotar la exposición dominante del terreno en formato Norte, Sur, etc. En caso de ser llano registrar como Zenital.

7. Pendiente. Anotar la inclinación del terreno en grados.
8. Asociación vegetal. Anotar el tipo de asociación vegetal presente en donde se realice el sitio de muestreo. Para el caso de bosques y selvas, se considera al género arbóreo dominante. P. ej. “bosque de pino-encino” (*Pinus-Quercus*, género *Pinus* dominante).
9. Fecha. Anotar la fecha en que se realiza el muestreo en formato dd/mm/aaaa.
10. Institución. Anotar el nombre de la institución responsable del muestreo.
11. Brigada/responsable. Anotar el nombre del responsable de la brigada que realiza el levantamiento.

Dentro de los datos de ubicación, para realizar el registro se puede hacer uso de las siguientes herramientas:

- El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) (Figura 6).
- Cartas topográficas.



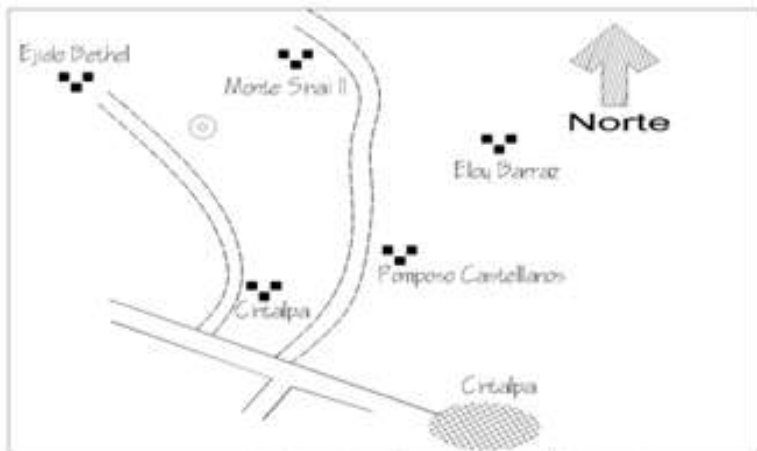
**Figura 6. Ubicando el SPIIF con ayuda de un GPS.**

12. Latitud/Longitud: se debe hacer en el formato de grados, minutos y segundos, tanto para longitud como para latitud (hasta décimas de segundo).
13. Altitud: Se anota la altitud del sitio en metros sobre nivel del mar (m.s.n.m).
14. Información complementaria: Aquí se anotarán otros datos que den mayor soporte para corroborar la ubicación del sitio.
15. Datum: es una superficie constante y conocida, utilizada para describir la localización de puntos sobre la Tierra, asociado a modelos geométricos. Los GPS manejan distintos modelos. Para este estudio se utiliza y recomienda el Datum WGS 84.
16. Error de precisión: Es la distancia en metros, de un posible desplazamiento en la ubicación



del punto real (tomado de la lectura del GPS). Este no deberá ser mayor a 15.

17. Croquis de ubicación: En este apartado se hará un bosquejo de los rasgos principales del paisaje y vías de acceso que describan con facilidad el traslado al sitio del levantamiento del conglomerado (Figura 7). Se parte de centros de población, cuerpos de agua, formaciones rocosas, obras de minería, intersecciones de carreteras principales, etc.



12. Descripción: *se toma la carretera a Pomposo Castellanos-Monte Sraal II*

13. Justificación: *El sitio se trova 100m. de su ubicación original ya que se encuentra almacenado cerca del camino.*

**Figura 7. Croquis de referencia de la ubicación de un sitio para la evaluación de efectos de incendios forestales.**

18. Descripción y justificación: se explicará en forma escrita, los datos relacionados con el traslado al centro del conglomerado, partiendo

de centros de población, o intersecciones de carreteras. Si el sitio se cambió de lugar al originalmente seleccionado, también se incluirá la razón aquí.

Los formatos de campo, serán útiles para el registro de la información de todos los componentes que se evaluarán (vegetación, combustible, fauna, etc.). Estos formatos, se muestran en su totalidad en 6. ANEXOS.

### 3.7. Material Fotográfico

La documentación fotográfica permite contar con elementos que no fueron suficientemente percibidos o incorporados a los registros en campo, además de que incrementan el respaldo y la calidad del estudio.

El objetivo de esta sección es describir el tipo de fotografías que se requieren, así como la forma en que deben etiquetarse y organizarse. Cabe aclarar que, al igual que todas las técnicas aquí mostradas, no son limitativas, y pueden agregarse elementos de medición, según los enfoques que se requieran en cada estudio en particular.

Llegando al sitio de muestreo, y antes de establecer los transectos se toma una **fotografía panorámica** (Figura 8) de Norte a sur, sobre la línea del límite del conglomerado (17.84m) para incluir las condiciones del terreno y los principales rasgos del paisaje en el lugar, al fondo de la imagen.

Para documentar la estructura y densidad de la vegetación, y como complemento a la información obtenida en el inventario de combustibles, se

realizará un proceso para generar “pares” con imágenes que pueden ser visualizadas como 3D<sup>7</sup>. Esto, se obtendrá mediante la toma de dos **fotografías estereoscópicas** por conglomerado. El principio para obtener esta ilusión es el mismo que se usa para las fotografías aéreas. Es decir, se visualiza el mismo sitio desde dos puntos separados por cierta distancia, resultando en una percepción de profundidad. Para este caso, permite apreciar mejor la densidad, la altura, algunas características de fuste y ramas. Para referencia de posición de la cámara en estas fotografías, es necesario partir de la marca de donde se tomó la panorámica. El detalle a continuación.



**Figura 8. Fotografía panorámica del conglomerado de muestreo.**

---

<sup>7</sup> El uso de fotografías 3D, es un proceso muy utilizado en la determinación de Modelos de Combustible (MC). Un MC es un conjunto de características de la cama de combustibles que tienen una enorme variedad de aplicaciones en el modelaje del fuego (Anderson, 1982).

Los elementos para registrar la clave de esta fotografía son los siguientes:

DESCRIPCIÓN	ETIQUETA
Identificación del conglomerado al que pertenece el sitio evaluado.	C1
Tipo de fotografía. En este caso corresponde a Panorámica	PAN
Numero secuencial de la fotografía	1

Con lo anterior, se tiene la siguiente Clave para la Fotografía panorámica:

**C1\_PAN (1)**

Para la toma de las dos fotos estereoscópicas, se maneja un señalador de escala a 10 m. Dicho señalador de escala está hecho con tubo PVC de 1 a 2 pulgadas de diámetro con una altura de 1.5 metros, dicho tubo deberá de tener una marca cada diez centímetros (alternando blanco y negro), además, deberá de tener sujeta en la parte superior una tabla de 40 x 40 cm de color blanco con un triángulo equilátero de 30 centímetros por lado. El grueso de la línea deberá de ser de al menos 3 centímetros de ancho de color negro. En la base del señalador se le sujetará una varilla de aproximadamente 10 a 15 cm, para poder clavarse al piso.

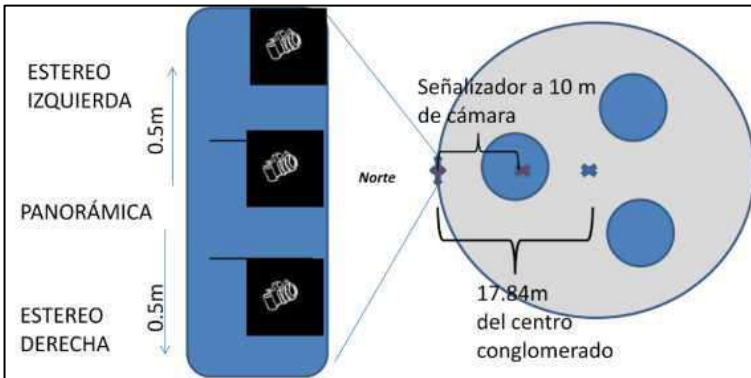
De esta manera, el proceso que se seguirá para la toma de estos pares estereoscópicos es el siguiente:

1. Instalar la cámara en los límites del conglomerado, o sea a 17.84 m (Figura 9) del centro del conglomerado en dirección N franco.

2. El señalizador se clavará a 10 m de la cámara, con su cara (esquema del cartoncillo) frente al Norte (es decir, hacia la cámara) (Figura 10).
3. Ubicando el señalizador en el centro del marco de la cámara, el fotógrafo tomará dos fotografías. La primera foto se tomará medio metro a la derecha de donde se tomó la panorámica. Para tomar la segunda fotografía el fotógrafo se desplazará medio metro hacia la izquierda de donde se tomó la panorámica. De esta forma se tendrán dos fotografías del mismo punto, pero a diferentes ángulos (Figura 9).
4. Para las claves de estas dos últimas fotos (figura 11) se tomará en cuenta el procedimiento que se ha venido manejando, solo modificando el tipo de fotografía (EST\_DER y EST\_IZQ), junto con sus números respectivos. Quedando de la siguiente forma:

**C1\_EST\_DER (2)**

**C1\_EST\_IZQ (3)**



**Figura 9. Distancia a la que debe tomarse el par de fotografías para formar la visión estereoscópica.**



**Figura 10. Señalizador para la toma de las fotografías.**

5. Ya instalados los sitios de muestreo, y antes de tomar las muestras de combustibles en los cuadros de 30 x 30 cm (detalles en apartado 3.8. *Componente combustibles*)

ubicados al extremo de cada transecto, es necesario tomar **fotografías digitales verticales** (Figura 12). La foto se efectuará usando una cámara digital colocada a una altura de 1.0 m. Deberá estar tomada de manera muy clara y perpendicular al punto.

6. Después de la toma de fotografía a nadir, en el mismo punto, se toma una **fotografía “a cielo”** (Figura 13).

Siguiendo los ejemplos anteriores, cada etiqueta deberá llevar la siguiente información:

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ETIQUETA</b>
Identificación del sitio: Por lo general llevará el número del sitio SPIIF.	C1
Refiere al sitio que se está evaluando	S1, S2 ó S3
Tipo de fotografía. En este caso corresponde a verticales	VER
Dirección del transecto en el que se tomó la fotografía	N, SE ó SW
Número secuencial de la fotografía	4,5 ó 6

De tal forma que las etiquetas serían las siguientes:

**C1S1\_VER\_N (4)**  
**C1S1\_VER\_SE (5)**  
**C1S1\_VER\_SW (6)**



**Figura 11. Par de fotografías estereoscópicas, con las que se puede observar tercera dimensión a través de un estereoscopio de bolsillo.**





**Figura 12. Toma de una fotografía a nadir de cada punto con un cuadro de 30 x 30 cm colocado donde se realizará el muestreo.**



**Figura 13. Fotografía tomada al cielo en el punto de recolección de la muestra de combustible.**

Para el caso de las fotografías tomadas a cielo, es el mismo procedimiento en el etiquetado de las fotos, nada más cambiaría en el tipo de fotografía, que sería (CIE), y el número secuencial. Quedando las siguientes etiquetas:

C1S1\_CIE\_N (7)  
C1S1\_CIE\_SE (8)  
C1S1\_CIE\_SW (9)

7. Ya que se han tomado las muestras de combustible correspondientes, esto es, el material del cuadro de 30 x 30 cm, será posible medir la profundidad de dos componentes: hojarasca y capa de fermentación, a esto, se le llama “**perfil**” (Figura 14). Es necesario tomarla lo más horizontalmente posible, de tal forma que se aprecie bien la profundidad de la capa de hojarasca y de fermentación. Para dimensionar el tamaño de las dos capas, debe incluirse una regla en el extremo izquierdo de la fotografía.



**Figura 14. Fotografía horizontal que corresponde al “perfil” de la capa de hojarasca.**

## **3.8. COMPONENTE COMBUSTIBLES MUERTOS**

### **3.8.1. Variables de medición y registro**

Una manera adecuada de iniciar el entendimiento de los efectos del fuego es la vegetación, identificando las características estructurales de un bosque natural. Esto es un aspecto muy importante para conocer su dinámica y especialmente para definir su estructura y composición, lo que permitirá diseñar un plan de manejo (Alvis, 2009). La vegetación, representa al combustible vivo, y este a su vez, da origen al combustible muerto. Ambos tipos de combustibles pueden evaluarse mediante inventarios en los cuales se considera la evaluación de una o más propiedades de los combustibles: carga (peso/superficie), humedad, continuidad, compactación, composición, etc. Una de las propiedades más evaluadas por su importancia en el peligro de incendios forestales es la carga de combustible, es decir, la cantidad (en peso) de combustible que se presenta en un área determinada. Una de las técnicas más utilizadas para este propósito es la metodología de intersecciones planares desarrollada por Brown (1974), con la que, a partir del conteo de frecuencias de piezas leñosas sobre un transecto ajustado, se trabaja con ecuaciones que estiman las cargas por cada tipo de combustibles: *1 hora, 10 horas, 100 horas y 1000 horas* (Cuadro 3).

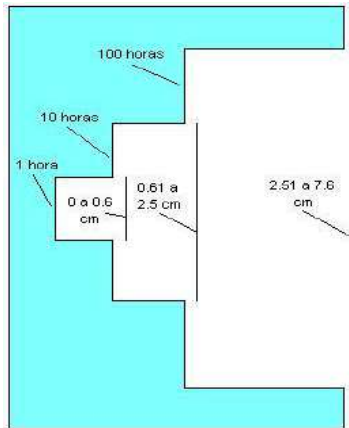
**Cuadro 3. Clasificación de los combustibles muertos, con base a su tiempo de retardo (Fosberg, 1970; Pyne et al., 1996).**

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
1 hora:	Combustibles de hasta 0.6 cm de diámetro;
10 horas:	Son aquellos de entre 0.6 y 2.5 cm de diámetro;
100 horas:	Combustibles de entre 2.51 y 7.5 cm de diámetro;
1000 horas:	Rebasan los 7.5 cm de diámetro. Estos suelen clasificarse en firmes y podridos.

Esta clasificación se basa en el *tiempo de retardo*, que es el tiempo que a un combustible le lleva equilibrar 2/3 partes de la diferencia entre su contenido de humedad con la del ambiente. Es decir, entre más grueso, más tiempo le llevará, y mayor tiempo de retardo tendrá (Brown, 1974; Villers, 2006). Complementando con otras ecuaciones, también se hacen estimaciones de la cama de combustible fino, es decir de hojarasca y fermentación.

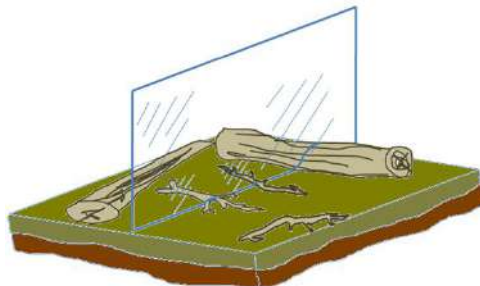
Los combustibles muertos se clasifican en gruesos o pesados y finos o ligeros. Los gruesos corresponden ramillas hasta troncos de árboles y arbustos que estén separados de su fuente original (Ruiz, 2004). Como ya se explicó, se agrupan en clases según su diámetro que es un indicador de tamaño influyente en el tiempo de retardo de los combustibles. Para facilitar el conteo de estas piezas, se utilizan calibradores, fabricados con plástico o cualquier otro

material resistente y ligero que elija el usuario (Figura 15).



**Figura 15. Calibrador, para evaluar los combustibles de acuerdo a su tiempo de retardo.**

Con base a los transectos en el diseño de sitio de muestreo (figura 2) en cada línea de intersección (transecto) los combustibles serán contabilizados en un plano vertical de 0 a 150 cm (figura 16) y en plano horizontal, siguiendo las marcas de 3.5 m y 7 m en cada cuerda de la manera en que se explica en el apartado 3.2. *Diseño de muestreo*. El registro de estos datos se realizará en los formatos correspondientes (6. ANEXOS).



**Figura 16. Plano vertical en el que se basa el concepto de intersecciones planares.**



**Figura 17. Contabilizando material combustible de 1 hora.**

Adicionando algunas consideraciones que hay que tomar en cuenta con esta metodología son: a) una pieza curva se cuenta dos veces; b) para los combustibles de 1000 hr se registra su diámetro, medido con flexómetro; c) las piezas contadas deberán atravesar el plano desde su parte central (figura 18).



**Figura 18. Consideraciones en el registro de combustible muerto.**

Luego, al extremo de cada uno de los tres transectos (figura 3), se coloca el cuadro de 30 x 30 y con el cual se registrarán datos del material muerto ligero (Hojarasca y fermentación).

Los pasos son los siguientes:

- 1) Se coloca el cuadro. Sin remover ni extraer material, se toma la fotografía a nadir (antes descrita) y, se registran (cuadro 3) los datos de

cobertura de los diferentes elementos: pastos, hojarasca, fermentación, suelo mineral y pastos. La suma de todos estos debe ser un 100% (figura 19).



**Figura 19. Porcentaje de cobertura: 97% hojarasca, 3% hierbas.**

2) Se retira el material y se almacena en dos bolsas, uno conteniendo hojarasca (HO) y otro, fermentación (FE). Se debe omitir todo aquél material que no esté incluido en este, como piedras, animales, etc. También se llevará otro material combustible vegetal como conos, cortezas y otros similares.

3) Las bolsas deberán ser correctamente etiquetadas (Conglomerado/sitio/transecto/HO o FE/ Fecha).

Lo anterior, se hará en la medida de lo posible, ya que de cualquier manera estas muestras se someterán a un proceso de limpieza exhaustiva en laboratorio para su preparación en la estimación del peso seco.



4) Finalmente, se tomará la fotografía horizontal, para apreciar la profundidad de las capas de hojarasca y fermentación (Figura 14).

**Cuadro 3. Sección de llenado en formato para combustibles muertos gruesos y finos**

TRANSECTO A									
A. Datos del transecto de intersecciones planares									
3. No. de Intersecciones < 7.5 cm.									
1 hr.			10 hr.			100 hr.			
4. Diámetro de intersecciones 1000 hr.									
Firmes					Podridos				
B. Datos del cuadro de 30 x 30 cm.									
5. Pendiente:									
Profundidad del mantillo orgánico	Capa hojarasca (cm):					Cobertura de capa de hojarasca (%):			
	Capa fermentación (cm)					Cobertura de capa de fermentación (%):			
Cobertura de capa de hierbas (%):		Cobertura de capa de pastos (%):				Cobertura de suelo mineral:			

### **3.8.2. Revisión de efectos y uso de la información**

Como se comentó anteriormente, caracterizar el comportamiento del fuego es un objetivo prioritario para lograr el manejo y control adecuado de un incendio. Entender este comportamiento implica conocer que para que un fuego inicie y se desarrolle, se involucran básicamente tres componentes: topografía, tiempo atmosférico y combustibles (Santiago *et al.*, 1999; Clark y Miller; 2001; Harrington, 2005). De estos, son los combustibles los que se pueden manejar, por lo que la caracterización de este, por ejemplo, mediante un inventario, es un punto de partida para lograr los objetivos de manejo.

Por ejemplo, si existen acumulaciones de combustible de 1000 horas (Figura 20), de presentarse un incendio, generará mayores intensidades.



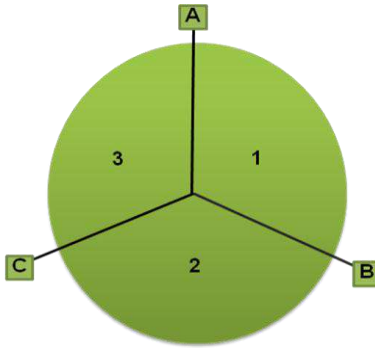
**Figura 20. Acumulación de combustibles muertos de 1000 h en proceso de descomposición.**

Evaluar el combustible muerto asimismo permite evaluar la tasa de acumulación de material en el sitio, lo que puede ser una herramienta para determinar la periodicidad del manejo de combustibles que requiere esa área. Otra ventaja de esta evaluación, es observar la protección del suelo (erosión), los procesos de adición de nutrientes al suelo y la influencia en las condiciones favorables para la regeneración de arbolado.

### **3.9. COMPONENTE VEGETACIÓN**

#### **3.9.1. Variables de medición y registro**

La evaluación del sotobosque corresponde a una evaluación de arbustos, hierbas, pastos y regeneración. Esto se realiza a través de un muestreo en un círculo de imaginario 3.5 m de diámetro, ubicado en el centro del sitio, con límites sobre la primera marca de los transectos. Este círculo se divide en tres tercios (Figura 21), y en cada uno se debe localizar por género al individuo representativo de mayor y menor tamaño: 1) regeneración; 2) arbustos; 3) pastos y 4) Hierbas. En el formato se registrará (cuadro 4) la altura y cobertura de copa, porcentaje de cobertura por forma biológica en cada uno de los tercios (Figura 22).



**Figura 21. Muestra los tres tercios del círculo de 3.5 m de diámetro.**

Debido a que el objetivo principal de esta evaluación es la determinación del peso seco de biomasa en sotobosque, es necesario realizar la extracción de individuos de diferentes especies para su posterior procesamiento en laboratorio y determinar su peso seco. Este peso será útil para la generación de ecuaciones alométricas. Los detalles de este procedimiento se muestran en el folleto: *Ecuaciones alométricas para estimar el peso seco de combustibles forestales vivos*<sup>8</sup>.

De acuerdo al formato del Cuadro 4, el llenado de los datos se realiza de la siguiente manera:

- **No.** Corresponde al número único de ejemplar.
- **Tercio.** Se indicará el tercio donde se encuentra el ejemplar

---

<sup>8</sup> Gómez M. L.P.; Villanueva U. A. y Flores G. J. 2013. Ecuaciones alométricas para estimar peso seco de combustibles forestales vivos en Tlaxcala y Jalisco .Núm. 2. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, México. xp



para no perturbar el sitio entre monitoreos ni extraer masivamente individuos, esto se realizará a los alrededores del conglomerado.

Dentro del sitio, solamente se ubicarán dos individuos de una misma especie: uno de gran talla y uno pequeño. Estos, se registrarán en las dos primeras filas (relleno oscuro). Estos no se extraerán.

Para la colecta, se ubicarán 8 o más individuos, evitando la mínima perturbación hábitat y lo que los recursos de trabajo permitan. Serán almacenados en bolsas plásticas con su clave (puede ser el número único) y llevados a laboratorio.

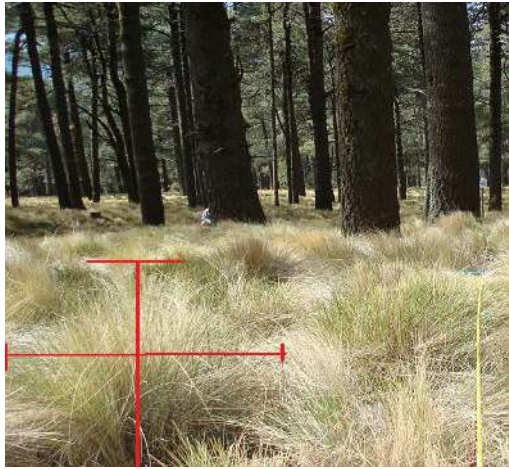
En el caso de no reconocer alguna especie en campo, se fijará dentro de una prensa botánica para su posterior identificación en gabinete con expertos<sup>9</sup>.

Los individuos de regeneración no se extraerán.

A continuación se muestran algunas imágenes sobre la forma de tomar estos datos (Figura 22, Figura 23 y Figura 24).

---

<sup>9</sup> A parte de fijarlas en prensa, las plantas pueden ser fotografiadas sobre un fondo blanco (Figura 25), de manera que aunque llegasen a perder partes importantes, puedan ser identificadas. La identificación debe ser un proceso sistemático, donde se puede utilizar publicaciones especializadas en identificación botánica (p. e. Flora Novogaliciana de R. McVaugh que contiene decenas de publicaciones sobre las distintas familias botánicas). Asimismo se sugiere el uso de portales de internet especializados. Cuando sea necesario, las colectas se llevaran con especialistas de la zona de instituciones reconocidas, como son centros de investigación o universidades.



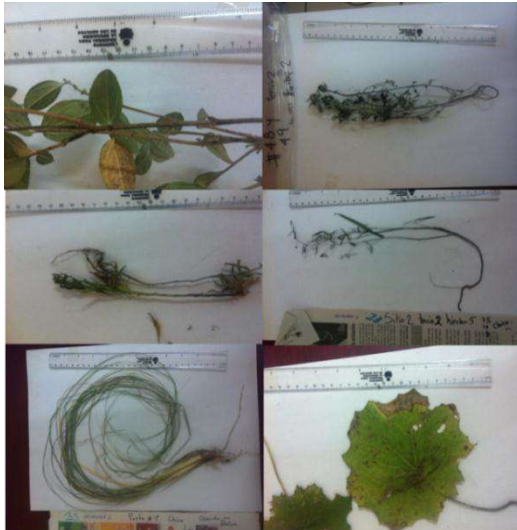
**Figura 22. Ejemplo de cómo debe medirse la altura y cobertura de los pastos en el sitio.**



**Figura 23. Toma de los datos de altura y cobertura de copa de arbustos.**



**Figura 24. Tomando medidas a un individuo de regeneración de encino.**

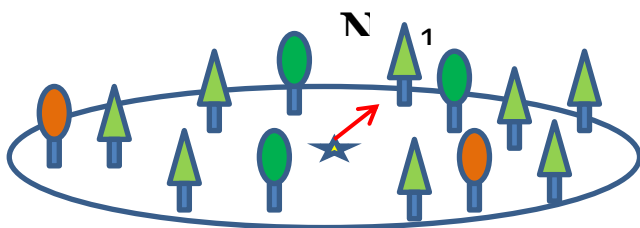


**Figura 25. Ejemplares de especies de combustibles vivos para identificación.**



Otra evaluación que debe realizarse es la del arbolado en el sitio.

El arbolado será evaluado dentro del círculo de 17.84 m de radio, que comprende el área de 1,000 m<sup>2</sup>. Se recomienda que se haga separando por secciones con ayuda de una cuerda marcada a los 17.84 m., e ir midiendo todos los árboles en el sentido de las manecillas del reloj, comenzando hacia el norte franco (Figura 26).



**Figura 26. Círculo de 1000 m<sup>2</sup>, donde se evaluará el arbolado adulto. El individuo señalado como "1" será el primero en tomarse medidas, y en ese sentido sucesivamente hasta cubrir los 13 individuos que aparecen.**

Se deberá registrar a todos los árboles, de los cuales se anotará el número de árbol (No.) que le corresponda, considerando que deberán llevar una secuencia consecutiva, la especie, el nombre común, condición, diámetro normal (a 1.30 m. de altura), diámetro de copa, altura total, altura de fuste limpio, vigor y el daño, entre otros que a continuación se explican. Estos datos serán registrados en el formato, que se observa en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Fragmento del formato de campo para inventario del arbolado en el círculo de los 1000 m<sup>2</sup>**

D. EVALUACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL CÍRCULO DE 1000M <sup>2</sup>																
No.	Especie	Nombre común	A.T.	A.F.L.	Edad	DN(cm)	DC(m)	CH.C.	P.Q.	P.R.	C.F.	A.L.	A.R.	Condición	Vigor	Daño
1																
2																
3																
4																
5																

**Especie.** De acuerdo al cuadro anterior se debe registrar el nombre científico de las especies que se encuentren dentro del área de muestreo. Además de registrar, si se tiene conocimiento, de que la especie está considerada bajo un estatus de protección de la NOM-059<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. (Diario Oficial de la Federación, 2010).

**Nombre común.** En este apartado se colocará el nombre común de la especie, lo cual nos permitirá que, en caso de no saber el nombre científico se pueda identificar en gabinete, la importancia de registrar esta información es que no todas las especies responden de la misma forma a los incendios forestales.

**Altura total (A.T.).** Aquí se registrará la altura total de los árboles desde la base de los árboles hasta la punta, esta deberá ser en metros y se realizará la medición con la ayuda de un altímetro o clinómetro, registrando los datos en metros o bien en grados y realizar la conversión a metros. Figura 27.

**Altura de fuste limpio (A.F.L).** Comprende desde la base de los árboles hasta donde está la primera rama de la copa y deberá ser registrada en metros y se hará con la ayuda de un clinómetro. Este dato es de utilidad al relacionarla con la continuidad vertical de los combustibles y la posibilidad de que un fuego se haga de copa.



**Figura 27. Medición de altura de arbolado.**

**Edad.** Esta variable será determinada con la ayuda de un taladro de Pressler, con el cual se toma una muestra de cilindro epidométrico a una altura de 1.30 m. El taladro de Pressler permite tomar una muestra denominada viruta, la cual se colocará en popotes para evitar que se fracturen o dañen durante el traslado (Figuras 28a y 28b).



**Figura 28. a) Uso del taladro de Pressler a una altura de 1.30 m, para sacar una muestra (viruta) (b), la cual permite determinar la edad del árbol.**

**Diámetro normal (D.N.).** Se medirá con la ayuda de una cinta diamétrica, a la altura de 1.30 m a partir del suelo (Diámetro a la altura del pecho, [D.A.P.]), (Figura 29), se registrará en centímetros.

**Diámetro de copa (D.C.).** Se medirá con la ayuda de una cinta métrica, para lo cual se debe estar debajo de los límites de la copa del árbol observando sus proyecciones (Figura 30). Se registrará en metros.









**Figura 29. Muestra cómo se debe medir el diámetro de altura de pecho (D.A.P.)**



**Figura 30. Muestra de donde a donde abarca el diámetro de copa**

**Chamuscado de copa (CH.C.).** En este apartado se anotará el porcentaje de copa chamuscada, de acuerdo la superficie de la copa afectada. Este porcentaje puede variar desde 0 a 100%, de acuerdo con la siguiente clasificación (Negrete, 2000):

					
No quemado	≈25	≈25 ≈50	≈50 ≈75	≈75 ≈99	≈99 ≈100
0	1	2	3	4	5

La Figura 31 muestra un ejemplo del chamuscado en el follaje resultante de un incendio de intensidad moderada.



**Figura 31. Chamuscado en follaje después de un incendio forestal (Puga, 2012).**

**Profundidad de quema (P.Q.).** Esta variable se refiere a los centímetros de grosor que se alcanzaron a quemar de la corteza de los árboles y será evaluada con la ayuda de un medidor de corteza o bien con la muestra que se extrajo para determinar la edad de los árboles (Figura 32), además de esta manera no se dañará a otros ejemplares extrayendo más muestras.



**Figura 32. Ejemplo de cómo se toma la muestra de la corteza para determinar la profundidad de quema.**

**Presencia de resinación.** En este caso también será evaluada en porcentajes y tamaño de la cara expuesta. Específicamente sobre el daño que los resineros le causa al árbol cuando extraen resina, dañando el cambium del árbol, afectando el movimiento de los nutrientes. Para esto se usa la tabla del Cuadro 6.

**Cuadro 6. Claves para la evaluación del impacto del proceso de resinación en el arbolado.**

N°	% de Resinación	Descripción
1	0	Es cuando no hay presencia de resina en el árbol.
2	1-14	Hay una pequeña presencia de resina, principalmente es por proceso natural de la misma especie.
3	15-25	Se le considera este rango aquellas especies que tienen aprovechamiento de resinación, pero la afectación no es severa.
4	26-50	Se le considera este porcentaje, cuando el aprovechamiento ya afecta a la mitad de lo que es el fuste o tronco del árbol.
5	51-75	En esta etapa es cuando la afectación del árbol, ha sido severa pero aún está vivo el árbol.
6	76-90	En esta etapa es cuando el aprovechamiento de resinación sobre paso y ha provocado la muerte de los árboles.

**Color del follaje.** En este apartado se colocará el color que la vegetación tenga en el momento del levantamiento de la muestra que puede ser desde café hasta verde limón cuando los árboles no son muy afectados (Figura 33).





**Figura 33. Ejemplo de la coloración que puede tener el arbolado quemado por un incendio forestal.**

**Altura estimada de llama (A.L).** Esta variable se evaluará en los fustes de los árboles, ya que cuando ocurre un incendio la corteza de los árboles se chamusca (quema), dejando un rastro de la altura de llama que alcanzó el incendio (Figura 34). Con la ayuda de un flexómetro se registrara la altura alcanzada por el fuego y será registrado en el formato.

**Afectación de raíces.** Esta variable será evaluada siempre y cuando las raíces se encuentren expuestas y se registrará, sí solo se quemó parte de la corteza o la afectación de la raíz fue mayor, anotar en porcentaje, siendo “0” sin daño y “100” calcinación total de la raíz.



**Figura 34. Medición de la altura estimada de llama con base al chamuscado (quemado) de la corteza de los árboles.**

**Condición.** La condición reflejará directamente si el arbolado está vivo o muerto, para el cual utilizará el (1) para los árboles que estén vivos y el (2) para los árboles que estén muertos.

**Vigor.** Se refiere tanto al tamaño del árbol como a la capacidad intrínseca de las ramas principales y de las ramas para crecer en longitud y en grosor. La codificación del arbolado estará dada por un número y una letra, el número califica la condición y la letra el grado de vigor (Cuadro 7).

### **Cuadro 7. Clasificación del vigor de los árboles.**

<b>Clave</b>	<b>Descripción</b>
<b>A</b>	Vigor óptimo
<b>B</b>	Vigor bueno
<b>C</b>	Vigor pobre
<b>D</b>	Vigor muy pobre

**Daño.** Se anotará el número de la clave del daño principal en los árboles vivos o la causa de su muerte en los sujetos muertos, de acuerdo con la clasificación del Cuadro 8, se podrá determinar la afectación real.

### **Cuadro 8. Descriptivo de la clave y causa del apartado de daño.**

<b>Clave</b>	<b>Daño</b>
1	Ausencia de daño
2	Daño humano directo
3	Plantas parásitas
4	Incendios
5	Insectos
6	Viento
7	Enfermo
8	Roedores
9	Pastoreo
10	Aprovechamientos
11	Rayos
12	Otros

### 3.9.2. Revisión de efectos y uso de la información

Los efectos del fuego en la vegetación son variables, estarán relacionados con el ecosistema, la estructura de la vegetación, la condición de salud entre otras. En el arbolado por ejemplo, afecta los procesos fisiológicos de los árboles, reduce su vigor, crecimiento, y les puede provocar la muerte. Además, debe tenerse en cuenta que los impactos de un incendio no sólo ocurren al momento en que se presenta, también se compromete la supervivencia y el vigor del arbolado a mediano plazo. Sin embargo, cabe recordar que es un factor ecológico que también produce efectos positivos, en que podrían incluirse la escarificación de semillas con latencia física, control de enfermedades y plagas, regeneración de áreas quemadas y en determinados casos, aumento de altura y diámetro (Rodríguez T. en Flores 2009).

Así entonces, monitorear los efectos de la vegetación puede proveer de mucha información clave sobre el estado del sitio, no solo por los efectos del incendio, sino a otros agentes de disturbio y/o de propia evolución (sucesión) del ecosistema. La densidad y el estado fenológico de estos organismos es un muy buen recurso de observación.

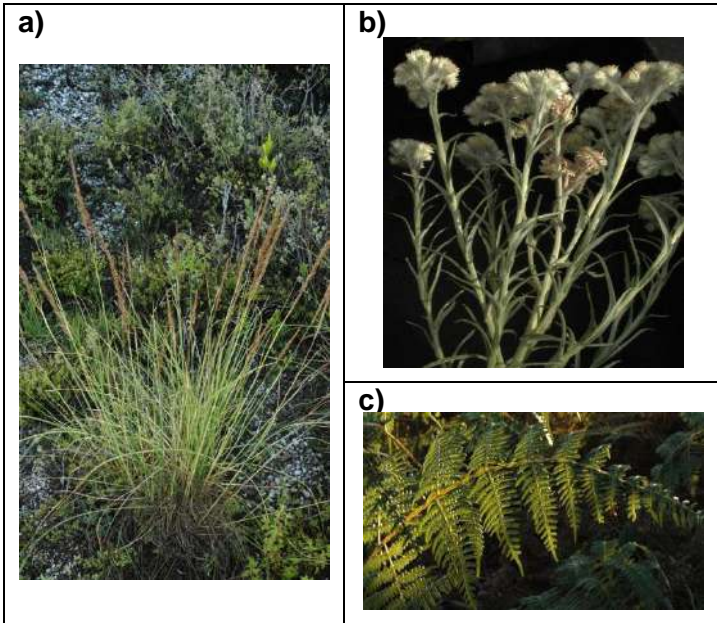
En el caso particular del sotobosque, existen elementos que pueden relacionarse con disturbio por el fuego. Por ejemplo, el pasto del género *Muhlenbergia*, la hierba *Gnaphalium* y el helecho *Pteridium* (Figura 35.a, 35. b y 35.c) De ahí la importancia que tiene la identificación de los individuos encontrados, ya que muchos de ellos se

han reconocido como indicadores de distintos agentes.

Estudios han demostrado que especies como *M. glabrata* crece en lugares con suelos muy delgados y sobrepastoreados se ve favorecido en zonas forestales donde hay incendios muy frecuentes (CONABIO, s.f.).

Por otro lado, la hierba *Gnaphalium*, se reconoce como un género de plantas colonizadores de terrenos degradados, incluyendo los procesos post-incendio (Puelles y Villaseñor, 2008; USDA Forest Service, 1995).

La presencia de individuos como *Pteridium var. Feii* indica la colonización de uno de los individuos invasores más exitosos del planeta, los cuales, han sido relacionados a vegetación de disturbio post-fuego en diversos estudios (Velázquez, 2001). Esta especie, negativamente, retrasa la sucesión de los bosques. Las evidencias disponibles parecen indicar consistentemente que el establecimiento de *Pteridium*, partiendo de esporas, es un evento muy raro en situaciones naturales, pero en una gran variedad de hábitats intervenidos por los humanos, especialmente aquellos creados por la remoción y quema de la cobertura vegetal, la colonización vía esporas puede ser rápida y efectiva. Se sospecha que incluso la presencia de fuego podría ser un requerimiento para la germinación de las esporas. Una vez removida la competencia natural, estas plantas pueden completar su ciclo de vida exitosamente. Bajo esas condiciones cada espora que germine podría producir una invasión rápida en dos años (Ramírez *et. al.* 2007).



**Figura 35. Especies del sotobosque indicadoras de disturbio y/o incendio. A) *Muhlenbergia*, B) *Gnaphalium* y C) *Pteridium* (Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad CONABIO. S.f. Sitio de las Malezas de México. CONABIO-Colegio de Posgraduados y SEMARNAT)**

### **3.10. COMPONENTE FAUNA**

#### **3.10.1. Variables de medición y registro**

Una vez ubicado el centro y habiendo anotado todos los datos de control del SPIIF se realizará el muestreo de fauna silvestre, para no maltratar o borrar algunos de los rastros que dejan los animales en el bosque, se recomienda ir con la cuerda de 17.84 m rodeando el perímetro del círculo. Lo que se

debe buscar minuciosamente dentro del círculo de los 1000 m<sup>2</sup> se muestra en el Cuadro 9.

**No:** Número sucesivo de animales observados: En este campo se anotará el número único que identifica a cada animal o grupo de animales vistos sucesivamente. Cuando se observe un grupo de animales como por ejemplo una jauría de coyotes, una bandada de aves o un grupo de iguanas asoleándose, estos grupos de animales se contarán como un individuo, así que solo se apuntará el dato correspondiente en la columna de la tabla con su número sucesivo.

**Tipo:** Se refiere a la clasificación de la fauna sugerida en este documento: aves, mamíferos, anfibios, reptiles, insectos

**Nombre:** Nombre científico o vulgar (local o regional) de la especie, este último, si no se conoce tendrá que investigarse con pobladores locales. De preferencia tratar de identificar al animal o grupos de animales por nombre científico.

**Registro:** Se anotarán las claves de registro de la siguiente clasificación. Para la identificación de rastros observables de la presencia de mamíferos. Para esto se consideraron 5 claves donde se engloban los siguientes conceptos:

1. **AD** (Avistamiento directo)
2. **AI** (Avistamiento indirecto)
3. **E:** excreta
4. **R:** rastros
5. **H:** huellas
6. **Nota: MN:** Madrigueras y nidos

**Avistamiento directo:** Se consideran como avistamientos directos a la detección visual del animal en campo.

**Avistamiento indirecto:** Se consideran como avistamientos indirectos a la detección auditiva o visual (no se observa al animal en sí, pero se ve movimiento de la maleza o entre la vegetación) del animal en campo, así como silbidos, cantos, graznidos u otros sonidos emitidos por animales.

**Huellas:** Se considerarán todas las huellas, senderos, marcas y sobadores dejadas por los animales en el paisaje.

**Excretas:** Son los desechos sólidos de los animales, conocidos como excretas (Figura 36), de las cuales se pueden encontrar en campo vestigios o la excreta en sí.

**Rastros:** Para este apartado consideraremos los restos de alimentos, semillas y cortezas roídas o rasgadas, así como el pelo o plumas. Se entenderá como marcas a los rastros dejadas por las garras, pezuñas, cornamentas y/o astas, mordidas y picoteo por aves. También deberá registrarse si la especie se encuentra bajo un estatus de protección de la NOM-059, en caso de que sepa el encargado de la brigada.





**Figura 36. Presencia de excretas de venados dentro del sitio permanente.**

**Cuadro 9. Muestra de fragmento del formato del muestreo de fauna silvestre.**

No.	Tipo	Nombre	Registro						Observación
			AD	AI	E	H	R	NOM	

**No:** Número sucesivo de animales observados, **Tipo:** a qué grupo taxonómico se refiere, **AD:** Avistamiento directo, **AI:** Avistamiento indirecto, **E:** Excretas, **H:** Huellas, **R:** Rastros.

### **3.10.2. Revisión de efectos y uso de la información**

La diversidad genética animal en un ecosistema forestal, se manifiesta con especializaciones en forma, función y conducta en relación al fuego. Lo anterior, permite a cada especie explorar su particular nicho ecológico, ejerciendo así una demanda al espacio y a los recursos de manera muy diversa. Aunque existen numerosos estudios sobre la relación del fuego con distintas especies animales, en muchos casos no se ha llevado a cabo con la profundidad requerida, y menos aún, se han

considerado las diferencias que pueden aparecer con distinto comportamiento del fuego.

Si se aplican los conceptos anteriores sobre los efectos y su orden, algunos estudios (Engstrom, 2010) identifican tres niveles en los cuales los incendios afectan a los animales: en el primero, el fuego puede producir daños o incluso la muerte de los individuos o, pueden fomentar a que migren de o hacia la zona quemada. En el segundo, si suficientes animales dentro de una población sobreviven, los procesos post-fuego como el hambre, la predación o la inmigración dentro del ambiente, determinarán la viabilidad de la población. Y finalmente, en el tercer nivel, el fuego puede modificar las especies animales a lo largo del tiempo según su adaptación al fuego. Los tres anteriores corresponderían respectivamente a efectos de primer orden, efectos de segundo orden y efectos sobre la evolución de las especies faunísticas por el fuego (Engstrom, 2010).

En resumen, los animales y su hábitat son afectados por el fuego principalmente en a) la dieta, b) el territorio y c) los requerimientos de refugio. Por ejemplo, inmediatamente después de un incendio, el refugio y el alimento tienden a escasear, por ello, algunos individuos llegan a morir de hambre o son presa de otros animales. Además, debe considerarse la temporada en que ocurre un incendio, ya que por ejemplo, en la primavera (y que suelen ser intensos) interrumpen ciclos de reproducción de una gran cantidad de especies. Por el contrario, el vigoroso resurgimiento de vegetación que un incendio puede producir, favorece en gran medida a los herbívoros (Clark y Miller, 2011; Gómez, en Flores, 2009).

Otros casos como los invertebrados, suelen afectarse de manera directa e inmediata, esto, por su capacidad baja de movilidad. Por su parte, los anfibios resultan especialmente vulnerables a los efectos del fuego, esto, por las necesidades de humedad que requieren, y que es vital en su supervivencia como especie (huevos y nidos) (Gómez en Flores, 2009).

En general, las respuestas del fuego por parte de la fauna están escasamente documentadas. Es importante no sólo entender, sino también dimensionar la temporalidad de esta asociación, con base en la frecuencia del fuego que las condiciones naturales del ecosistema permiten y al dinamismo propio de los ecosistemas forestales (Gómez en Flores, 2009).

## 3.11. COMPONENTE SUELO

### 3.11.1. Variables de medición y registro

**Identificación de muestra.** Consiste en una clave para identificar la muestra. Se tomarán un total de 2 por conglomerado, como mínimo. Una “control”, o sea, de suelo no quemado y otra, con el suelo afectado. La cantidad será de aproximadamente 1 kg de material. Se almacenará en bolsas plásticas debidamente identificadas.

Se evaluarán dos aspectos: la textura y el efecto hidrofóbico. Posteriormente, las muestras serán sometidas a un proceso de laboratorio para determinar parámetros fisicoquímicos.

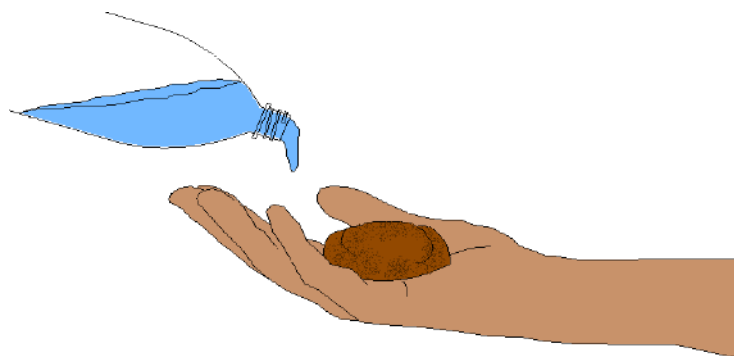
**Textura.** Se evaluará si se trata de un suelo arenoso, limoso o arcilloso. Esto, mediante una “prueba de bola”, que consiste en el humedecimiento de una porción y observar su pérdida o mantenimiento de la estructura.

Para conocer la textura de una muestra de suelo, separe primero la tierra fina, todas las partículas de menos de 2 mm, de las partículas mayores como la grava y las piedras, en la Figura 37, se muestra el tamizado de la muestra de suelo



**Figura 37. Proceso de tamizado de una muestra de suelo.**

Una vez que se haya tamizado la muestra se puede determinar en campo la textura mediante la prueba de bola la cual consiste en: Tomar una muestra de suelo y humedecerla un poco (Figura 38) hasta que comience a hacerse compacta sin que se pegue a la mano.



**Figura 38. Cantidad de suelo al cual se le agrega agua hasta conseguir una consistencia pastosa.**

Después, se tiene que oprimir con fuerza, se abre la mano y si queda compacta la bola, se puede decir que se trata de un suelo con textura limosa. Si el suelo mantiene la forma de su mano por un tiempo, quiere decir que es arcillosa, pero si el suelo no es capaz siquiera de mantener la forma, indica que ese suelo contiene demasiada arena.

**Erosión.** La pérdida de la cobertura de vegetación a causa de un incendio, produce una exposición directa del suelo a diferentes grados, provocando que pierda su estructura y presente grados de erosión.

Ya que el suelo puede ser erosionado por muy diversos agentes (agua, viento, ganado, contaminación, etc)<sup>11</sup>; se ubicará únicamente en el conglomerado, si existe erosión provocada por incendios forestales; esto se evidencia con la exposición fuerte del suelo cubierto por restos orgánicos calcinados y en ocasiones, desprendimiento de material al pisar la zona.

**Efecto hidrofóbico.** Se describe como el proceso que no permite la permeabilidad del suelo ó la infiltración de agua por los capilares del suelo. Y será evaluado de una forma cualitativa, ya que solo se registrará si se presenta o no en el área afectada. Esto se realiza vertiendo un poco de agua directamente sobre el suelo con evidencia de fuego; si el agua permea, indica que no existe efecto hidrofóbico (cuadro 10).

---

<sup>11</sup> \* **Erosión por otros agentes:** Hídrica (por agua), eólica (por viento), física (pastoreo, pavimento, paso de transporte) o química (contaminación, incendios forestales, salinización).

Si la erosión no es causada por un incendio, como una cárcava hídrica o pastoreo por ejemplo, anotar en la columna siguiente (tipo de erosión) (cuadro 10).

**Cuadro 10. Sección del formato de campo para sobre parámetros a evaluar en el suelo.**

TEXTURA Arena \_\_\_\_\_ Limo \_\_\_\_\_ arcilla \_\_\_\_\_

Identificación de muestra	Erosión por incendio (s/n) y % del total del conglomerado	Erosión por otros agentes (%) del total del conglomerado	Efecto hidrofóbico (s/n)

**3.11.2. Revisión de efectos y uso de la información**

Sobre el suelo, se han realizado estudios mediante la implementación de quemas prescritas para determinar los cambios que tiene el material postfuego. De manera general, cuando la materia orgánica del suelo es quemada, las sustancias netas contenidas son liberadas en forma de óxidos o carbonatos que generalmente presentan reacción alcalina. De ese modo, cuando las cenizas son depositadas en el suelo, la tendencia es a disminuir la acidez. Dando un ejemplo de esta afirmación, estudios (Soares, 1985 en Martínez *et al.*, 2004) demuestran la reducción de dos a tres unidades de PH, y que vuelve a rango normal cinco años después de la quema.

Dando continuidad a los efectos que se presentan en el suelo post-fuego, se presenta en resumen lo que un estudio (Reyes 1980 en Aparicio, 2009) concluye:

- Pérdida de nitrógeno y materia orgánica del suelo, debido a la combustión de la vegetación;
- Pérdida de elementos naturales del suelo en laderas, debido a la lixiviación durante las fuertes lluvias;
- En cuanto a la estructura, se observó mayor fragmentación de los agregados superficiales del suelo;
- El pH se incrementó de 7.9 a 8.05 después de la quema, debido a la adición de sales mineralizadas contenidas en las cenizas y la desagregación de los fragmentos superficiales de caliza que se incorporan al mismo suelo;
- La materia orgánica se redujo. Se pierde en forma de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ , cenizas y/o carbón vegetal;
- La relación C-N se redujo debido a la pérdida de materia orgánica y nitrógeno.
- Se incrementó el intercambio catiónico debido a la adición de cenizas al suelo.
- La cantidad de potasio aumentó después de la quema.



## 3.12. COMPONENTE AGUA

### 3.12.1. Variables de medición y registro

En esta apartado se anotará el nombre y las características principales de los cuerpos de agua que se localicen cerca de la ruta tomada a los SPIIF's. Se indicarán las coordenadas geográficas de un punto situado en el borde del cuerpo de agua. La codificación para cada uno de los caracteres (tipo, contaminación, azolve, eutrofización, presencia de lirio acuático y uso actual) que describen a los cuerpos de agua registrados se presenta debajo del Cuadro 11.

**Cuadro 11. Cuerpos de agua que pueden ubicarse en los alrededores al sitio.**

Nombre	Coordenadas		Tipo	contaminación	Azolve	Eutrofización	Lirio Acuático	Uso actual
	Latitud	Longitud						

Con la ayuda del Cuadro 15, se facilitará el llenado del cuadro anterior, ya que se da un número o clave, lo cual agiliza este proceso.

## Cuadro 12. Clasificación de los cuerpos de agua, contaminación y uso actual

Tipo	Contaminación, Azolve, Eutrofización, Lirio Acuático	Uso Actual
1. Río	1. Inexistente	1. Riego
2. Torrente	2. Escaso	2. Uso doméstico
3. Arroyo	3. Abundante	3. Uso industrial
4. Presa	4. Muy abundante	4. Hidroeléctrico
5. Canal		5. Acuicola
6. Lago		6. Sin uso
7. Manantial		7. Pecuario
8. Abrevadero		

Además de los datos que se recaban en este apartado, se debe considerar también lo que es el pH, conductividad eléctrica, salinidad, cantidad de oxígeno disuelto en el agua, temperatura, entre otras.

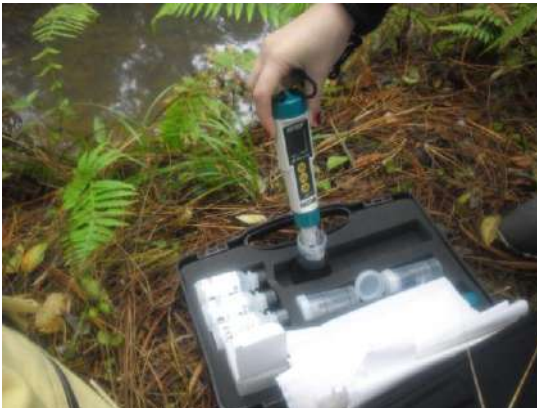
**Toma de muestra.** Se debe tomar una muestra de agua, la cual deberá ser colocada en un recipiente limpio, ya que si no es así se alteran algunos datos que se vayan a tomar, además el recipiente debe cerrar herméticamente esto para evitar que se riegue, se recomienda coleccionar el agua de la parte donde no haya tanto movimiento por la corriente o fluidez.

**PH.** El pH es una variable muy importante del agua, ya que al haber presencia menor a 7 indican acidez, esto afecta a la microfauna y flora presente en los cuerpos de agua. Con la ayuda de un potenciómetro se puede determinar el pH presente en el cuerpo de agua como se observa en la Figura 39.



**Figura 39. Toma de muestra en cuerpos de agua para determinar el pH.**

**Oxígeno disuelto.** Es simplemente la cantidad de oxígeno que está disuelto en el agua. Esto significa que es oxígeno “disponible” para los seres vivos que en esta habitan.



**Figura 40. Utilización del potenciómetro para medir el oxígeno disuelto en el cuerpo de agua.**

**Sedimentación.** Sedimento en suspensión, es la cantidad de tierra que se encuentra moviéndose en un arroyo y depende en gran parte de la velocidad del flujo del agua, ya que la rapidez de la corriente levanta y mantiene suspendida la tierra más que el flujo con velocidad menor.

Una técnica utilizada en campo, consiste en agitar el área donde se tomara la muestra, esto con el propósito de remover la sedimentación del cuerpo de agua y extraer la muestra, dejarla reposar y medir con la ayuda de una regla, la sedimentación que se formó en el fondo del recipiente. Esto se extrapola a la capacidad del cuerpo. Se registran las observaciones.

**Temperatura.** El incremento de la temperatura en los cuerpos de agua puede provocar efectos irreversibles en la vida acuática. También puede afectar la habilidad del agua para retener oxígeno y crear compuestos, así como la capacidad de los organismos para resistir ciertos tipos de contaminantes. Se registran las observaciones.

### **3.12.2. Revisión de efectos y uso de la información**

Los incendios forestales pueden modificar los procesos hidrológicos al reducir la infiltración e incrementar los escurrimientos superficiales, propiciando la erosión del suelo. La intensidad de estos efectos, depende de distintas condiciones ambientales como: el tipo de suelo, el tipo de cubierta de suelo, la densidad del arbolado, la pendiente del terreno, entre otros. Pero principalmente, dependen del grado de alteración que llegue a provocar el fuego

en las condiciones del suelo por tan estrecha relación (Alanís *et al.*, en Flores, 2009).

Particularmente, en las propiedades fisicoquímicas del agua, la medición de los distintos parámetros puede indicar algunas anomalías para la supervivencia de la vida acuática y toda la red trófica dependiente.

Por ejemplo, el PH indica la acidez o salinidad de en este caso, un cuerpo de agua. Normalmente, una PH bajo, o ácido, representa un ambiente nocivo para diversas formas de vida.

En el caso del Oxígeno disuelto, cuando se tiene en concentraciones bajas, indica que hay gran actividad microbiana degradando nutrientes (y/o contaminantes). Eso, consecuentemente, afecta a otras formas de vida al no tenerlo disponible para sus funciones.

La sedimentación representa otro parámetro que en el caso de incendios puede ser muy evidente. Como se comentó, los efectos en el agua están muy relacionados al suelo. Cuando hay un incendio, la mayoría de las ocasiones se presenta erosión, la cual, finalmente puede llegar a los cuerpos de agua.

En específico, la evaluación del agua es la que posiblemente puede representar un reto mayor. Esto, porque los cuerpos de agua tienen condiciones fisicoquímicas en respuesta a muchos agentes, hoy en día quizá, la contaminación por actividad humana sea la más marcada.

Además, es muy importante considerar que los distintos parámetros y sus valores pueden interpretarse de diferentes maneras, dependiendo las formas de vida de las que se trate y/o el interés que se tenga en el estudio y/o plan de manejo.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

---

- Una sugerencia para hacer este tipo de evaluaciones más concisas, es tener sitios “control”, dentro de la misma ARH con la posibilidad de tener una base de cual sería “el ideal” o más bien la condición anterior de ese sitio antes del incendio.
- Una variante de la anterior, es implementar quemas prescritas, así se tendrá un poco más de información del sitio antes de la quema.
- En el caso de los combustibles, se puede integrar otras características, como la compactación, la humedad contenida u otros elementos que permitan entender mejor la respuesta al fuego.
- La vegetación que utilizada como indicador de disturbio y/o fuego es un recurso que puede resultar de enorme utilidad para determinar los procesos de sucesión postfuego. En este sentido, son fundamentales los procesos adecuados de identificación.

- Para la fauna, es claro que hay mucho por hacer. Tanto en investigación como en técnicas en campo de respuesta al fuego. Esta supone una oportunidad interesante a seguir.
- En el caso de las evaluaciones de suelo, hoy en día es casi imposible encontrar un sitio que no tenga erosión. En estos y en todos los casos de estudio (y en manejo), sería importante considerar acciones de recuperación y conservación de suelos, esto siempre, siguiendo criterios ecológicos y económicos.
- Sobre el agua, como se mencionó en su apartado, posiblemente representa uno de los componentes más complejos de medir e interpretar, además de tomar en cuenta la temporalidad. Al igual que la fauna, representa en un tema muy interesante para conducir estudios en ecología del fuego.
- Sobre las metodologías empleadas, si bien son una buena base, es importante continuar con su alimentación y validación. Ya que se trata de un primer esfuerzo "integral", la meta es ofrecer las pautas generales para evaluar los efectos de los incendios en los distintos componentes.
- En cuanto a los componentes, las aproximaciones y el detalle al que se pretendan manejar dependerá en última instancia, del usuario y sus propósitos. Lo que sí es aconsejable, es mantener una evaluación

más exhaustiva de la vegetación y su estructura, así como de los combustibles, ya que finalmente, estos son la base por la que los otros componentes responden (fauna, agua, suelo, aire, paisaje, etc).

- En respuesta a lo anterior, a parte de los colaboradores en incendios, es muy importante contar con un equipo de expertos, en botánica en zoología e incluso en geología y suelos. Todos esto le dará mayor calidad a nuestra información y por lo tanto, mejor aplicación operativa.
- En cuanto a la evaluación de combustible vivo y su relación con las ecuaciones alométricas, esto supone un importante avance en los estudios de biomasa y carbono, no solo en incendios sino con otras aproximaciones en dinámica de gases a nivel regional y global.
- Como experiencia, se sugiere hacer este tipo de estudios en una línea de tiempo más extendida, obviamente, planeando en cuanto a los recursos. Lo anterior, porque se hace necesario considerar las diferentes condiciones que se dan en el año y que producen una u otra respuesta en los diferentes componentes. Además, si se pretenden evaluar los efectos estrictamente como “órdenes” según las clasificaciones explicadas en el primer apartado, el horizonte crece a varios años.



## 5. LITERATURA CITADA

---

- Alanís E.; O. Aguirre; J. Jiménez; M. Pando; E. Treviño y R. Aranda. 2010. Efecto de la severidad del fuego sobre la regeneración asexual de especies leñosas en un bosque mixto (*Pinus-Quercus*) en el Parque ecológico Chipinque, México. Sep 2010, VOL. 35 N° 9. Interciencia pp 690-695.
- Alvis G., J. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan. Presentación de caso. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad del Cauca. Vol 7 no. 1. Pp 115-122.
- Anderson, H.E. 1982. Aids to determining fuel models for estimating fire behavior. General Technical Report. INT-122. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture - Forest Service, Intermountain Research Station, pp. 1- 22.
- Aparicio J. 2009. Evaluación del efecto de un incendio superficial sobre la fertilidad del suelo y características de la vegetación. Tesis. Universidad Autónoma de Chapingo. 86 p.
- Barnes, B; D. Zak; S. Denton y S. Spurr., 1980. Forest Ecology. 4a edición. John Wiley and Sons. 774 p.

- Brown J. 1974. Handbook for Inventorying downed woody material. USDA, Forest Service General Technical Report INT-16. 24 p.
- Clark B. y M. Miller. 2001. Fire Effects Guide. National Wildfire Coordinating Group. Boise Idaho, EUA. 313 p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP, 2011. Estrategia y lineamientos de Manejo del Fuego en Áreas Naturales Protegidas. 36 p.
- CONANP y The Nature Conservancy (TNC). 2009. Guía para la elaboración de un plan comunitario de manejo integral del fuego en Áreas Naturales Protegidas. Chiapas, México. 26 p.
- Comisión Nacional Forestal CONAFOR, 2010. Incendios Forestales. Guía práctica para comunicadores. 54 p.
- Comisión Nacional Forestal CONAFOR, 2011. Reporte semanal de resultados de incendios forestales 2012. Datos Acumulados del 01 de enero al 31 de diciembre de 2011. Consulta Agosto 2013:  
<http://www.cnf.gob.mx:8080/snif/portal/las-demas/reportes-de-incendios-forestales>
- Comisión Nacional Forestal CONAFOR, 2013. Incendios Forestales en México. Temporada 2013. Consulta Mayo 2013:  
<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/4339Campa%C3%B1a%20de%20contra%20incendios%202013.pdf>

- Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad CONABIO. S.f. Sitio de las Malezas de México. CONABIO-Colegio de Posgraduados y SEMARNAT. Consulta Septiembre 2013 en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>
- Diario Oficial de la Federación. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Engstrom T. 2010. First- Order Fire Effects on animals: review and recommendations. Tall Timbers Research Station. Fire ecology 6. Issue 1. Pp 115-130.
- Escutia L. Y; S. Lara y R. Lindig. 2009. Efecto del fuego y dinámica de las hidrófitas emergentes en el humedal de la Mintzita, Michoacán, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 80: 771- 778, 2009.
- Fosberg M. 1970. Drying rates of heartwood below fiber saturation. Forest Sci, 16(1):57-63.
- Espinoza M. L; D. Rodríguez y F. Zamudio. 2008. Sinecología del sotobosque de *Pinus hartwegii* dos y tres años después de quemas prescritas. Agrociencia v.42 n.6 México.
- Flores G. J.; A. de la Rosa. y D. Moreno. 2003. Limitaciones espaciales de los modelos de

combustibles forestales al comparar dos diseños de muestreo. *Revista Ciencia Forestal en México*. 28 (93): 57-77.

- Flores J.G. (coord.). 2009 Impacto ambiental de incendios forestales. 1a edición, Mundiprensa. 325 p.
- Harrington S. 2005. Measuring Forest Fuels: An Overview of Methodologies. Implications for fuels management. Forest Guild Research Center 19. 22 p.
- Jardel P. E.J. 2010. Planificación del Manejo del Fuego. Universidad de Guadalajara-Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente-Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Autlán, Jalisco, México.
- Jardel E.; R. Ramírez; F. Castillo; S. García; O. Balcázar; J. Chacón y J. Morfín. 2006. Manejo del fuego y restauración de bosques en la Reserva de la biosfera sierra de Manantlán, México. En: Flores G. J y D. Rodríguez 2006. Incendios Forestales. Mundi Prensa-CONAFOR. México D.F. y Madrid Pp. 214-242.
- Kunst C; R. Ledesma; S. Bravo; G. Defossé; J. Godoy y V. Navarrete. 2012. Comportamiento del fuego en un pastizal del sitio ecológico "media loma", región chaqueña occidental (Argentina). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. 38 (1):70-77.

- Lloret, F. (2012). Vulnerabilidad y resiliencia de ecosistemas forestales frente a episodios extremos de sequía. *Ecosistemas* 21(3):85-90.
- Magaña V. 2011. Una reflexión climática sobre los incendios forestales en Coahuila. Comunidad de Aprendizaje en Manejo del Fuego CAMAFU. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.
- Martínez B. L.; P. Ramos; I. Castillo; M. Bonilla y R. Sotolongo. 2004. Efectos de quemas prescritas sobre las propiedades del suelo en bosques de *Pinus tropicalis* Morelet, en Cuba. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. Vol. 10 no. 1 2004. Pp. 31-35.
- Mas, J.F. y F. Sandoval, 2011. Modelación de los cambios de coberturas/uso del suelo en una región tropical de México. *GeoTropico*, 5 (1), Artículo 1: 1-24.
- National Wildfire Coordinating Group NWCG. 2001. *Fire Effects Guide*. 313 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. 2007. *Manejo del Fuego: principios y acciones estratégicas. Directrices de carácter voluntario para el manejo del fuego. Documento de Trabajo sobre el Manejo del Fuego No.17*. Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación FAO. 2010. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010*.

Informe principal. Estudio FAO Montes 163. 346 p. Consulta Mayo 2013:  
<http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>

- Pardos J.A., 2010. Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Ministerio de Ciencia e Innovación. 253 p.
- Puelles, D. y R. Villaseñor. 2008. Anatomía foliar de *Gnaphalium philippii* Cabrera, una planta nativa colonizadora de terrenos degradados de la Región de Valparaíso (V), Chile. Chloris Chilensis Año 11 n° 1. URL: <http://www.chlorischile.cl>
- Puga, N. 2012. Investigación científica para principiantes: cuándo talar un pino chamuscado. ELMUNDO.es.  
<http://www.elmundo.es/elmundo/2012/03/31/galicia/1333213819.html>. Año de consulta: 2013.
- Pyne S.; P. Andrews y R. Laven. 1996. Introduction to wildland fire. John Wiley and Sons, Inc. U.S.A.
- Ramírez T. M.; B. Pérez y A. Orozco. 2007. Helechos invasores y sucesión secundaria post-fuego. Ciencias 85. Pp: 18-25.
- Reinhardt, Elizabeth. 2003. Using FOFEM 5.0 to estimate tree mortality, fuel consumption, smoke production, and soil heating from wildland fire. 7 p.
- Rodríguez T. 2001. Ecología del Fuego en el ecosistema de *Pinus hartwegii* Lindl. Revista

Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente  
7(2): 145-151, 2001.

- Ruiz G. A. 2004. La predicción de la humedad en los restos forestales combustibles: aplicación a masas arboladas en Galicia. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 370 p.
- Santiago F. H.; Servin M., M; Rodarte R., H.; Garfias A. F. 1999. UNAM Programa Universitario de Medio Ambiente Dirección general de Publicaciones y Fomento Editorial. 107 p.
- USDA Forest Service. 1995. Biodiversity and management of the Madrean Archipelago: The sky islands of southwestern United States and Northwestern Mexico. 669 p.
- The Nature Conservancy TNC. 2004. El fuego, los ecosistemas y la gente. Una evaluación preliminar del fuego como un tema global de conservación. 12 p.
- Velasco H. J.; J.G. Flores; B. Márquez y S. López. 2012. Áreas de Respuesta Homogénea para el muestreo de combustibles forestales. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 4(14): 41-54.
- Velázquez M. 2001. Pteridium, un género de helechos muy particular. Ciencias 64.
- Villers, Ma. de L., 2006. Incendios Forestales. Ciencias. Núm. 081. Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F, 60-66.

## 6. ANEXOS

---

### FORMATOS DE CAMPO

#### SITIOS PARA LA EVALUACIÓN DE EFECTOS DE INCENDIOS FORESTALES

##### DATOS DE CONTROL

A. DATOS DE CONTROL.		
1. Clave SPIIF:	2. Estado:	3. Municipio:
4. Predio:	5. Tenencia:	6. Exposición:
7. Pendiente:	8. Asociación vegetación:	9. Fecha:
10. Institución:	11. Brigada Responsable:	

##### B. DATOS DE UBICACIÓN.

12. Coordenadas GPS del SPIIF(Correspondiente al centro del SPIIF)

Latitud			Longitud		
Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos

Error del GPS	Altitud

Información complementaria	
a.-Datum WGS 84	c.- Error de precisión en metros.

13.- Croquis de ubicación:

--





**SITIOS PARA LA EVALUACIÓN DE EFECTOS DE INCENDIOS FORESTALES**

**D. EVALUACION DE LA VEGETACION EN EL CIRCULO DE 1000 m<sup>2</sup>**

No de árbol	Especie	Nombre común	A.T.	A.F.L.	EDAD	DN (cm)	DC (m)	CH.C.	P.Q.	P.R.	C.F.	A.R.	A.E.C.	A.F.	CONDICION	VIGOR	DAÑO
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	

A.T. Altura total; A.F.L. Altura de fuste limpio; D.N. Diámetro normal; D.C. Diámetro de copa; CH.C. Chamuscado de copa; P.Q. Profundidad de quema; P.R. Presencia de resinación; C.F. Color del follaje; A.E.C. Altura estimada de calor; A.F. Afectación de raíces.

**SITIOS PARA LA EVALUACIÓN DE EFECTOS DE INCENDIOS FORESTALES**

**E. EVALUACIÓN DEL COMBUSTIBLE FORESTAL**

Datos de control del sitio de muestreo.		
1.Clave del SPIP:	2.No. de sitio:	3.Clave del transecto:

**TRANSECTO A**

Datos de la línea de intersecciones planares de 7 m.			
No. Intersecciones < 7.5cm			
1 hr	10 hr	100 hr	
Diámetro de intersecciones 1000 hr			
Firmes		Podridos	

CUADRO 30 X 30		
4. Profundidad del mantillo orgánico	Capa hojarasca (cm):	7.Cobertura de capa de hojarasca:
	Capa fermentación (cm):	8.Cobertura de capa de fermentación:
5. Cobertura de capa de hierbas:	6. Cobertura de capa de pastos:	9.Cobertura de suelo mineral:

**TRANSECTO B**

Datos de la línea de intersecciones planares de 7 m.			
No. Intersecciones < 7.5cm			
1 hr	10 hr	100 hr	
Diámetro de intersecciones 1000 hr			
Firmes		Podridos	

CUADRO 30 X 30		
4. Profundidad del mantillo orgánico	Capa hojarasca (cm):	7.Cobertura de capa de hojarasca:
	Capa fermentación (cm):	8.Cobertura de capa de fermentación:
5. Cobertura de capa de hierbas:	6. Cobertura de capa de pastos:	9.Cobertura de suelo mineral:

**TRANSECTO C**

Datos de la línea de intersecciones planares de 7 m.			
No. Intersecciones < 7.5cm			
1 hr	10 hr	100 hr	
Diámetro de intersecciones 1000 hr			
Firmes		Podridos	

CUADRO 30 X 30		
4. Profundidad del mantillo orgánico	Capa hojarasca (cm):	7.Cobertura de capa de hojarasca:
	Capa fermentación (cm):	8.Cobertura de capa de fermentación:
5. Cobertura de capa de hierbas:	6. Cobertura de capa de pastos:	9.Cobertura de suelo mineral:

**SITIOS PARA LA EVALUACIÓN DE EFECTOS DE INCENDIOS FORESTALES****F. EVALUACIÓN DEL SUELO**

Clave del SPIIF \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

TEXTURA    Arena \_\_\_\_\_ Limo \_\_\_\_\_  
                  arcilla \_\_\_\_\_

Identificación de muestra	Erosión por incendio (s/n), porcentaje en el conglomerado	Erosión por otros agentes, porcentaje en el conglomerado	Efecto hidrofóbico (s/n)

Observaciones

**SITIOS PARA LA EVALUACIÓN DE EFECTOS DE INCENDIOS FORESTALES**

**G. EVALUACIÓN DEL AGUA  
CUERPOS DE AGUA EN LOS ALREDEDORES AL SITIO**

Clave del SPIIF \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Nombre	Coordenadas		Tipo	Ph (ppm)	Oxígeno disuelto	Sedimentación	Temperatura (°C)	Afectación de fauna acuática
	Latitud	Longitud						

Tipo
1. Río
2. Torrente
3. Arroyo
4. Presa
5. Canal
6. Lago
7. Manantial
8. Albrevedero

Observaciones



**SITIOS PARA LA EVALUACIÓN DE EFECTOS DE INCENDIOS FORESTALES**

**H. EVALUACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE**

Formato para el muestreo de fauna Silvestre  
 Clave del SPIIF \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**Mamíferos**

No	Nombre	Registro							Observación
		AD	AI	E	H	R	NOM		

**Aves**

No	Nombre	Registro							Observación
		AD	AI	E	H	R	NOM		

**Reptiles**

No	Nombre	Registro							Observación
		AD	AI	E	H	R	NOM		



## **COORDINADORES DE LA INFORMACIÓN**

M.C. Ramón Hernández Virgen

Dr. Gerardo Salazar Gutiérrez

## **EDICIÓN**

Dr. José Germán Flores Garnica

M.C. Laura P. Gómez Murillo

## **REVISIÓN TÉCNICA**

Ing. Ernesto Alonso Rubio Camacho

Dr. Martín Gómez Cárdenas

## **FORMACIÓN Y DISEÑO**

Prometeo Editores

## **CODIGO INIFAP**

MX-0-310606-23052509-1

## Centros Nacionales de investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



- Sede de Centro de Investigación Regional
- Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
- Campo Experimental



Esta Publicación se terminó de imprimir  
en el mes de Noviembre del 2013  
en los talleres Gráficos de Prometeo Editores S.A. de C.V.  
Libertad 1457, Col Americana, Guadalajara, Jalisco  
C.P. 44160. Tel (33) 3826-2726  
E-mail: [Prometeoeditores@prodigy.net.mx](mailto:Prometeoeditores@prodigy.net.mx)

Su tiraje consta de 150 ejemplares  
Impreso en México

## Instituto de Investigación Forestal Agrícolas y Pecuarias

MC. Ramón Hernández Virgen  
Jefe de Campo  
Lic. Sandra Lucía Vega Iñiguez  
Jefe Administrativo

### Personal Investigador del Campo Experimental Centro Altos de Jalisco

MC. Luis Eduardo Arias Chávez	Leche
Dr. Rodolfo Barretero Hernández	Carne de Rumiantes
Dr. Juan de Dios Benavides Solorio	Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales
MC. Alvaro Agustín Chávez Durán	Incendios Forestales
Dra. Celia de la Mora Orozco	Manejo Integral de Cuencas
MC. Gerardo Domínguez Araujo	Carne de Cerdo
MC. Eliab Estrada Cortes	Leche
Dr. José Germán Flores Garnica	Incendios Forestales
Dr. Hugo Ernesto Flores López	Manejo Integral de Cuencas
MC. Alberto Jorge Galindo Barboza	Carne de Cerdo
MC. Laura Patricia Gómez Murillo	Incendios Forestales
MC. Javier Ireta Moreno	Trigo y Avena
MC. Alejandro Ledesma Miramontes	Maíz
MC. David Liceaga Rivera	Carne de Rumiantes
Dr. Miguel Luna Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
MVZ. Raúl Martínez López	Leche
MC. David Arturo Moreno González	Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales
MC. Luis Alberto Nájera Calvo	Maíz
Dr. Juan Francisco Pérez Domínguez	Hortalizas
Dr. José Luis Ramírez Díaz	Maíz
Biol. Gabriela Ramírez Ojeda	Agrometeorología y Modelaje
Ing. Ernesto Alonso Rubio Camacho	Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales
Dr. Agustín Rueda Sánchez	Plantaciones y sistemas agroforestales
Dr. José Ariel Ruiz Corral	Agrometeorología y Modelaje
MC. Santiago Ruiz Ramírez	Maíz
Ing. José Martín Ruvalcaba Gómez	Leche
Dra. Yolanda Salinas Moreno	Maíz
Ing. Mario Antonio Vega Loera	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Ing. Jorge Humberto Villarreal Rodas	Leche
MVZ. Fernando Villaseñor González	Leche
Biol. Jaqueline Xelhuantzi Carmona	Incendios Forestales



WWW.INIFAP.GOB.MX

El desarrollo social y económico de las sociedades modernas, y entre ellas de la española, ha inducido en décadas pasadas un proceso de cambios agrarios y rurales que no tienen precedentes en épocas anteriores. La agricultura y el medio rural han sufrido profundas modificaciones sociológicas, culturales, tecnológicas, económicas e institucionales. Fruto de esta evolución histórica ha sido la modernización técnica y empresarial de la actividad agraria que han promovido los poderes públicos y protagonizado los agricultores.