

CAPITULO VII -- DOCUMENTO

Reserva de la Biosfera Tehuacan-Cuicatlan



**RESULTADOS DE LAS QUEMAS PRESCRITAS EN
LA RESERVA DE LA BIOSFERA
TEHUACAN-CUICATLAN**

Reporte Final

CAPITULO VII -- DOCUMENTO

RESULTADOS DE LAS QUEMAS PRESCRITAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA TEHUACAN-CUICATLAN

Índice	Página
1. INTRODUCCION.....	3
2. METODOLOGIA.....	4
2.1 Combustibles por su tiempo de retardo.....	5
3. UBICACIÓN	7
4. Selección DE PARCELAS EXPERIMENTALES	10
5. RESULTADOS DE LAS QUEMAS PRESCRITAS	11
5.1 Condición de encino	12
5.1.1 Caracterización de la vegetación	14
5.1.2 Combustibles forestales	15
5.1.3 Condiciones atmosféricas y comportamiento del fuego.....	16
5.2 Condición de matorral.....	21
5.2.1 Caracterización de la vegetación	23
5.2.2 Combustibles forestales	23
5.2.3 Condiciones atmosféricas y comportamiento del fuego.....	26
5.3 Condición de pastizal.....	30
6. BIBLIOGRAFIA	34

1. INTRODUCCION

En el marco de las actividades del proyecto denominado **“Evaluación de Combustibles Forestales y Determinación del Comportamiento del Fuego para Definir Zonas de Riesgo de Incendios en Dos Áreas Naturales Protegidas”**, que se llevo a cabo en un trabajo conjunto entre el Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias, la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) y la Reserva de la Biosfera Tehuacán – Cuicatlán, con el apoyo Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), y en colaboración con el Centro Universitario de la Costa Sur, el Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad (IMECBIO), se realizaron varias quemas prescritas en diferentes tipos de vegetación.

De acuerdo a las actividades programadas en el proyecto se realizarían 5 quemas prescritas por Reserva para conocer el comportamiento del fuego en 5 diferentes tipos de vegetación. Para lograr este propósito se gestionaron sitios aptos, con propietarios de los mismos, comunidades indígenas y ejidos a los que pertenecían dichos sitios. Al final de las gestiones se obtuvieron 5 parcelas experimentales en la RBSM y 4 parcelas en la RBTC. Dentro de este documento solo se describirán las quemas de la RBTC, las quemas de la RBSM se describen en el documento anterior.

Con las quemas prescritas se analizó el comportamiento del fuego (CF) en ecosistemas determinados, conocer los factores ambientales que inciden para disminuir el impacto del fuego, determinar las cargas de combustibles antes de la quema prescrita y desarrollar modelos de comportamiento de fuego. Con esta información generada, se tendrán elementos para los programas orientados al manejo integral del fuego (MIF) y de esta manera determinar los ecosistemas que por su vegetación son sensibles al fuego, aquellos que su vegetación presenta adaptaciones que los hacen dependientes del fuego o ecosistemas que son independientes al fuego y la flora presente es altamente dañada en la presencia de un incendio forestal.

2. METODOLOGIA

Con fines del inventario de combustibles y quemas prescritas se establecieron parcelas que tuvieran más de dos hectáreas, como característica optima, sin embargo, en algunas parcelas la superficie fue menor, esta medida de superficie se ajusto para no afectar más de lo necesario a ciertos tipos de vegetación, como lo fue en el matorral. Con la finalidad de conocer las cargas de combustibles de cada parcela experimental, se ubicaron un mínimo de 2 sitios de muestreo, en los cuales se recopilaron los datos del arbolado presente en el área, además se caracterizaron arbustos, hierbas, pastos; regeneración, y su porcentaje.

El primer día se uso para caracterizar la vegetación y muestrear combustibles. En el segundo día se llevaron a cabo las quemas controladas, donde se registró la velocidad de propagación del fuego, así como la altura de las llamas y el tiempo atmosférico prevaleciente durante la quema. Por último se evaluó la cantidad de combustible consumido.

Para la caracterización de los combustibles las parcelas se dividieron en cuadrantes. En cada cuadrante se caracterizo la vegetación y se designo un sitio para arbolado (menor de 2m, regeneración y arbustos). También se muestreo el material combustible leñoso en el suelo forestal, para lo cual se consideraron las ramas y troncos que se intersectan en cuatro líneas de intersecciones planares con una distancia de 15m. Dentro del subsitio se muestrean también las herbáceas y el humus en un cuadrante de 30cm por 30cm. Para evaluar el consumo de combustible se instala una varilla con una profundidad de mantillo orgánico conocido y después de la quema se mide la cantidad de mantillo que quedo y esta cantidad se le resta a la cantidad inicial y el resultado es el consumo.

A continuación se presenta, en forma general, el tipo de variables que se midieron en el inventario de combustibles forestales:

1) Biomasa y carga de combustibles:

- a. Material leñoso caído
- b. Hojarasca y capa de fermentación
- c. Vegetación herbácea
- d. Arbustos
- e. Coníferas menores de 2m en altura

- 2) Altura de arbustos y árboles pequeños
- 3) Porcentaje de cobertura de vegetación herbácea y arbustos
- 4) Porcentaje de individuos muertos en vegetación herbácea y arbustos
- 5) Porcentaje de cobertura de la hojarasca en el sitio.

El sitio de muestreo para la evaluación de combustibles se configura de la manera que sigue:

- 1) Un subsitio cuadrado de 30cm por 30cm, para el muestreo de herbáceas, pastos, hojarasca, y capa de fermentación, se medirá porcentaje de coberturas y profundidad.
- 2) Transecto lineal para evaluación de material leñoso caído de 15m.
- 3) Sitio circular para inventario dasométrico, de aproximadamente 600m², esto es con un radio de 13.82m.
- 4) Subsitio circular para caracterización de árboles de entre 0.3 y 2m de altura y arbustos, con un área de 200m².
- 5) Sitios de consumo para evaluar el porcentaje de mantillo consumido por el fuego en la quema.

Para la evaluación de combustibles se usaron diferentes técnicas de acuerdo con el tipo de combustibles (Cuadro 4).

Cuadro 1. Técnicas de evaluación de los diferentes tipos de combustibles.

Tipo de Vegetación	Técnica
Material leñoso tirado	Intersección planar
Hojarasca.	Peso relativo Profundidad
Capa de fermentación	Peso relativo Profundidad
Herbáceas	Medición de copas, altura y cobertura
Arbustos	Medición de copas, altura y cobertura
Pequeñas coníferas	Conteo de árboles

2.1 Combustibles por su tiempo de retardo

Se midieron desde ramillas hasta troncos tirados en el suelo en el transecto que se marcó. Los combustibles leñosos en el suelo se tipificaron según su diámetro en cuatro clases: a) 0 a 0.7 cm (combustibles de 1 hora); b) 0.7 a 2.5 cm (10 horas); c) 2.5 cm a 7.5 cm (100 horas); d) mayores de 7.5 cm (1000 horas).

Con el propósito de estimar la carga de combustibles por su tiempo de retardo, cada tipo de combustible requirió diferente unidad de muestreo y diseños de transecto diferente para el tipo de vegetación.

Para la de encino se utilizaron cuatro cuerdas de 15 metros distribuidas hacia los puntos cardinales. Todos estos combustibles se midieron en el mismo transecto pero con diferentes longitudes según su clase: a) los combustibles de 0 a 0.6 cm y 0.7 a 2.5 cm se midieron en un transecto de 3.5 m; b) los combustibles de 2.5 a 7.5 cm se midieron en un transecto más largo de 7 m; d) los combustibles mayores a 7.5cm se midieron en la longitud de, que fue de 15m (Cuadro)

Cuadro 2. Largo del transecto* para estimar las cargas de combustible por su tiempo de retardo.

Diámetro	Tiempo de retardo	Largo de la cuerda (metros)	Numero de cuerdas	Total de la línea por sitio (metros)
Menor a 0.6 cm	1 hora	3.5	4	14
De 0.6 a 2.5 cm	10 horas	3.5	4	14
De 2.6 a 7.5 cm.	100 horas	7	4	28
Mayor a 7.5 cm	1 000 horas	15	4	60

*Para encino.

Para el caso del pastizal y del matorral se utilizaron tres cuerdas de 7 metros. La primera línea con rumbo al norte, la segunda a los 120° y finalmente la tercera a los 240°. De igual forma se midieron los combustibles intersectados en las siguientes longitudes: a) los combustibles de 0 a 0.6 cm y 0.7 a 2.5 cm se midieron en un transecto de 3.5 m; b) los de 2.5 a 7.5 cm y los combustibles mayores a 7.5cm se midieron en el transecto en longitud de 7 m (Cuadro X).

Cuadro 3. Largo del transecto* para estimar las cargas de combustible por su tiempo de retardo.

Diámetro	Tiempo de retardo	Largo de la cuerda (metros)	Numero de cuerdas	Total de la línea por sitio (metros)
Menor a 0.6 cm	1 hora	3.5	3	10.5
De 0.6 a 2.5 cm	10 horas	3.5	3	10.5
De 2.6 a 7.5 cm.	100 horas	7	3	21
Mayor a 7.5 cm	1 000 horas	7	3	21

*Para pastizal y matorral

3. UBICACIÓN

La región de Tehuacán-Cuicatlán está delimitada al occidente por el borde de la Sierra Mixteca y al oriente por tres macizos montañosos: en la parte norte por la Sierra de Zongolica, en la parte intermedia por la Sierra Mazateca y al Sur por la Sierra de Juárez. Debido a lo accidentado de la región y a su variación en la precipitación anual, se han creado microclimas que provocan la existencia de una gran riqueza de flora y fauna, que además se enriquecen por la confluencia de dos regiones biogeográficas que son la Neártica y la Neotropical. Este hecho hace a la reserva uno de los centros de mayor biodiversidad y endemismo de plantas y animales en el mundo. En cuanto a los estudios realizados en la reserva, estos han sido mayormente enfocados a las plantas, lo que hace que hasta la fecha se tenga un gran desconocimiento de la fauna y los procesos ecológicos que suceden en los ecosistemas que forman parte de la reserva. Por lo tanto, se debe dar continuidad a los proyectos existentes y fomentar el desarrollo de nuevas líneas de investigación con énfasis en el área de Ecología y Ecología animal.

La superficie que cubre es de 490.187 ha, y su altitud varía de los 600 a los 2.950 msnm. El clima árido es controlado en gran parte por la Sierra de Zongolica que se encuentra entre el valle y el Golfo de México, ya que los vientos húmedos y las nubes cargadas de agua son interceptados por las montañas (Enge y Whiteford 1989).

El valle de Tehuacán presenta un mosaico de afloramientos de diferentes eras geológicas y composición. En general el área presenta sedimentación del Terciario Temprano, seguida de algunas actividades volcánicas en el Plioceno y Pleistoceno. Parte de la Sierra de Zongolica tiene afloramientos de rocas metamórficas del Paleozoico. En las partes bajas se encuentran sedimentos del Terciario, areniscas y conglomerados del Cuaternario (López-Ramos 1981).

El aislamiento en el que se encuentra el valle de Tehuacán-Cuicatlán y los cambios climáticos, hacen que se presente una gran diversidad y endemismo de plantas. El valle es considerado por algunos especialistas como centro de especiación. Cuenta con cactáceas columnares de hasta 15 m. Entre la riqueza vegetal destacan los cactus y la presencia del 10% de agaves del total registrado en el país (Arias *et al.* 2001, Bravo-Hollis 1978).

La región tiene una gran variedad de hábitats relacionados con las variaciones en la topografía, altitud, substratos geológicos y clima, lo que propicia formaciones y asociaciones de vegetación. Las comunidades vegetales son afectadas por la marcada estacionalidad de la precipitación, con básicamente seis meses de sequía que van de noviembre hasta abril. La flora es muy rica con 910 géneros de plantas de los cuáles 2.700 especies son plantas vasculares. El

endemismo de plantas se estima en un 30% (Dávila-Aranda 1983, Arriaga *et al.* 2000). El sureste del valle de Tehuacán es considerado uno de los tres centros mexicanos más ricos en el grupo taxonómico Agave; de los 250 géneros endémicos de México el 10 % se encuentra en la región. Los principales tipos de vegetación y uso de suelo en la región que comprende parte del área protegida y la región terrestre prioritaria del valle de Tehuacán-Cuicatlán son: la selva baja caducifolia con un 29% del territorio de la reserva; terrenos dedicados a la agricultura, crianza de ganado, y de explotación forestal con el 22%; el bosque de encino y pino con 21%; el matorral desértico rosetófilo con predominancia de arbustos espinosos y una presencia importante de cactáceas con el 10%; el matorral crasicaule con vegetación dominada por cactáceas de gran tamaño con el 8%; y otros tipos de vegetación con el 10% (Arriaga *et al.* 2000).

En cuanto a biodiversidad la RBTC, en flora es muy rica con 910 géneros de plantas, de los cuales 2.700 especies son plantas vasculares. El endemismo de plantas se estima en un 30%. La fauna se cuenta con aproximadamente 102 especies de mamíferos, 356 especies de aves entre las que destaca la guacamaya verde (*Ara militaris*) en peligro de extinción, y también se han estimado alrededor de 53 especies de reptiles.

La población que se encuentra dentro de los límites de la reserva Tehuacán-Cuicatlán, está dividida en 31 municipios para el estado de Oaxaca (con una representación del 15% del total de los habitantes) y 20 municipios para el estado de Puebla (con una representación del 85%). En este último estado, tan solo el municipio de Tehuacán cuenta con alrededor de 200.000 habitantes. Esta situación hace que las relaciones entre la administración del área protegida, así como de instituciones gubernamentales y privadas, sea difícil de llevar por el número tan alto de personas con diferentes culturas e idiosincrasias.

La RBTC se considera como amenazada, por ello es necesario la implementación de medidas de recuperación, planeación e investigación, con el fin de proteger y mantener su gran diversidad biológica. Dentro de las amenazas actuales de la RBTC se encuentran: la cacería ilegal, saqueo de cactáceas, contaminación, crecimiento de los asentamientos poblacionales dentro de la reserva, deforestación, falta de información, vigilancia e incendios forestales.

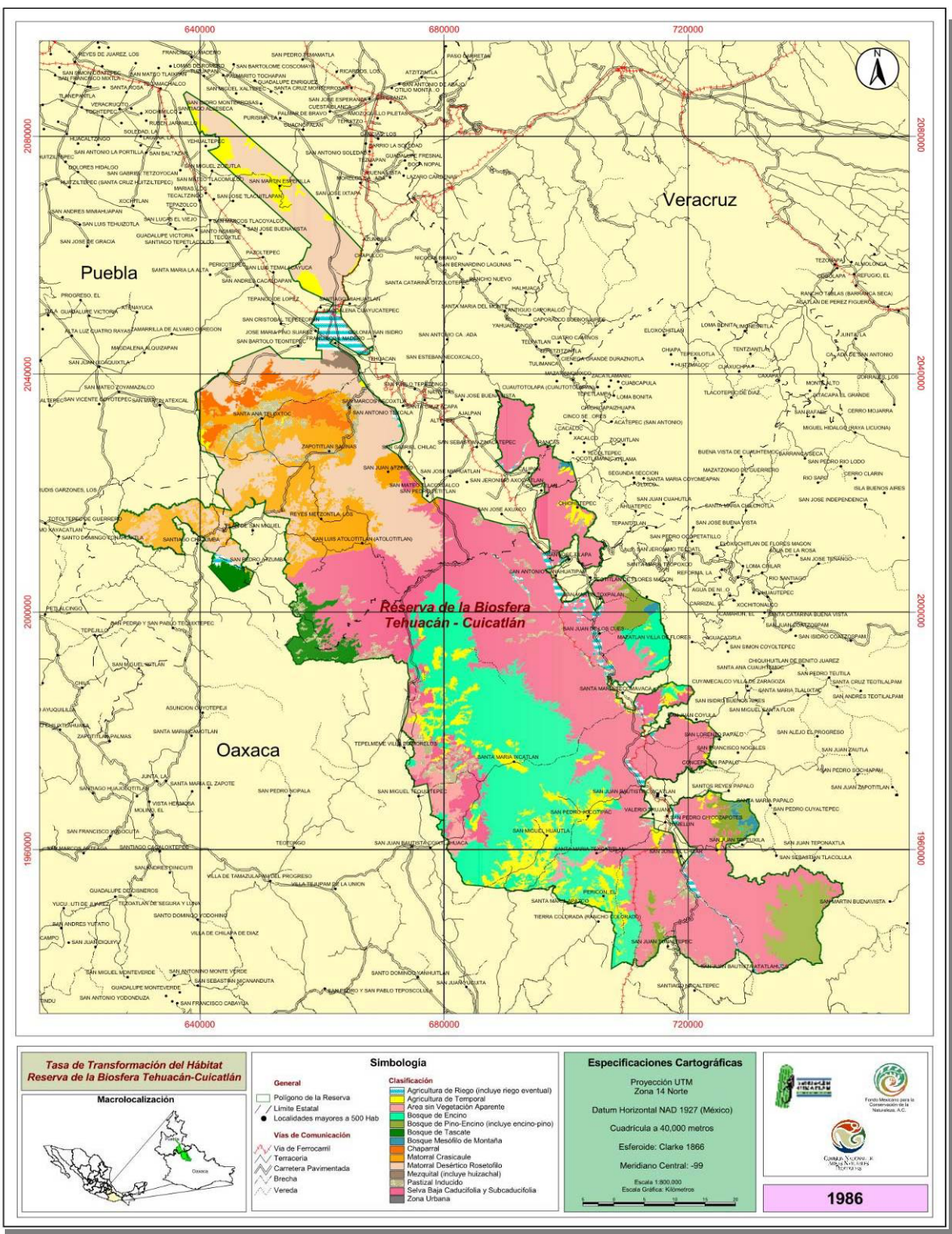


Figura 1. Ubicación de la Reserva de la Biosfera Sierra Tehuacan Cuicatlán, donde los colores representan los diferentes tipos de vegetación presentes dentro de la Reserva.

4. SELECCIÓN DE PARCELAS EXPERIMENTALES

En la Reserva de la Biosfera Tehuacán Cuicatlán se seleccionaron cuatro parcelas experimentales. En dos parcelas se pudieron llevar a cabo las quemas prescritas; en las otras dos, por las condiciones ambientales no se pudieron llevar a cabo las quemas. En total 2 quemas prescritas y los tipos de vegetación de las parcelas experimentales fueron: 1) encino, 2) matorral, 3) y 4) pastizal (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resumen de las parcelas experimentales seleccionadas en la Reserva de la Biosfera Tehuacán Cuicatlán

Vegetación	Fecha de quema	Predio	Municipio	Perímetro (m)	Sup Ha.
Encino	26-Mar-06	Totolenga	Huauclilla	709.9971	3.4600
Matorral	29-Mar-06	Cerro prieto	Chazumba	400.728	0.9439
Pastizal	30-Mar-06	Agua Agria	Axiuxco	836.092	3.1673
Chimalacate	28-Mar-06	Chimalacate	Miahuatlan	324.9008	0.6106

De las cuatro parcelas gestionadas dos fueron del Estado de Puebla: 1) Axiuxco y 2) Miahuatlan; y dos del Estado de Oaxaca: 1) Huauclilla y 2) Chazumba

Las superficies de las parcelas experimentales vario de casi 1 hectárea en el matorral y pastizal hasta poco más de 3 hectáreas en las de encino y pastizal. La variación en las dimensiones de las parcelas se debió a cuestiones de seguridad al hacer las quemas prescritas y a la facilidad dada por los propietarios de los terrenos. En total se tuvo un total de aproximadamente 8 hectáreas en las 4 condiciones que se trabajaron en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlan.

5. RESULTADOS DE LAS QUEMAS PRESCRITAS

Como se menciono anteriormente fueron 4 las condiciones de vegetación en las que se realizaron las quemas prescritas (Figura 2). En cada condición se hicieron un número determinado de muestreos dependiendo de las condiciones topográficas y de vegetación.

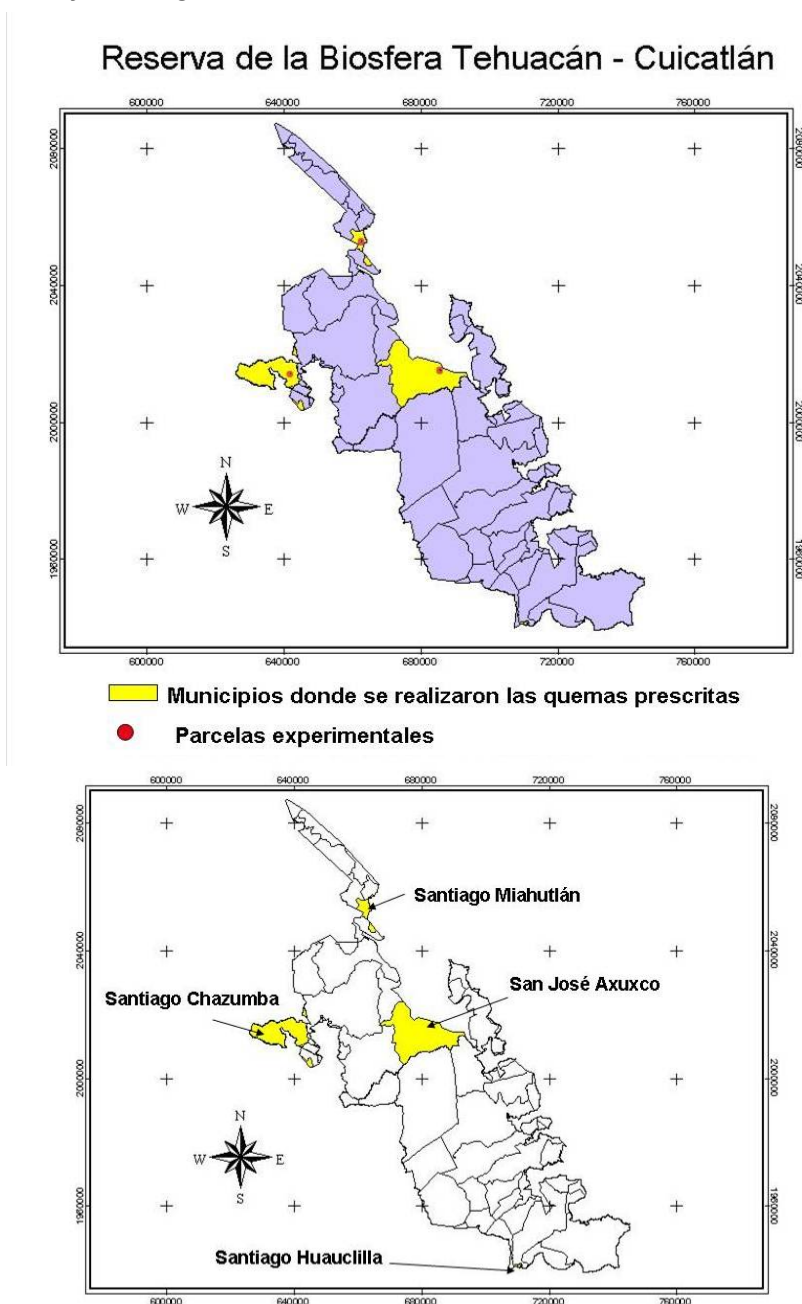


Figura 2. Localización de las parcelas experimentales

5.1 Condición de encino

Esta quema se realizó en la parcela experimental ubicada en el predio denominado "Totolenga" en el municipio de Santiago Huauclilla el día 26 de marzo de 2006, se inició a las 2:40 de la tarde y tuvo una duración de poco más de 3 horas. Se aplicó en una superficie calculada de 6.8 hectáreas, teniendo una guardarraya de aproximadamente de 709.997m (Figura 3).

Clave: pue_enci_260306

Entidad Federativa: Oaxaca

Predio: Totolenga

Municipio: Huauclilla

Fecha: 26 de marzo de 2006

Superficie: 3.46 hectáreas

Pendiente: 10° - 20°

Elevación: 2200 - 2300 m.s.n.m.

Temperatura promedio: 25.6 °C

Humedad Relativa: 34.6 %

Coordenadas: Latitud: 17° 27' 38.26" Longitud: 97° 06' 57.68"

Reserva de la Biosfera Tehucán Cuicatlán Encino

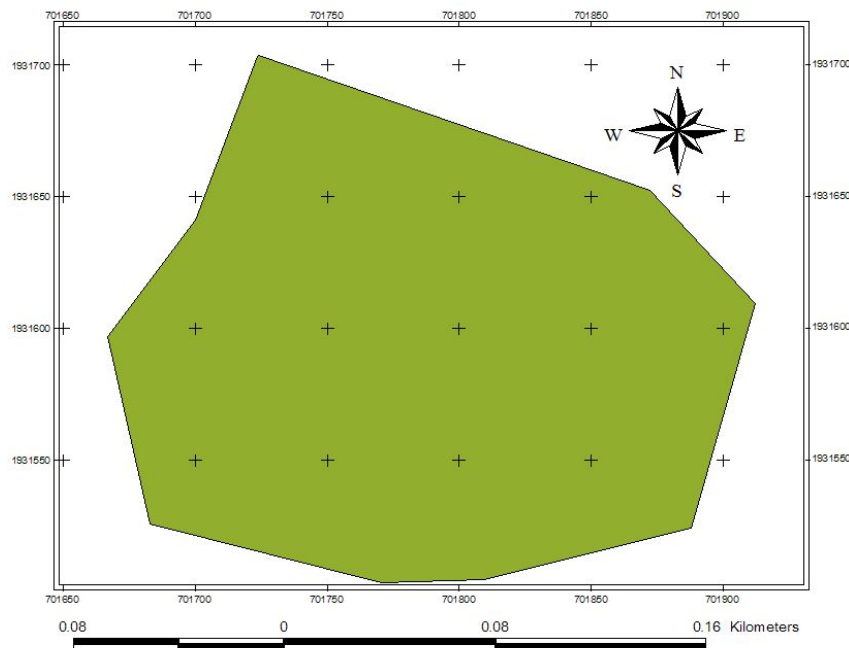


Figura 3. Parcela experimental de encino

Se trató de un sitio conservado con dominancia de encino, (Figura 4) con gran acumulación de combustible ligero en forma de hojarasca (Figura 5). El combustible presentaba alto nivel de humedad ya que había llovido en el lugar en días anteriores.



Figura 4. Vista general del sitio de encino



Figura 5. Sitio de encino mostrando la acumulación de hojarasca

5.1.1 Caracterización de la vegetación

En el bosque de encino se levantaron tres sitios de muestreo. En el primer sitio se contabilizaron 26 individuos, en el segundo 27 y en el tercero 14; en total 67 individuos (Figura 6). Los cálculos realizados al arbolado mayor a 2 metros determinó una densidad aparente de 372 individuos por hectárea.

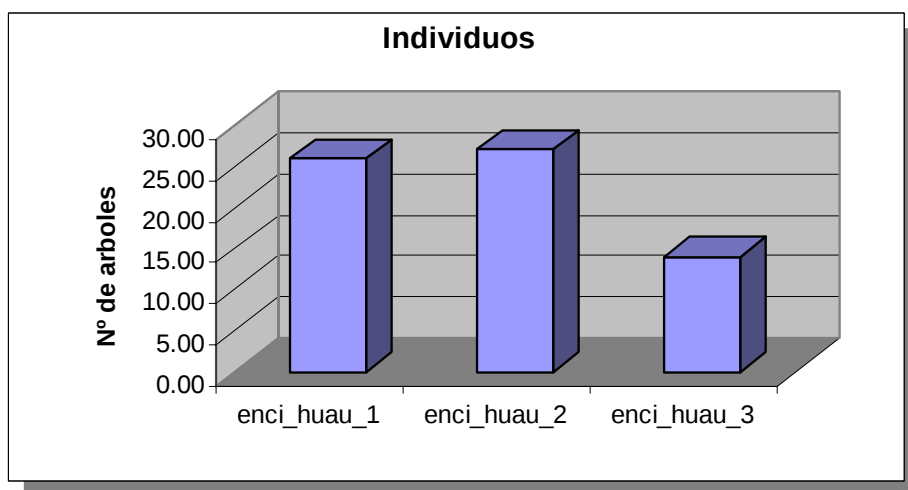


Figura 6. Número de individuos contabilizados por sitio de muestreo.

El promedio de altura del arbolado es de 5.28 m, siendo el sitio de muestreo 1 (enci_huau_1) el que presento el promedio de mayor altura, con 5.65 metros. El sitio 2 (enci_huau_2) fue el que presento los valores más bajo con 4.96m (Figura 7).

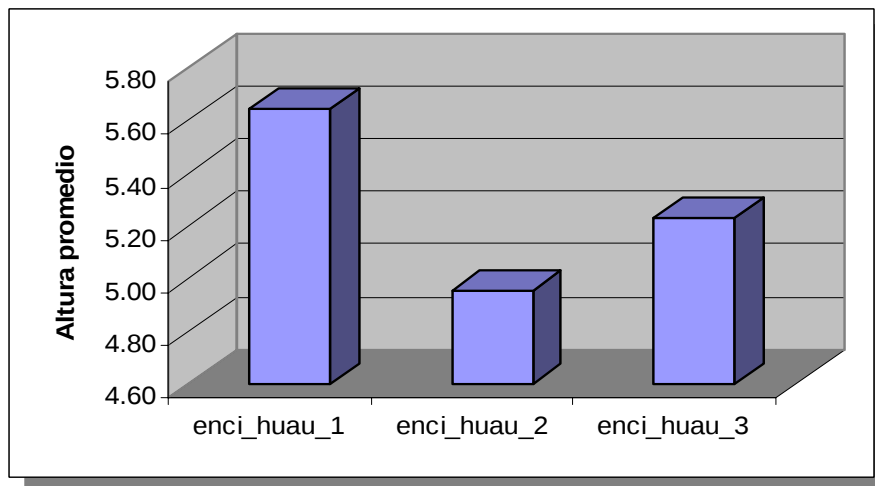


Figura 7. Alturas promedio del arbolado mayor a 2 metros por sitio de muestreo.

5.1.2 Combustibles forestales

Se realizó el cálculo con el método propuesto por Brown 1982 para estimar cargas de combustible. Primeramente se determinaron las cargas por sitio, los resultados se observan en la Figura 8, siendo el sitio 1 (enci_huau_1) el que presento una mayor carga para combustibles de 10hrs; el sitio 2 (enci_huau_2) para combustibles 100 hrs. No se presentaron combustibles de 1000 hrs (podridos y firmes) y las cantidades de 1 hr fueron muy similares en los tres sitios.

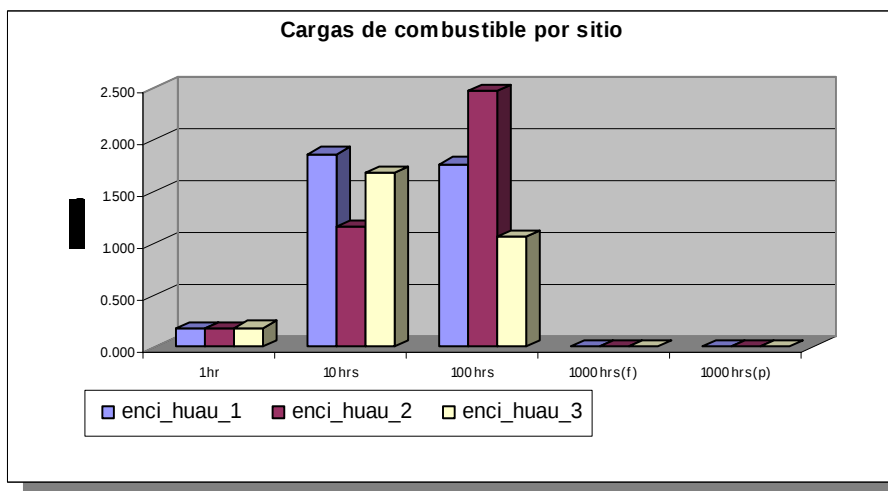


Figura 8. Cargas promedio por sitio de los combustibles de 1 hr, 10 hrs, 100 hrs, 1000 hrs para troncos firmes (f) y 1000 hrs para troncos podridos (p).

Una vez obtenidos los resultados se calculo las cargas promedio por cada tipo de combustible de los 3 sitios, se tuvo como resultado 0.17839 ton/ha para los combustibles de 1hr, 1.57355 ton/ha para los de 10 hrs, 1.77161 ton/ha para los de 100 hrs, cero para los de 1000 hrs (firmes y podridos)(Figura 9).

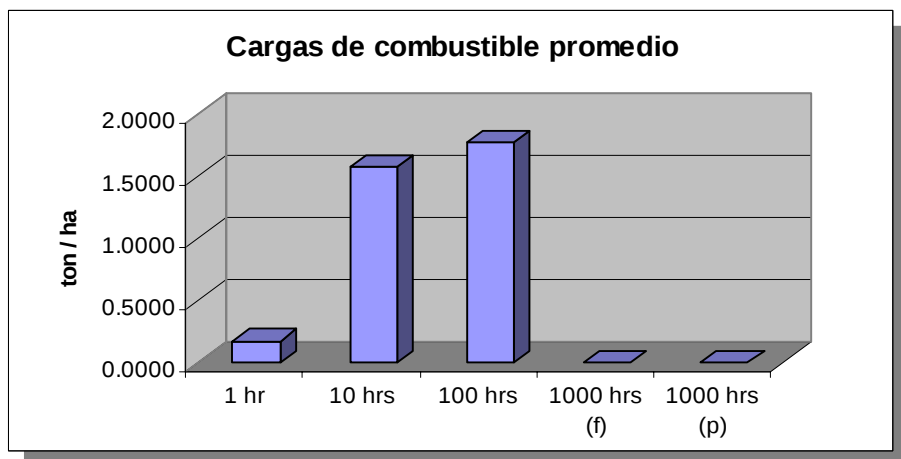


Figura 9. Cargas promedio de los 3 sitios en los combustibles de 1 hr, 10 hrs, 100 hrs, 1000 hrs para troncos firmes (f) y 1000 hrs para troncos podridos (p).

5.1.3 Condiciones atmosféricas y comportamiento del fuego.

Durante el proceso de las quemas controladas se evaluaron dos aspectos: 1) comportamiento del fuego; y 2) condiciones atmosféricas. A continuación se hace un análisis en el que se interpreta, con los elementos evaluados, la relación entre estos dos aspectos.

En cuanto a las características del comportamiento del fuego (CF) se evaluó la altura de llama y se observo que un comportamiento influenciado por las variaciones en la humedad relativa (Figura 10). La relación esperada es de un aumento en la HR y una disminución de la altura de llama, como sucedió al principio de la quema.

Cabe señalar que los niveles de HR se mantuvieron con valores de 15% hasta 40%, esta última fue la de mayor registro. Los parámetros de HR fueron bajos, sin embargo fueron adecuadas por las condiciones altas de humedad presentes en los combustibles forestales. Esto debido a una lluvia registrada un día antes.

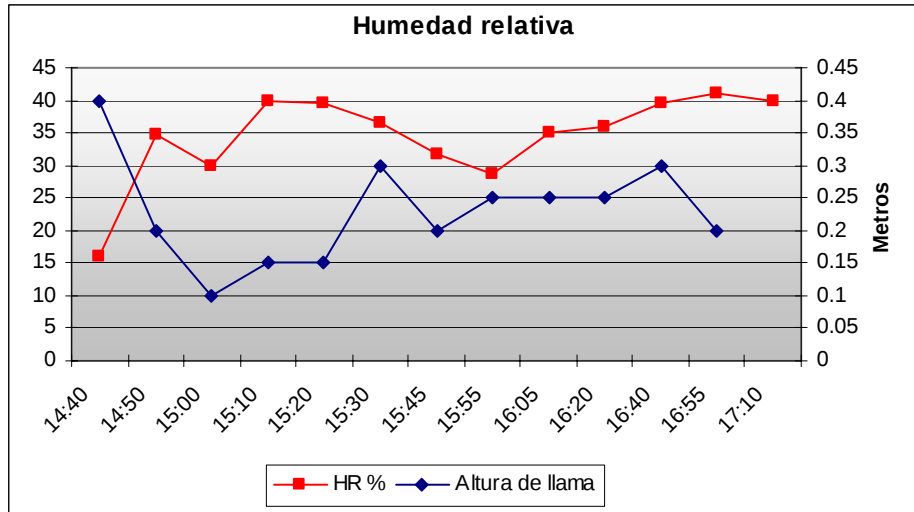


Figura 10. Relación de variaciones de dimensiones de llama y variaciones de humedad relativa, en la condición pino-encino.

La temperatura ambiental tuvo registro alto al inicio y en la mitad de la quema, sin embargo fue disminuyendo, y llegó a valores por debajo de los 25 °C. El promedio registrado fue de 25.5 °C. En la Figura 11 se puede observar un ligero incremento en la temperatura a mitad de la quema, este se da precisamente cuando se registra una disminución en la HR.

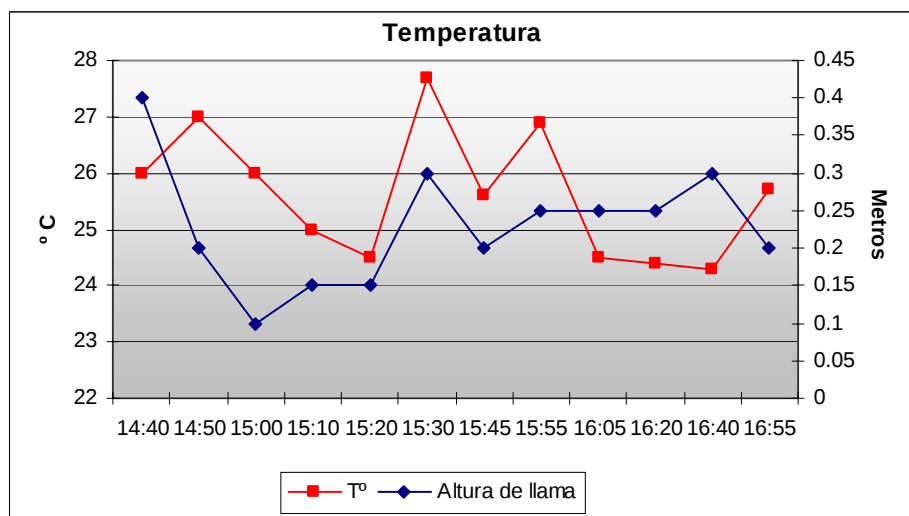


Figura 11. Relación de las variaciones de dimensiones de llama y variaciones de temperatura, en la condición de encino.

En el caso de la velocidad del viento (Figura 12) se observa una condición de cambios en las velocidades durante toda la quema, con rachas de viento de 0 a 9 km/hr. La mayoría de los incrementos en la alturas de llama se presentan cuando se registran rachas de viento. Sin embargo, en general la altura de llama fue baja. En general se registro una velocidad promedio de 5.7 km/h.

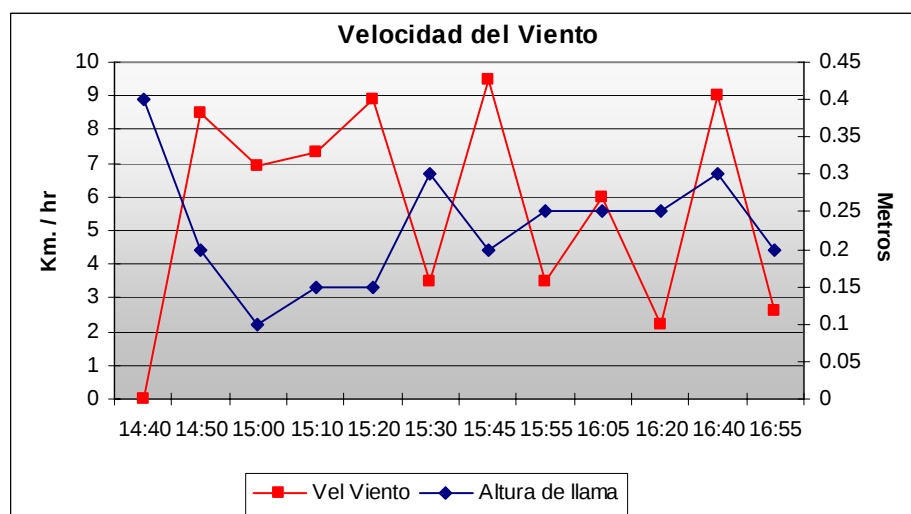


Figura 12. Relación de variaciones de las dimensiones de llama y las variaciones de velocidad del viento, en la condición encino.

La velocidad de propagación (VP) promedio fue baja en casi toda la quema. La velocidad mínima fue de 0.2 m/min, en contra pendiente y en contra del viento y como máxima una velocidad de 1.45 m/min (Figura 13). Aunque en algunos momentos se registro un aumento en la VP, en general no se registraron grandes aumentos. El factor que pudo influir en este comportamiento quizás fue la humedad presente en los combustibles forestales

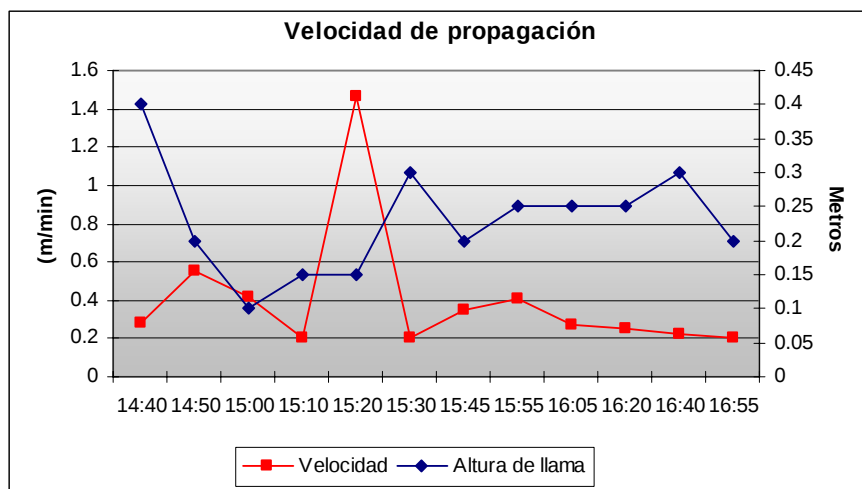


Figura 13. Relación de las variaciones de dimensiones de llama y la velocidad de propagación, en la condición encino.

En general el fuego el comportamiento del fuego se mantuvo constante durante la quema, esto debido a los factores atmosféricos y a que el material combustible contaba con alto nivel de humedad ya que en el sitio se habían presentado lluvias en días anteriores. El comportamiento del fuego se distingue en las Figuras 14, 15 y 16.



Figura 14. Propagación del fuego



Figura 15. Probación del fuego, donde se distingue el humo blanco que indica gran cantidad de humedad en los combustibles



Figura 16. Comportamiento del fuego en sitios de alta humedad en el combustible presente.

5.2 Condición de matorral

La quema se realizó en la parcela experimental ubicada en el predio denominado “Agua agria” en el municipio de Axiuxco el día 30 de marzo de 2006, se inició a las 11 de la mañana y tuvo una duración de poco más de 1 hora. Se aplicó en una superficie calculada de 0.9439 hectáreas, teniendo una guardarraya de aproximadamente de 836.092m (Figura 17).

Clave: pue_mato_290306

Entidad Federativa: Oaxaca

Predio: Cerro prieto

Municipio: Santiago Chazumba

Fecha: 29 de marzo de 2006

Superficie: 1 hectárea

Pendiente: 10° - 24°

Elevación: 1950 - 2050 m.s.n.m

Temperatura promedio: 29 °C

Humedad Relativa: 38.5 %

Coordenadas: Latitud: 018° 12' 39.036" Longitud: 097° 39' 30.213"

Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán Matorral

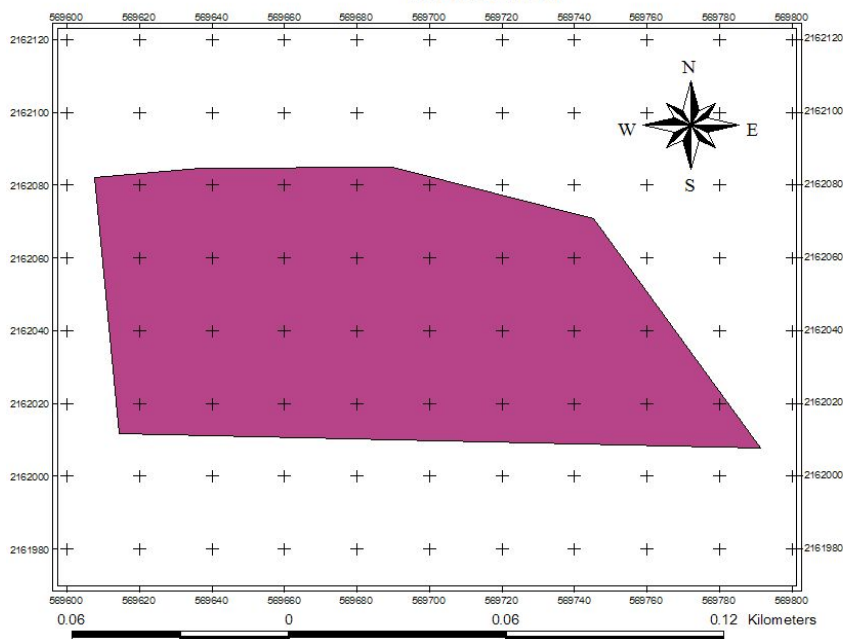


Figura 17 Parcela experimental de matorral

El sitio presentaba una condición de matorral denominada comúnmente como Izotal, donde si llegase a suceder un incendio, debido al material altamente combustible que la componen y la estructura en que esta dispuesta la vegetación de manera estratificada(Figura 19), se favorece la propagación del fuego y este puede llegar a ser catastrófico.



Figura 18 Vista general del sitio de matorral



Figura 19. Estratos de la vegetación

5.2.1 Caracterización de la vegetación

Matorral con presencia de especies con hojas en roseta, sin tallo aparente. También gran presencia de plantas del genero *Yucca*, conocidas como isotos. Poca presencia de pastos y se presentan partes con suelo desnudo, la vegetación no tiene continuidad. Los estratos más altos alcanzan hasta los 5 m.

En este sitio el estrato mas alto llego hasta los 5 m, seguido por un estrato no mayor a los 3m, representado por los isotales, en estrato mas bajo no sobrepaso los 50cm, en este se encontraban diferentes especies de cactaceas.

5.2.2 Combustibles forestales

Se realizo el cálculo con el método propuesto por Brown para estimar cargas de combustible. Primeramente se determinaron las cargas por sitio, los resultados se observan en la Figura 20, siendo el sitio 2 (mato_carp_2) el que presento una menor carga para combustibles. El sitio 1 (mato_carp_1) presento mayor carga de combustibles 1 hr, 10 hrs. No se presentaron combustibles de 100 hrs y de 1000 hrs (firmes y podridos).

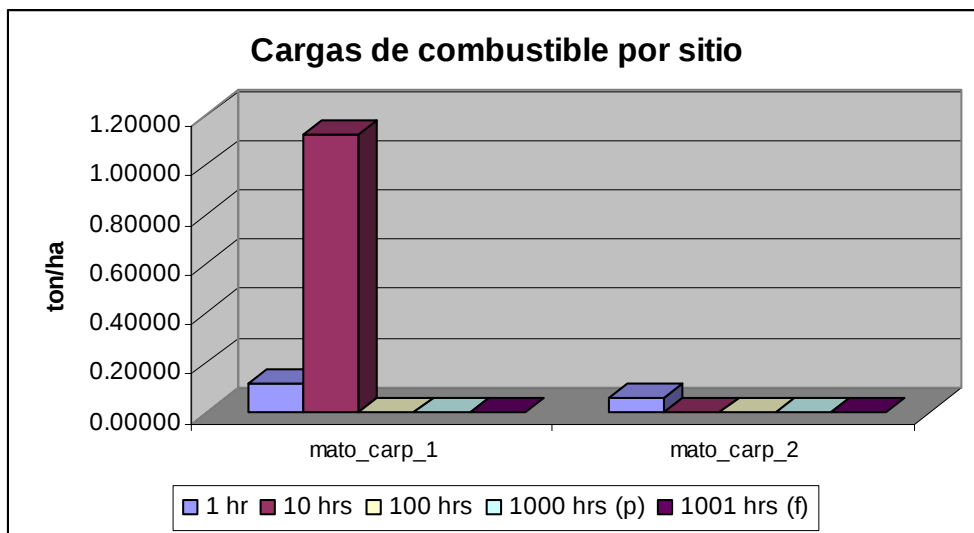


Figura 20. Cargas promedio por sitio de los combustibles de 1 hr, 10 hrs, 100 hrs, 1000 hrs para troncos firmes (f) y 1000 hrs para troncos podridos (p).

Una vez obtenido los resultados se calcularon las cargas promedio por cada tipo de combustible de los dos sitios. Dando como resultado 0.08668 ton/ha para los combustibles de 1hr, 0.56156 ton/ha para los de 10 hrs (Figura 21).

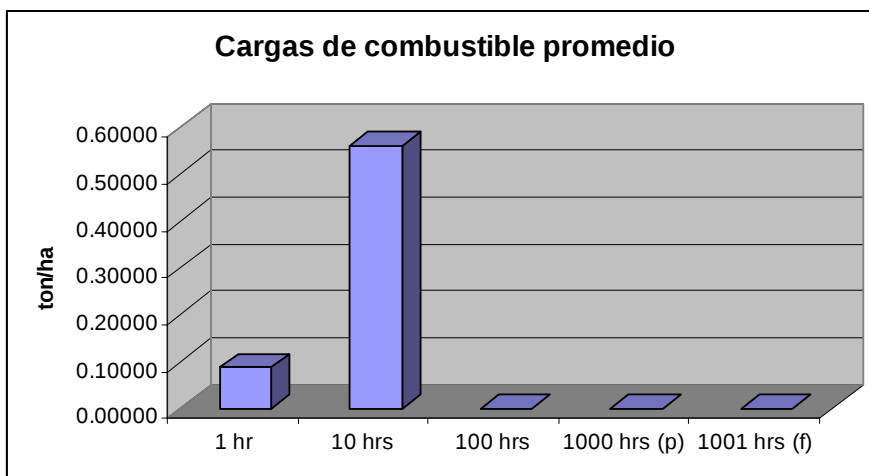


Figura 21. Cargas promedio de los 3 sitios en los combustibles de 1 hr, 10 hrs, 100 hrs, 1000 hrs para troncos firmes (f) y 1000 hrs para troncos podridos (p).

5.2.3 Condiciones atmosféricas y comportamiento del fuego.

Durante el proceso de las quemas controladas se evaluaron dos aspectos: 1) comportamiento del fuego; y 2) condiciones atmosféricas. A continuación se hace un análisis en el que se interpreta, con los elementos evaluados, la relación entre estos dos aspectos.

En cuanto a las características del comportamiento del fuego (CF) se evaluó la altura de llama (Figura 22). La humedad relativa (HR) fue disminuyendo y la altura de llama fue aumentando. Los niveles de HR fueron altos al principio de la quema (45%), sin embargo los valores disminuyeron hacia el medio día.

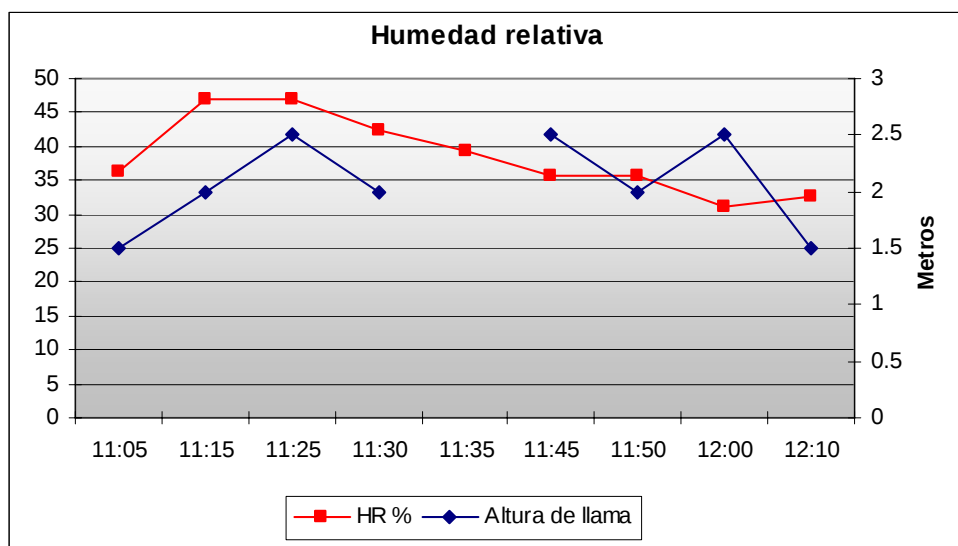


Figura 22. Relación de variaciones de dimensiones de llama y variaciones de humedad relativa, en la condición de matorral.

En el caso de la velocidad del viento (Figura 23) se observa una mayor relación de rachas de viento y el CF. Los incrementos en la alturas de llama se presentan cuando se registran rachas de viento. La máxima racha registrada 8.5 km/h y la menor de 3.5 km/h. En general se registro una velocidad de viento promedio de 5.6 km/h. La velocidad y las rachas del viento representaron un riesgo en la quema, sin embargo la poca continuidad de los combustibles ligeros y a los claros sin vegetación presentes en la parcela disminuyeron el peligro de que se saliera de control.

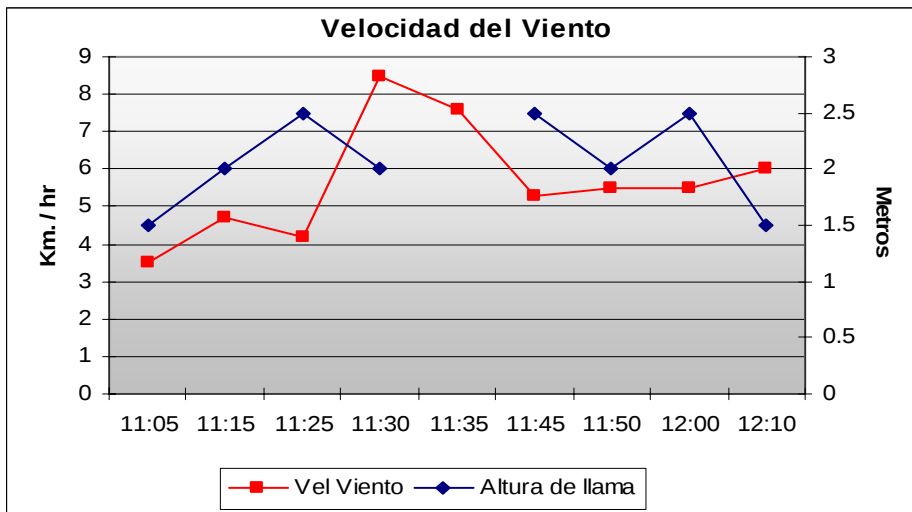


Figura 23. Relación de variaciones de las dimensiones de llama y las variaciones de velocidad del viento, en la condición de matorral.

La temperatura ambiental fue en aumento durante la quema. En la Figura 23 se puede observar un CF vinculado a las condiciones ambientales. En la disminución de la HR y el aumento en la temperatura, se registra aumentos en la altura de llama.

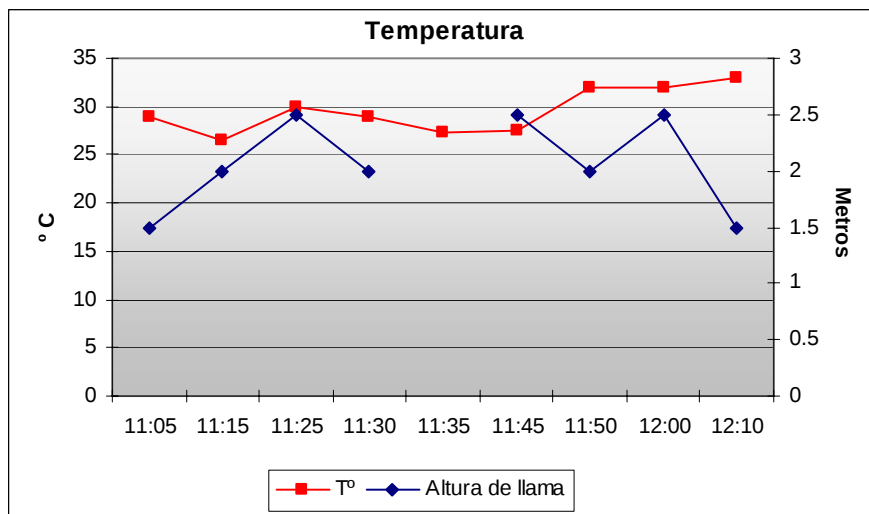


Figura 23. Relación de las variaciones de dimensiones de llama y variaciones de temperatura, en la condición de matorral

La velocidad de propagación (VP) promedio fue baja en casi toda la quema. La velocidad mínima fue de 0.5 m/min, en contra pendiente y en contra del viento (Figura 24). Aunque en algunos momentos se registro un aumento en la VP, en general no se registraron grandes aumentos. El factor que pudo influir en este comportamiento quizás fue las condiciones topograficas del lugar que en ciertos puntos no permitian la continuidad del fuego.

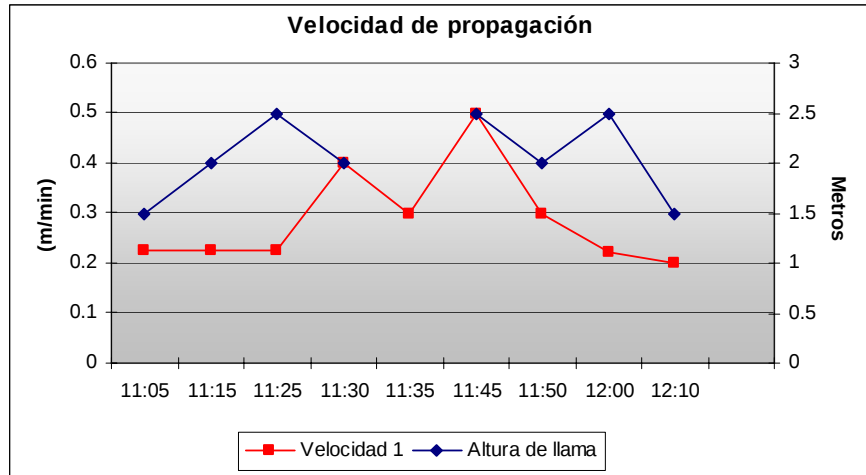


Figura 24 Relación de las variaciones de dimensiones de llama y la velocidad de propagación, en la condición de matorral.

Durante el transcurso de la quema el fuego se comporto homogéneamente con alturas de llama de entre 1 a 2 m aproximadamente(Figura 25), las máximas alturas se alcanzaron cuando el fuego se propagaba desde los estratos menores de vegetación hacia los izotales y matorrales alcanzando los 2.5m de altura(Figura 26).



Figura 25. Altura promedio de llama



Figura 26. Máximas alturas de llama

5.3 Condición de pastizal

Se realizaron 2 pruebas para quemas prescritas en sitios de pastizal, la primera de estas realizada el día 28 de marzo donde la condición del combustible no permitió que se realizara la dispersión del fuego. En este sitio las condiciones atmosféricas eran favorables pero la humedad del combustible superaba el 40% motivo por el cual no se tuvo una quema exitosa (Figuras 27 y 28)



Figura 27 Evaluación del combustible



Figura 28. Prueba de ignición

La segunda prueba se realizó en el municipio de Axiuxco, el día 30 de marzo en este caso las condiciones ambientales también fueron favorables así como la condición de humedad del combustible, en este caso el factor que influyó en el comportamiento del fuego fue la disposición del combustible, que por encontrarse en un terreno agrícola, se distribuía en forma de manchones de pastizal y no contaba con combustible ligero disponible en el suelo, condición que impidió la continuidad en la dispersión de la llama.

En las Figuras 29, 30 y 31 se observa el estado general del sitio, la prueba de ignición y el suelo desnudo debajo del pastizal que impidió la propagación del fuego



Figura 29. Vista general del sitio



Figura 30. Prueba de ignición



Figura 31. Manchon de combustible quemado, donde se observa el suelo desnudo.

Los datos de las condiciones atmosféricas y comportamiento del fuego en ambos sitios no fueron representativos por lo que estas quemas se consideraron como no exitosas.

6. BIBLIOGRAFIA

- Arias T., M. T. Valverde V. y J. Reyes S.. 2001. Las Plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla. UNAM
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gomez y E. Loa. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. CONABIO
- Bravo H., H. 1978. Las cactáceas de México. Vol. I. UNAM. México
- Davila A., P.D. 1983. Flora genérica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. M.S. thesis. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 694 pp.
- Enge, K.I. y Whiteford, S. 1989. The keepers of water and earth: Mexican rural social organization and irrigation. University of Texas Press, Austin. 222 pp.
- López R.. E. 1981. Geología de México, Tomo III. Publ. Particular autorizada, México, D.F. 446 pp.