

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Departamento de Producción Agrícola y Animal
Licenciatura en Agronomía

Informe Final de Servicio Social

Combustibles forestales como índice de riesgo de incendio en los parajes de la Joya de la Chivas, Huixtle y el Maguey en Volcán Pelado

Nombre del prestador de servicio social:

Huerta Juárez Jessica

Matricula: 2142019094

Asesores:

Dr. Daniel Ruiz Juárez

No. Económico 29691



Mónica Gutiérrez Rojas

No. de Cédula Profesional 12113168



Lugar de realización: Hombres ilustres #230-1, Santa Cecilia Tepetlapa, C.P. 16880

Fecha de inicio y terminación: 20 de Septiembre de 2019 al 20 de Marzo de 2020

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	2
II.JUSTIFICACIÓN.....	3
III. MARCO TEÓRICO.....	3
3.1 Evaluación de combustibles forestales.....	4
3.2 Índice de riesgos por incendios.....	4
IV. OBJETIVOS.....	5
4.2 Objetivos específicos.....	5
V.METODOLOGÍA.....	5
5.1 Área de estudio.....	5
5.2 Colecta de combustibles maderables.....	6
5.3. Colecta de carga de combustibles superficiales.....	8
5.4 Colecta de combustible fino.....	8
5.5 Evaluación.....	9
5.5.1 Evaluación para combustibles maderables.....	9
5.5.2 Evaluación para combustibles no maderables.....	10
VI. ACTIVIDADES REALIZADAS	11
VII. OBJETIVOS ALCANZADOS	11
VIII.METAS ALCANZADAS.....	11
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
X. CONCLUSIÓN.....	15
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

I. INTRODUCCIÓN

En México, cada año ocurren numerosos incendios forestales en sus diferentes ecosistemas (Xelhuantzi, 2010). En algunos casos, estos provocan pérdidas de recursos naturales de gran valor ecológico y económico. Por ejemplo, durante el 2009 se registró un incremento de ellos y de la superficie afectada con más de 54,230 hectáreas dañadas y 4,867 incendios (Muñoz, 2005).

Debido a las condiciones climáticas de México, existen áreas vulnerables a incendios forestales, donde un gran número impacta significativamente los ecosistemas durante la época seca del año (Muñoz, 2005). Se calcula que las actividades humanas ocasionan el 99% de éstos incendios y sólo el resto tiene como causa fenómenos naturales como descargas eléctricas y la erupción de volcanes (Comisión Nacional Forestal, 2010).

Los incendios forestales se producen por la combustión de la vegetación del territorio a partir de un fuego originado por causas naturales o por causas humanas. Se entiende por incendio forestal la propagación no controlada del fuego sobre la vegetación que encuentra a su paso (Plana, 2016).

El tipo de combustible permite diferenciar los fuegos/incendios urbanos de los forestales e incluso los de tipo agrícola, cuando afectan únicamente campos de cultivo (Plana, 2016).

Cuando el fuego se propaga en forma horizontal sobre la superficie del terreno y alcanza hasta metro y medio de altura, se denominan Incendios Superficiales. Éstos afectan combustibles vivos y muertos como pastizales, hojas, ramas, ramillas, arbustos o pequeños árboles de regeneración natural o plantación, troncos, humus, entre otros (Comisión Nacional Forestal, 2010).

La valoración del riesgo en los incendios forestales es fundamental para la elaboración de políticas y estrategias que permitan prevenir y mitigar los efectos de los incendios forestales (Rojas, 2019).

Uno de los elementos esenciales para que ocurra un incendio es el material combustible el cual se define como toda biomasa que tenga la capacidad de encenderse y arder al ser expuesto a una fuente de calor, la caracterización de combustibles en los ecosistemas forestales en México se da en forma escasa (Díaz et al., 2012).

Por lo que esta investigación tiene como propósito clasificar y valorar los combustibles forestales como índice de riesgo de incendios en los parajes la Joya de las Chivas, Huixtle y el Maguey en volcán Pelado de la Ciudad de México.

II. JUSTIFICACIÓN

Los incendios son uno de los grandes enemigos de los recursos forestales, los cuales junto con las plagas y enfermedades son causas de mortalidad de árboles, convirtiéndose estos a su vez, en factores importantes de la degradación y deforestación (Díaz et al, 2012). Con la finalidad de reducir los daños por el fuego, dirigir las acciones de combate, y contar con una mejor eficiencia en el uso de los recursos humanos y materiales, es preciso disponer de estrategias de prevención y control de incendios por ello es importante clasificar y valorar los combustibles forestales presentes en el volcán Pelado de la CDMX.

III. MARCO TEÓRICO

Combustibles forestales

El combustible forestal está constituido por materiales leñosos y ligeros, vivos o muertos, son toda la materia vegetal presente en un ecosistema que posee la capacidad de encenderse y arder al ser expuesto a una fuente de calor, estos combustibles son el resultado del proceso natural de caída de hojas, acículas, ramas y humus; aunque también se debe a las actividades del hombre, por ejemplo en los aprovechamientos forestales (Díaz et al., 2012).

Los combustibles forestales se clasifican bajo diferentes criterios de acuerdo a su peso, tamaño, estado de descomposición, ubicación, sin embargo, la clasificación más usada es de acuerdo a su tiempo de retardo (Tabla 1), es decir, el tiempo que tarda un combustible vegetal muerto en ganar o perder, dos terceras partes de la diferencia entre su contenido de humedad inicial y su contenido de humedad de equilibrio con respecto al ambiente (Brown 1982). Entre más grande sea el combustible perderá o ganará humedad más lentamente, tendrá un mayor tiempo de retardo. De esta forma el diámetro establecerá el tiempo de retardo de un combustible (Díaz et al., 2012).

Tabla 1. Clasificación de combustibles forestales por retardo

DIAMETRO	TIEMPO DE RETARDO	TAMAÑO Y PESO
Menor a 0.6 cm	1 hora	Finos/ Livianos
De 0.6 a 2.5 cm	10 horas	Pequeños/ Ligeros
De 2.6 a 7.5 cm	100 horas	Regulares/ Medianos
Mayor a 7.5 cm	1000 horas	Grandes/ Pesados

3.1 Evaluación de combustibles forestales

Para los combustibles muertos la técnica más difundida para cuantificar combustibles leñosos es la técnica de intersecciones planares. Esta técnica consiste en el conteo de las intersecciones de las piezas leñosas en planos de muestreo vertical (Díaz, 2015).

La medición de combustibles leñosos de acuerdo a esta técnica representa el corte visual de un plano vertical sobre los materiales, representado por una línea de muestreo y que en el terreno se delimita extendiendo una cuerda o cinta métrica , las partículas leñosas que se intersectan con estas líneas, son registradas de acuerdo a su categoría (Díaz, 2015).

3.2 Índice de riesgos por incendios

La estimación de la probabilidad de ocurrencia o riesgo de incendios forestales, como componente de un sistema de evaluación del grado de peligro, constituye un aspecto de gran importancia en el manejo del fuego (Julio, 1990).

En nuestro país resultan anualmente afectadas miles de hectáreas, produciéndose de 5,000 a 10,000 incendios forestales por año. Como ejemplo podemos mencionar que en el año de 1996 se tuvieron 9,256 incendios con una superficie siniestrada de 248,765 hectáreas. (SEMARNAP, 2018).

La tendencia moderna para combatir los incendios forestales está encaminada más a prevenirlos más que a suprimirlos. Dentro de esta nueva filosofía, las políticas van encaminadas a reducir la probabilidad de que se presenten, esto es, orientadas a reducir el número de incendios en determinadas regiones del país (Santillán, 1993). La elaboración de indicadores de peligro de incendio, es una de las labores preventivas más importantes que deben instrumentarse con el propósito de alertar al personal de combate de incendios y al público en general sobre las

condiciones en que es conveniente evitar o extremar los cuidados en el uso del fuego (Rojo, 2017). Así es como en diferentes partes del mundo se han desarrollado técnicas para la elaboración de índices de peligro de incendio, éstas han permitido prever las épocas más probables de incendios, así como determinar los lugares que presenten mayor incidencia. Es por ello la importancia de elaborar un sistema que permita determinar un índice de peligro de incendio forestal sencillo y fácil de determinar. A pesar de que en el mundo ya existen sistemas adecuados, en México no se tiene uno específico para las condiciones del país que esté determinado (Rojo, 2017).

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Evaluar y caracterizar los combustibles forestales e índice de riesgos por incendios forestales en los parajes la Joya de las Chivas, Huixtle y el Maguey en el volcán Pelado, Alcaldía Tlalpan, CDMX.

4.2 Objetivos específicos

- Determinar la carga de combustible por tiempo de retardo y profundidad de hojarasca, capa de fermentación y musgo.
- Caracterizar combustibles vivos y muertos dentro del área de estudio.
- Identificar las áreas con mayor probabilidad de incendio dentro del paraje

V. METODOLOGÍA

5.1 Área de estudio

El volcán Pelado se localiza en la porción central del Eje Neovolcánico Transversal (ENT), a 10 km al sur de la Ciudad de México (Figura 1). La superficie total es de alrededor de 70 km², con altitud de los 2800 y los 3600 msnm. La topografía es irregular, desde laderas con pendientes casi planas hasta laderas con pendientes muy pronunciadas (Velázquez, 1982). Su clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano, con temperaturas media anual entre 5 y 12° C (Velázquez, 1982). El volcán se encuentra cubierto por bosque de *Pinus hartwegii* o pino

de montaña, *Abies religiosa* u oyamel (Lorenzo, 2016) con pastizal subalpino conformado por *Muhlenbergia macroura* (HBK) y *Stipa ichu* (Ruiz & Pav) Kunth., como vegetación dominante (Pérez et al., 2007).

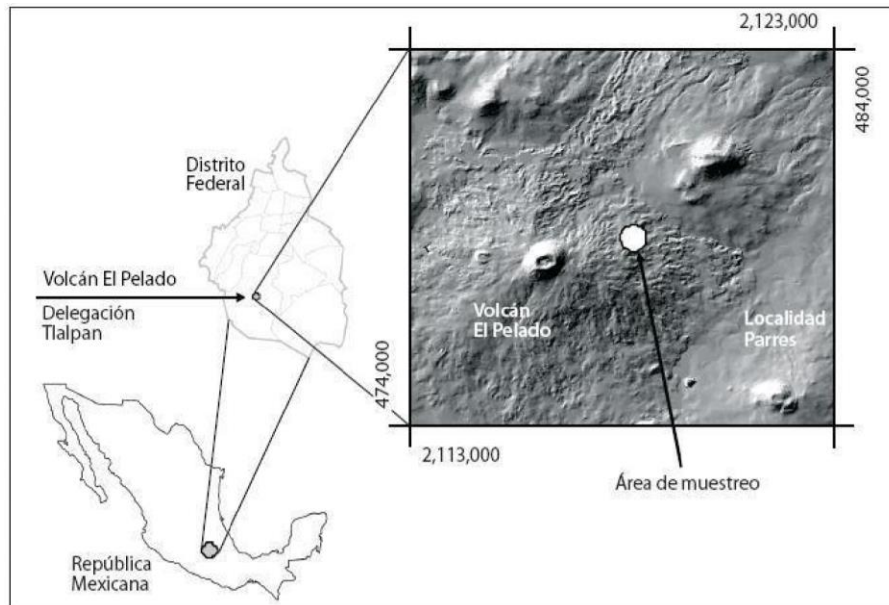


Figura 1. Localización del volcán Pelado, Tlalpan, CDMX.

5.2 Colecta de combustibles maderables

El área de estudio fue dividida en tres parajes, la Joya de las Chivas, Huixtle y el Maguey. Para referenciar cada sitio de muestreo se utilizó un Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés). Los datos recolectados fueron número de sitio, coordenadas, paraje, ejido, alcaldía, fecha y nombre del responsable. En cada sitio, se realizó un muestreo de intersecciones planares, se colocó una cuerda de 12 m de largo, este se dividió por secciones las cuales se marcaron haciendo un nudo. La primera sección fue de 0 a 2 m, la segunda sección de 2 a 4 m y la tercera sección de 4 a 8 m. En el sitio de muestreo, la cuerda se colocó lo más recta posible al ras de suelo en dirección al Norte (Figura 2). Para evitar alterar el sitio de evaluación fue importante no pisar del lado derecho de la cuerda.

En la primera sección de 0 a 2 m de la cuerda se contabilizaron combustibles maderables de 1 h a 10 h, 100 h y 1000 h de retardo; en la segunda sección 2 a 4 m se contabilizaron los combustibles de 100 h y 1000 h de retardo; y en la tercera sección sólo se contabilizó los combustibles maderables de 1000 h. Para determinar el combustible por tiempo de retardo se

utilizó un calibrador el cual ya se encontraban marcadas las medidas para cada tipo de combustible (Figura 3). De cada sitio se tomaron muestras de los combustibles de diferentes tiempos de retardo encontrados, cuando el combustible era de gran magnitud este fue cortado a una longitud considerable para ser transportada.



Figura 2. Muestreo de cuerda extendida y cuadro 1 x 1



Figura 3. Medición, calibración y clasificación de combustible maderable.

5.3. Colecta de carga de combustibles superficiales

Para determinar la carga de combustible superficial, es decir, herbáceas, pastos, arbustos y renuevos, se tomó un cuadro de 1 m² y se utilizó un cuadrado de PVC de 1 m x 1 m, este cuadro se colocó de lado derecho y al inicio de la cuerda que se colocó en dirección al Norte. Dentro de ese metro cuadrado, se consideró la cobertura (%) que ocupa cada combustible en esa área, la cual fue medida marcando cuatro cuadrantes dentro del mismo metro cuadrado, en el que cada cuadrante tendría un valor del 25%, de este modo se fue sumando la cantidad de combustible para determinar el total de cobertura de cada combustible. Con un flexómetro se midió las alturas de al menos cuatro unidades de cada combustible y en el caso de los arbustos, se midieron los diámetros mayores y menores. Todos los combustibles superficiales encontrados dentro de este cuadro se recolectaron y se guardaron en bolsas separadas por tipo de combustible.

5.4 Colecta de combustible fino

Para los combustibles del suelo, se tomó en cuenta la hojarasca, capa de fermentación y musgo, tomando como medida 30 cm² utilizando un cuadro de 30 cm x 30 cm (INIFAD, 2005), el cual fue colocado en la esquina del lado izquierdo del cuadro de 1 m². En este cuadro se consideró la cobertura (%) que ocupa cada combustible en este cuadro, del mismo modo se calculó la cobertura de combustible superficial descrita anteriormente. También se midió la profundidad que tiene cada combustible con ayuda de un Vernier, para el musgo y la capa de fermentación, no se pondrán datos menores a 1, estos se colocaron de la siguiente manera >1. De igual forma se muestrearon todos los combustibles del suelo que se encontraron, se guardaron en bolsas separadas, tomándolos en el siguiente orden: musgo, hojarasca y capa de fermentación, para este último, si la capa era muy gruesa se delimitó el área de 30 cm² con ayuda de una espátula y se levantó procurando no sacar suelo mineral.

Una vez obtenidas las muestras de todos los combustibles forestales, se metieron en una estufa de secado a no más de 80°C, se midió el peso por muestra hasta que su peso fue constante. Para los combustibles maderables, se marcaron tres puntos como referencia para medir sus diámetros con ayuda de un Vernier, de igual forma se midió la longitud con un flexómetro.

5.5 Evaluación

5.5.1 Evaluación para combustibles maderables

Para los combustibles con tiempo de retardo de 1 a 100 h se utilizó el modelo general de (Morfin et al., 2012)

$$C = ((k) * GE * (DCP) * (f) * (c))/L$$

C = Carga de combustible (Mg ha⁻¹) de 1, 10 y 100 horas k
= 1.234, factor que considera la gravedad específica

GE = Gravedad específica (g cm⁻³)

DCP = Diámetro cuadrático promedio de cada categoría (1, 10 y 100 horas) (cm²)

f = Frecuencia de las partículas intersectadas c = Factor de corrección de la
pendiente L = Longitud del transecto (m)

Para los combustibles con tiempo de retardo de 1000 h se utilizó el modelo general de (Morfin et al., 2012)

$$C = \frac{(k)(DB)(\sum DC(c))}{(N(L))}$$

C= Carga de combustibles (t/ha), k=1.234,
constante,

DB= densidad básica (kg/m³), DC=
diámetro cuadrático (cm²), c= factor de
corrección por pendiente,

N= número de líneas,

L= longitud de la línea de muestreo m

5.5.2 Evaluación para combustibles no maderables

Para obtener la carga de cada estrato se utilizó el modelo general de (Morfin et al., 2012)

$$C = \frac{(\text{Volumen por sitio (m}^3\text{)}) (\text{Promedio del peso seco de las muestras (kg)})}{\text{Promedio del volumen de las muestras (m}^3\text{)}}$$

Altura promedio de cada estrato en el sitio (m).

Cobertura (m²).

Volumen por sitio (m³) (producto de altura por cobertura).

Promedio de tal volumen a partir de alturas y cobertura de las 6 muestras de campo (m³). Promedio del peso seco de las 6 muestras de cada estrato (kg)

Para obtener la carga final en ton/ha se utilizó el modelo general de (Morfin et al., 2012)

$$C = \frac{[(10,000) (\text{Carga de todos los sitios de muestreo})] / N}{1,000}$$

- Número de sitios (N)
- Carga de cada uno de los sitios de muestreo
- Sumatoria del volumen a partir de alturas y cobertura

Para obtener la carga final en las unidades mencionadas, se multiplicó por 10,000, como factor de conversión de unidades de m² a ha y se dividió entre 1,000, para convertir de kilogramos a toneladas. Este procedimiento se aplicó para los cuatro estratos muestreados en el cuadro de 1 m², así como la unidad de muestra de 0.3 x 0.3 m.

VI. ACTIVIDADES REALIZADAS

Durante el Servicio Social se realizaron las siguientes actividades:

1. Búsqueda de información referente a los combustibles forestales, índice de riesgo e interpretación de datos
2. Muestro de combustibles maderables y superficiales en los sitios de estudio.
3. Caracterización y secado de los combustibles muestreados.
4. Calculo de resultados e interpretación de datos obtenidos.

VII. OBJETIVOS ALCANZADOS

- Se evaluaron y caracterizaron los combustibles forestales e índice de riesgos por incendios forestales en los parajes la Joya de las Chivas, Huixtle y el Maguey en el volcán Pelado, Alcaldía Tlalpan, CDMX.
- Se determinó la carga de combustible por tiempo de retardo y profundidad de hojarasca, capa de fermentación y musgo.
- Se caracterizaron combustibles vivos y muertos dentro del área de estudio.
- Se identificaron las áreas con mayor probabilidad de incendio dentro del paraje.

VIII. METAS ALCANZADAS

1. Se tomaron 78 muestras de los diferentes sitios de estudio.
2. Se caracterizaron y evaluaron 479 muestras de combustibles maderables, 72 muestras de combustibles del suelo y 65 de combustibles superficiales.

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1 Combustibles forestales maderables

Los resultados en general de los tres parajes (Joya de la Chivas, Huixtle y el Maguey) se presentan en el (Cuadro 1).

Los combustibles de 100 h de tiempo de retardo (TR) representan la mayor carga en esta categoría con 3.188 t/ha, seguido de los combustibles de 10 h de TR con 2.284 t/ha.

Al comparar los resultados obtenidos por (Xelhuanzi et al., 2011) de un bosque templado después de un incendio se observó que ambos estudios obtuvieron la mayor carga con los combustibles de 100 h y 10 h, sin embargo, los resultados de (Xelhuanzi et al., 2011) fueron menores; los combustibles de 100 h de TR con 0.49 t ha y los combustibles de 10 h de TR con 0.16 t ha.

Estos resultados se pueden ligar a las acciones como la extracción ilegal o los métodos fitosanitarios (derribo y aprovechamiento o abandono, apilado y quemado; podas y aclareos) estos favorecen la generación de combustibles no solo de 100 horas sino de 1000 horas (firmes y podridos) (Franco *et al.*, 2009).

Los combustibles finos por su parte como de 1 h y 10 h, son materiales que pierden humedad rápidamente y están disponibles a incendiarse en un periodo muy breve después de lluvia y en su totalidad durante la temporada de seca anual (Castañeda et al, 2015).

Los más gruesos de 100 h y 1 000 h, se incorporan al combustible fino tras un periodo de sequía largo o en un incendio en el que se generen grandes cantidades de calor, asimismo, por su diámetro mayor permanecerán ardiendo más tiempo que los combustibles (Castañeda et al., 2015), por lo tanto, las cargas totales de combustibles relativamente bajas, pueden hacer suponer erróneamente un moderado comportamiento del fuego si no se considera la composición de acuerdo con las categorías (Rodríguez, 2001).

9.2 Combustibles forestales no maderables

De estrato arbustivo se obtuvo 4.1387 t ha⁻¹, 5.585 t ha de pastos y de estrato herbáceo 11.389 t ha⁻¹. Por otro lado (Vázquez et al, 2019) evaluaron la carga de combustible no maderable en un Bosque de

Abies religiosa en Milpa Alta, CDMX un bosque de densidad alta, obtuvieron 0.522 t ha⁻¹ de estrato arbustivo, 0.190 t ha⁻¹ de pasto y 0.050 t ha⁻¹ de herbáceas del comparándolo con los resultados obtenidos es relativamente menor.

Los resultados se pueden justificar basado en la respuesta de Rodríguez y Fulé (1996), quienes señalan que los incendios frecuentes en el volcán Pelado ha favorecido la presencia de especies vegetales alóctonas, ya que durante varios años en un área no quemada se observaron doce especies de herbáceas, arbustivas y arbóreas, en tanto que en áreas quemadas se registraron 21 especies un año después del fuego.

Al presentarse especies vegetales alóctonas, la estructura del bosque cambia y aumenta la diversidad de un bosque (Corral et al., 2005).

Otro factor a considerar es la estructura y densidad del bosque, Wong y Villers (2007) mencionan que en las áreas más abiertas, los combustibles tienen grandes posibilidades de perder humedad más rápido, donde el proceso de combustión ante la presencia de fuego, generará incendios intensos con mayor resistencia al control.

Los combustibles evaluados por Caballero et al. (2018) en esta categoría fueron los pastos, las herbáceas y los arbustos, la carga de combustible fue mayor en la zona más densa con 1.05, 1.29 y 0.09 t ha⁻¹ para los pastos, los arbustos y las herbáceas, mientras que para la superficie con menor densidad se encontró 0.12, 0.07 y 0.01 t ha⁻¹ en promedio. Los arbustos aportaron mayor carga de combustible para la superficie con menos densidad arbórea; sin embargo, para la zona con mayor densidad arbórea los pastos contribuyeron mayor cantidad a la biomasa.

9.3 Combustible forestal fino o de suelo

Finalmente se obtuvo mayor carga en hojarasca con 6.99 t ha⁻¹, seguido de la capa de fermentación con 5.42 t ha⁻¹.

La hojarasca es el componente que arde con mayor prontitud y dispersa el fuego en los incendios superficiales (Arnaldos et al., 2004). En este sentido Martínez et al. (1990) consideran que una alta

acumulación de hojarasca, como lo fue en el área de estudio contribuye a una mayor incidencia de incendios, ya que la presencia y espesor definen la magnitud del incendio debido a su fácil ignición.

Cuadro 1. Carga de los combustibles forestales obtenidos en la Joya de las Chivas, Huixtla y el Maguey

Carga de combustibles superficiales (t ha⁻¹)				
Combustibles maderables				
1h	10h	100h	1000h	
			Firmes Podridos	
0.944	2.284	3.188	1.693	0.02
Combustibles no maderables				
		Pastos	Herbáceas	Renuevo
Arbustivo				
4.1387	5.5852		11.389	**
Hojarasca	Capa de fermentación		Musgo	
6.999	5.429		0.0861	

Las variables del clima y tiempo atmosférico que determinan en parte el contenido de humedad de los combustibles y que están estrechamente relacionadas son: a) precipitación y humedad relativa, b) temperatura, c) viento y d) radiación solar. Estas variables y los combustibles, determinan en cierta medida el comportamiento del fuego y la inflamabilidad de los combustibles (Xelhuantzi et al., 2011).

Los resultados de la presente investigación no fueron suficientes para poder indicar en que parajes es mayor la probabilidad de un incendio. La ocurrencia y el comportamiento de los incendios forestales están influidos principalmente por factores como: características de los combustibles, clima, tiempo atmosférico y topografía del lugar (De Bano, 1978). Al inicio del proyecto faltó recopilar más variables para dar un resultado más sustentado. Al respecto, para futuras investigaciones se sugiere tomar en cuenta el clima y tiempo atmosférico.

Este tipo de investigaciones refuerzan a tener más conocimiento del comportamiento del fuego en los incendios forestales, en este sentido, la interacción de los materiales combustibles, la zona y la atmosfera son variables importantes para considerar para un buen análisis ya que se pueden tomar decisiones más acertadas para el sitio de estudio.

X. CONCLUSIONES

El principal combustible maderable que se obtuvo fue el de 100 h con 3.19 t ha^{-1} , seguido del de 10 h con 2.28 t ha^{-1} .

Los combustibles no maderables resultaron con 11.389 t ha^{-1} de herbáceas, siendo el estrato más representativo y 6.99 t ha^{-1} de hojarasca.

Los sitios de estudios en general son propensos a incendios forestales, estos a que se propaguen con mayor facilidad por causa a la gran cantidad de combustible acumulada.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnaldos, V., J. Navalon., E. Pastor., E. Planas y L. Zarate. (2004). Manual de ingeniería básica para la prevención y extinción de incendios forestales. 1a ed. Mundi Prensa. Madrid. España. [En línea] [Fecha de consulta: 09 de Abril del 2022]. Disponible en: [chrome-https://books.google.com.pe/books?id=xPJNf6wD5i0C&lr=&num=20](https://books.google.com.pe/books?id=xPJNf6wD5i0C&lr=&num=20)
- Caballero, C, P; Santiago, J, W; Martínez, S, D; Cruz, S, O L; Pérez, S, E R; Aguirre, C, O A. (2018). Combustibles forestales y susceptibilidad a incendios de un bosque templado en la Mixteca alta, Oaxaca, México Foresta Veracruzana, vol. 20, núm. 1, 2018 Recursos Genéticos Forestales, México. [En línea] [Fecha de consulta: 20 de Mayo 2022]
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49757295003>
- Castañeda R., M.F., A.R. Endara A., M.L. Villers R. y E.G. Nava B. (2015). Evaluación forestal y de combustibles en bosques de *Pinus hartwegii* en el Estado de México según densidades de cobertura y vulnerabilidad a incendios. Madera y Bosques 21(2):45-58.
- Comisión Nacional Forestal. (2010). Incendios forestales, Guía práctica para comunicadores. [En línea] [Fecha de consulta: 27 de noviembre 2019] Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/10/236Gu%C3%ADa%20pr%C3%A1ctica%20para%20comunicadores%20-%20Incendios%20Forestales.pdf>
- Corral Rivas, J. J., Aguirre C, O. A., Jiménez P, J Corral R, S. (2005). Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural en el Bosque Mesófilo de Montaña" El Cielo", Tamaulipas, México. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales, 14(2), 217–228. Disponible en: [http://www.inia.es/gcontrec/pub/217-228-\(30_0S\)-Un_analisis_1162281437750.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/217-228-(30_0S)-Un_analisis_1162281437750.pdf)
- DeBano, L. F. and E. C. Conrad. (1978). The effect of fire on nutrients in a chaparral ecosystem. Ecology 59 (3): 489-497. [En línea] [Fecha de consulta: 09 de Abril del 2022]. Disponible en: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/1936579>
- Díaz G, E. (2015). Construcción de Mapas de combustible forestal para detectar el peligro de incendio en un bosque de Pino-Encino.

- Díaz G, E. González A, M. Jiménez P, J. Treviño G, J. Ávila F, D. (2012). Caracterización de combustibles forestales mediante un muestreo directo en plantaciones forestales. [En línea] [Fecha de consulta: 5 de octubre 2019] Disponible en:

https://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr245/es/psw_gtr245_426.pdf
[DwAAQBAJ&pg=PT109&dq=intersecci%C3%B3nes+planares+FORESTALES&hl=es&sa=X &ved=0ahUKEwigi-ef3IHIAhVNSq0KHf1uCLsQ6AEILzAB#v=onepage&q&f=true](https://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr245/es/psw_gtr245_426.pdf)
- Franco, S., A. Endara., H. Regíl y G. Nava. (2009). Estudio fitosanitario forestal del Parque Nacional Nevado de Toluca. Instituto en Ciencias Agropecuarias y Rurales [En línea] [Fecha de consulta: 19 de noviembre 2019] Disponible en:
<chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/journal/104/10448076006/10448076006.pdf>
- <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iFjvG3Mzl0C&oi=fnd&pg=PA59&dq=indice+d e>
- INIFAP. (2005). Sitios de muestreo para el modelaje de combustibles (SIMMCOF). [En línea] [Fecha de consulta: 19 de Noviembre 2019] Disponible en:
https://www.camafu.org.mx/wp-content/uploads/2018/02/Capitulo_II.pdf
- Julio, G. (1990). Diseño de índices de riesgo de incendios forestales para Chile. Instituto de Manejo Forestal. Universidad Austral de Chile. Pp 59 [En línea] [Fecha de consulta:
- Lorenzo M., A. (2016). Historia eruptiva del Volcán Pelado (Sierra Chichinautzin, México). [En línea] [Fecha de consulta: 20 de Mayo 2022] Disponible en:
chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Ain_hoa-Lorenzo-Merino/publication/309233067_Eruptive_history_of_Pelado_volcano_Sierra_Chichinautzin_Mexico_-_Historia_eruptiva_del_volcan_Pelado_Sierra_Chichinautzin_Mexico/links/580651f108ae03256b76e5dc/Eruptive-history-of-Pelado-volcano-Sierra-Chichinautzin-MexicoHistoria-eruptiva-del-volcan-Pelado-Sierra-Chichinautzin-Mexico.pdf

- Morfin R, J. E., Jardel P, E. J., Alvarado C, E., Michel-Fuentes, J. M. (2012). Caracterización y cuantificación de combustibles forestales. Comisión Nacional Forestal Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.
- Muñoz, C. Treviño, E. Verástegui, J. Jiménez, J. y Aguirre, Or. (2005). Desarrollo de un modelo espacial para la evaluación del peligro de incendios forestales en la Sierra Madre Oriental de México. [En línea][Fecha de consulta: 03 de octubre 2019]. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112005000100007
- Pérez G, C. López B, J. y Vela C, G. (2007). Influencia del relieve en las propiedades de un suelo afectado por incendio en el volcán El Pelado, Centro de México. [En línea] [Fecha de consulta: 5 de octubre 2019] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112009000200002
- Plana E., Font M., Serra M. (2016). Los incendios forestales, guía para comunicadores y periodistas. Proyecto eFIRECOM. Ediciones CTFC. 32pp. [En línea] [Fecha de consulta: 27 de noviembre 2019] Disponible en: http://efirecom.ctfc.cat/docs/efirecomperiodistes_es.pdf
- Rendón-Pérez, M. A., Hernández-de la Rosa, P., Velázquez-Martínez, A., Alcántara Carbajal, J. L., & Reyes-Hernández, V. J. (2021). Composición, diversidad y estructura de un bosque manejado del centro de México. *Madera y Bosques*, 27(1), e2712127. doi: 10.21829/myb.2021.2712127
- Rodríguez, D. A. y Cruz, R A. (2012). Avances en manejo integral del fuego en el centro de México. [En línea] [Fecha de consulta: 03 de octubre 2019] Disponible en: https://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr245/es/psw_gtr245_363.pdf
- Rodríguez-Trejo, D. (2001). Ecología del fuego en el ecosistema de *Pinus hartwegii* Lindley. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 7(2):145-15. [En línea] [Fecha de consulta: 09 de Abril del 2022]. Disponible en: <chromeextension://efaidnbmninnibpcapcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2F>

www.uv.mx/~personal/~ftcarmona/~files/~2010/~F08/~Frodriguez2001.pdf&clen=435848

- Rojas, S. Neri, F. Cruz, J. y Mora, E. (2019). Tópicos tecnológicos, científicos y ambientales Vol. II. Evaluación del riesgo de incendio forestal en el ejido Cruz de Ocote Ixtacamaxtitlan, Puebla. [En línea] [Fecha de consulta: 03 de octubre 2019]. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=J8J->
- Rojo M, G. Santillán, P. Ramírez, M. y Martínez A B. (2007). Propuesta para determinar índices de peligro de incendio forestal en bosques de clima templado en México. [En línea] [Fecha de consulta: 19 noviembre 2019]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/629/62970106.pdf>
- SEMARNAP. (2018). Incendios forestales. Secretaria del medio ambiente. México. [en línea] [Fecha de consulta: 19 de noviembre 2019] Disponible en <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/incendios-forestales-148160>
- Vázquez C, F V., Molina Z, J P. (2019). Caracterización de la carga de combustibles superficiales y aéreos en los bosques de oyamel (Abies religiosa H.B.K.) *Schl. Et Cham.* e Milpa Alta, Ciudad de México. [En línea] [[Fecha de consulta:20 de Mayo 2022] Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dicifo.chapingo.mx/pdf/tesislic/2019/V%C3%A1zquez_Chavira_FcoVicente&Zamarripa_MolinaJuanPablo_IRF.pdf
- Velázquez, A. (1982). Geo-ecología del volcán Pelado, México: estudio integral enfocado hacia la conservación del conejo Zacatuche. [En línea][Fecha de consulta: 3 de octubre 2019] Disponible en: <http://dunza.com.mx/zacatuche/PDF/613Capitulos%20en%20Libros/6131Nacionales/6131-5.pdf>
- Xelhuantzi C, J. Flores G, J. Chávez D, A. (2010). Análisis comparativo de cargas de combustibles en ecosistemas forestales afectados por incendios. [En línea] [Fecha de consulta: 5 de octubre 2019] Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v2n3/v2n3a4.pdf>