

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Efecto de Quema Prescrita en Matorral Micrófilo- pastizal del Área de Protección
de Flora y Fauna Maderas del Carmen, Coahuila.

Por:

EMIR EDUARDO DEL BILLAR MORA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Efecto de Quema Prescrita en Matorral Micrófilo-pastizal del Área de Protección
de Flora y Fauna Maderas del Carmen, Coahuila.

Por:

EMIR EDUARDO DEL BILLAR MORA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Asesoría:



M.C. Andrés Nájera Díaz

Asesor Principal



Ing. Adin Héiber Velázquez Pérez

Coasesor



M. C. Héctor Darío González López

Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2019

DEDICATORIA

Dedicado especialmente con un profundo agradecimiento y admiración a mis padres Heriberto Del Billar Padilla y Malrubia Mora Aguirre a ellos por ser mis mejores amigos y seres humanos que más aprecio en esta vida mil gracias, por todo su apoyo, sudor derramado y sacrificio para darme una formación profesional, por su comprensión y su gran confianza depositada en mí en cada etapa de mi vida profesional y académica; por su ejemplo de persistencia, dedicación, honestidad, respeto y por toda la formación integral que me brindaron gracias por su gran humildad los AMO.

A mis hermanos, Joel Guadalupe Del Billar Mora, Jorge Armando Del Billar Mora, Brenda Yaneth Del Billar Mora y Heriberto Del Billar Mora por todos aquellos momentos inolvidables que hemos vivido juntos en las buenas y en las malas, gracias por sus buenos consejos, cariño, confianza, apoyo, palabras de motivación y aliento siempre se los agradeceré.

A mis sobrinos, Brandon Del Billar Barajas, Bruno del Billar Barajas, Emmanuel Del Billar Bernal y Brianna Sophia Del Billar Bernal por ser las personas que me alegran el corazón y me estimulan día a día para esforzarme a ser una mejor persona y profesional.

A mis cuñados(as), Armando Villaseñor Meda, Janeth Bernal Guzmán y Maricruz Barajas gracias por su amistad, apoyo, buenos consejos y palabras de motivación para salir adelante, demostrando que luchando y trabajando se obtiene el éxito.

A mis abuelos Martín Del Billar + y María Guadalupe Padilla Bernal + (paternos), Maximiliano Mora Martínez, Asunción Aguirre Briseño (maternos), por ser mis segundos padres y porqué siempre donde quiera que estén, están pendiente de mí con sus oraciones, apoyando todo sacrificio y triunfo.

A mis padrinos, Everardo Velasco Pelayo y María Guadalupe Flores Rodríguez gracias por su apoyo desde que inicié mis estudios fuera de casa, por sus buenos consejos, apoyando todo sacrificio y triunfo.

A mis tíos y amigos, Ramiro Mora Aguirre, Felicitas Mora Aguirre, Lorena Pelayo Bernal, Antonio Mora Aguirre, Rosa Pelayo López, Ricardo Villaseñor, Alfonso López Covarrubias, Martina López Contreras y Claudia Bernal Gómez gracias por todo su apoyo desde que inicie mis estudios fuera de casa, por sus buenos consejos y palabras de motivación.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, protegerme y acompañarme durante mi formación como profesional, al mantenerme con esperanza y salud, al ayudarme a superar aquellos momentos de adversidad. Además por bendecir cada momento de mi vida donde sus acciones han generado paz y tranquilidad para mí y mis seres queridos.

A mi "Alma Terra Mater" Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitirme formar como Ingeniero Forestal siendo este uno de mis retos superados, además por permitirme valorar cada momento dentro y fuera de casa.

Al departamento forestal y a los profesores que contribuyeron a mi formación académica, brindándome cada uno su sabiduría y conocimiento, para formarme como profesional gracias por todo su apoyo y amistad brindada.

Al equipo de manejo de combustibles (EMC-AN) de la Universidad Autónoma Antonio Narro, por su amistad, momentos vividos y todo lo aprendido en materia de manejo del fuego, gracias a este equipo también me permitió realizar mi movilidad internacional al país Honduras a las instalaciones de la Universidad Nacional de Ciencias Forestales (UNACIFOR), en la ciudad de Siguatepeque de Comayagua, Honduras, gracias por sus buenas atenciones.

Al M.C. Andrés Nájera Díaz por sus buenos y sabios consejos, por el tiempo dedicado, aportando todo su conocimiento en la asesoría, revisión del presente estudio, por el apoyo con sus contactos para realizar mi estancia, respaldando cada decisión tomada y por sus recomendaciones a mi persona para mejorar mi formación profesional, por su gran amistad, por motivarme a seguir preparándome profesionalmente, muchas gracias.

Al M.C. Héctor Darío González López gracias por su apoyo en la revisión y aportación del documento para mejorar la calidad de este trabajo y su amistad y motivación en la lectura.

Al ing. Adin Helber Velázquez Pérez gracias por todo su tiempo, apoyo, conocimiento brindado en la revisión del documento, aportando lo mejor para hacer de la investigación un mejor documento, por su amistad y motivación en la lectura.

Al Dr. Juan Antonio Encina Domínguez, gracias por su apoyo en la identificación taxonómica de muestras de plantas y sus conocimientos aportados y sus conocimientos aportados en el presente trabajo, por su amistad y motivación de lectura.

A las Instalaciones del campo de trabajo de tesis, Dirección Regional Noreste y Sierra Madre Oriental a la que pertenece el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen (APFFMC) por demostrar interés en realizar el presente trabajo y por hacer posible su realización, principalmente al Ing. Carlos Alberto Sifuentes Lugo (Director regional), MVZ. Julio Alberto Carrera Treviño (Director del APFFMC), Dr. José Javier Ochoa Espinoza (Subdirector del APFFMC), por la autorización para realizar el estudio, también al Ing. Arnulfo Hernández Morales (Responsable técnico del programa de manejo del fuego, por parte del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.), al resto del equipo del APFFMC; Ing. Omar Pineda Pérez, Ing. Octavia Sánchez Zarate, MVZ. Francisco Torralba González, MV. Yaneth Hernández Gaspar, M.C. Mercedes Alejandra Salinas Camarena, Cinthia de Jesús Hernández de los Ríos, por todo su apoyo brindado en la investigación.

Al Coordinador del programa de conservación de la Reserva Natural el Carmen, Dr. Alejandro Espinosa Treviño, gracias por el apoyo brindado en la autorización para ingresar a la Reserva Natural y hacer posible esta investigación, también a M.C. Jonás Delgadillo Villalobos por su apoyo brindado en facilitarme materiales que se necesitaban y hacer posible esta investigación.

Al Ing. José de Jesús del Villar Ponce, Ing. Gustavo Cruz Pérez y Erick Martínez Castillo por su apoyo en el levantamiento de datos de campo y a la brigada de incendios forestales del APFFMC.

A las instalaciones del Instituto Tecnológico de Múzquiz por el apoyo en facilitarme las estufas de secado, a la señorita Margarita López Dávila y QFB. Maurier Fraga por su gran apoyo.

A mis amigos de la generación CXXVII, Miguel Ángel Jiménez Salazar, Juan Manuel Cortes Rivas, Aarón Sandoval Martínez, Jesús del Villar Padilla, Brenda Monserrat Vásquez, Albaitzel Amparo Domínguez Aguilera y Otoniel Cortés Cortés por sus buenos consejos cuando más los necesitaba, además de soportar mi carácter personal y apoyarme, muchas gracias por su amistad espero y esto perdure por el resto de nuestra vida.

A mis compañeros de cuarto Luis Francisco Aguilar, Miguel Castillo, Diego Antonio Hernández, Librado Catillo, Francisco Gutiérrez, José Álvaro Chávez y especialmente a Rigoberto Castillo Espinoza por darme la oportunidad de ingresar al dormitorio Palomar 3 Cuarto 7 donde muchos de mis días fueron de felicidad, de todo corazón muchísimas gracias a todos siempre los recordaré hasta el último día de mi vida.

ÍNDICE

	Pagina
ÍNDICE DE CUADROS	XI
ÍNDICE DE FIGURA	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1 Importancia	16
1.2 Objetivos	19
1.2.1 Objetivo general.....	19
1.2.2 Objetivo específico	19
1.3 Hipótesis	19
II. REVISIÓN DE LITERATURA	20
2.1 Definición de conceptos.....	20
2.1.1 Incendio forestal	20
2.1.2 Régimen del fuego.....	20
2.1.3 Manejo del fuego	20
2.1.4 Quema prescritas	21
2.1.5 Quema controlada	22
2.1.6 Prescripción	22
2.1.7 Unidad de quema	22
2.1.8 Combustible.....	23
2.1.9 Planificación de quema prescrita	23

2.2 Ecología del fuego	23
2.3 Los ecosistemas y sus relaciones con el fuego	24
2.3.1 Ecosistemas dependientes del fuego	24
2.3.2 Ecosistemas sensibles al fuego.....	24
2.3.3 Ecosistemas independientes del fuego	24
2.4 Normatividad Aplicable al uso del fuego	25
2.5 Trabajos afines del uso del fuego sobre la vegetación	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1 Localización del área de estudio.....	27
3.2 Descripción del área de estudio.....	28
3.2.1 Hidrología	29
3.2.2 Geología	30
3.2.3 Edafología	30
3.2.4 Vegetación.....	30
3.2.5 Clima	31
3.2.6 Fauna	32
3.3 Metodología	32
3.3.1 Levantamiento de información de campo	32
3.3.2 Diseño de muestreo.....	33
.....	34
3.3.3 Variables registradas en campo	34
3.3.4 Colecta de muestras botánicas	34
3.3.5 Procesamiento de las muestras botánicas en el laboratorio.....	34
3.4 Análisis de información	35
IV. RESULTADOS	38

4.1 Riqueza de especies del estrato herbáceo y arbustivo.....	38
4.2 Composición florística del matorral micrófilo-pastizal en sitios sin quema prescrita.....	38
4.2.1 Aspectos estructurales del matorral micrófilo-pastizal en sitios sin quema prescrita.....	39
4.3 Composición florística del matorral micrófilo-pastizal de los sitios de la quema prescrita.....	41
4.3.1 Aspectos estructurales del matorral micrófilo-pastizal en los sitios de la quema prescrita.....	42
4.4 Diversidad vegetal para el estrato herbáceo y arbustivo de los sitios no quemada y con quema prescrita.....	45
4.5 Índice de Equitatividad.....	46
4.6 Análisis estadístico.....	47
4.6.1 Composición de especies del estrato herbáceo de los sitios de la quema prescrita y sin quema prescrita.....	47
4.6.2 Composición de especies del estrato arbustivo de los sitios de la quema prescrita y sin quema prescrita.....	48
4.7 Combustibles y materia orgánica en los sitios de muestreo.....	49
V. DISCUSIÓN.....	51
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMENDACIONES.....	56
VIII. LITERATURA CITADA.....	57
XI. ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Índice de diversidad vegetal en los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita	45
Cuadro 2: Índice de Equitatividad en los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita	46
Cuadro 3: Especies herbáceas con grado de significancia en los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita	47
Cuadro 4: Especies arbustiva con grado de significancia en los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita	48
Cuadro 5: Muestra el material fino de 1 HTR, mediano de 10 HTR y materia orgánica esto para cada sitio con quema prescrita	49
Cuadro 6: Muestra el material fino de 1 HTR, mediano de 10 HTR y materia orgánica esto para cada sitio sin quema prescrita	49

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Localización geográfica del Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen.....	27
Figura 2: Localización geográfica y delimitación del área de estudio conocida como Ramírez	29
Figura 3: Distribución de los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita	33
Figura 4: Esquema de sitios de muestreo de vegetación.....	34
Figura 5: Número de especies de cada estrato de los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita.....	38
Figura 6: Especies con mayor valor de importancia relativa del estrato herbáceo de los sitios sin quema prescrita	40
Figura 7: Especies con mayor valor de importancia relativa del estrato arbustivos de los sitios sin quema prescrita	41
Figura 8: Especies con mayor valor de importancia relativa del estrato herbáceo de los sitios con quema prescrita.....	43
Figura 9: Especies con mayor valor de importancia relativa del estrato arbustivas de los sitios con quema prescrita	44
Figura 10: Especies con índice de diversidad vegetal del estrato arbustivo y herbáceo de los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita	46
Figura 11: Especies con índice de equitatividad del estrato arbustivo y herbáceo de los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita	46
Figura 12: El gráfico muestra combustibles del material fino de 1 HTR, 10 HTR y materia orgánica expresado en Ton/ha.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I: Coordenadas de sitios de muestreo con quema prescrita y sin quema prescrita	62
Anexo II: Listado florístico del estrato herbáceo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios sin quema prescrita	62
Anexo III: Composición florística del estrato herbáceo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios sin quema prescrita	63
Anexo IV: Listado florístico del estrato arbustivo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios sin quema prescrita	63
Anexo V: Composición florística del estrato arbustivo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios sin quema prescrita	64
Anexo VI: Atributos estructurales del matorral micrófilo pastizal de los sitios sin quema prescrita	64
Anexo VII: Listado florístico del estrato herbáceo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios de la quema prescrita	65
Anexo VIII: Composición florística del estrato herbáceo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios de la quema prescrita	66
Anexo IX: Listado florístico del estrato arbustivo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios de la quema prescrita	66
Anexo X: Composición florística del estrato arbustivo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios de la quema prescrita	67
Anexo XI: Atributos estructurales del matorral micrófilo-pastizal en los sitios de la quema prescrita	67

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de evaluar el efecto de una quema prescrita en la composición y estructura del matorral micrófilo-pastizal del Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, Coahuila, a través de comparar los resultados de la composición y estructura. La quema prescrita se realizó el 16 de marzo del 2018, se evaluaron sitios de muestreo con las mismas características similares con quema prescrita y sitios sin quema prescrita; se realizó un muestreo selectivo, en parcelas circulares de 100 m² para arbustos y 1 m² para herbáceas, la toma de datos se realizó, estableciendo 12 sitios, seis en la unidad donde se implementó la quema prescrita y seis fuera de la unidad sin quema prescrita, las variables que se evaluaron fueron altura y cobertura de copa ambos en centímetros. Se calcularon los atributos de la vegetación para obtener el valor de importancia relativa por especie, además, se utilizó el Índice de Shannon-Wiener para comparar la diversidad de especies por estratos de los sitios de las unidades muestreadas. Se utilizó la prueba de G y Ji cuadrada (X^2) para la prueba de hipótesis. El estrato herbáceo de los sitios de la quema prescrita, es más diverso con 3.037bits en comparación con 2.302bits de los sitios sin quema prescrita y el estrato arbustivo fue de 2.339bits en sitios sin quemados y 2.137bits en sitios con quema prescrita.

En la unidad de estudio con la prueba de G y Ji cuadrada (X^2) arroja que fue significativamente diferente, cuando $p < 0.00000$, lo cual indica que existe diferencia significativa en la composición y estructura de especies en los sitios con quema prescrita y en los sitios sin quema prescrita. También se realizó una estimación de las toneladas por hectárea de los combustibles de 1 HTR, 10 HTR y materia orgánica en los sitios de muestreo.

Palabras claves: Quema prescrita, composición estructural, diversidad vegetal, valor de importancia, matorral micrófilo-pastizal.

ABSTRACT

The present work was carried out with the purpose of evaluating the effect of a prescribed burn on the composition and structure of the microphylla-grassland shrub of the woods Del Carmen flora and fauna protected area, Coahuila, by comparing the results of the composition and structure. The prescribed burn was performed on march 16, 2018, sampling sites were evaluated with the same similarities with prescribed burn and sites without prescribed burn; it was performed a selective sampling in circular plots of 100 m² for shrubbery and 1 m² for herbaceous, data collection was carried out, through a selective sampling establishing 12 sites, six in the unit where prescribed burn was implemented and six out of the unit without prescribed burn, the variables that the height and the crown coverage were evaluated both centimeters. The attributes of the vegetation were calculated to obtain the value of relative importance by spices; in addition, the Shannon-wiener index was used to compare the diversity of species, by strata of the sites and the evaluated units. The tests of G and square chi (X^2) were used for hypothesis testing. The herbaceous stratum of the prescribed burn sites is more diverse with 3,037 bits compared to 2,302 bits of the sites without prescribed burn and the shrub stratum was 2,339 bits in unburned sites and 2,137 bits in sites with prescribed burn.

In the studied unit with the test of G and square chi (X^2) emitted that it was significantly different, when $p < 0.00000$ witch indicates that there is a significant difference in the composition and structure of species in sites with prescribed burn and the sites without prescribed burn. It was also performed an estimated of the tons per hectare of the fuels of 1 DTH, 10 DTH and organic material in the sample sites.

Key words: prescribed burn, structural composition, plant diversity, importance value, Microfilm-pasture scrub.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia

Los incendios forestales son considerados un problema mundial, actualmente se ha observado que la tendencia va en aumento en número y superficie afectada, principalmente a causa del cambio climático global (fenómenos meteorológicos el niño y la niña), para contrarrestar esta visión de problema organizaciones y gobiernos promueven y desarrollan soluciones (Ramos, 2010).

El 98 % de los incendios forestales en México son ocasionados por actividades humanas, mientras que el resto son causas naturales tales como las descargas eléctricas y erupciones volcánicas (Ressler, 2012).

El fuego es un elemento ecológico abiótico de origen natural, que en conjunto con el factor biótico dan vida a especies que han desarrollado mecanismos de adaptación para subsistir (Rodríguez, 1996). Así mismo, ha sido utilizado por nuestros antepasados, para facilitar la cacería o atraer la fauna silvestre a sitios con rebrotes, para el desarrollo de nuevas zonas de agricultura, pastoreo y para la vida humana (Granados y López., 1997).

Actualmente el 52 % de las regiones áridas y semiáridas de México se caracterizan por su cobertura vegetal formadas por matorral-pastizal, que constituyen a un tipo de vegetación de mayor afectación por las actividades humanas como: sobrepastoreo, cambio de uso de suelo, deforestación, labranza postcosecha y el mal manejo de los suelos, esto contribuye a la pérdida de vegetación nativa y favorece la invasión de especies exóticas, (Granados *et al.*, 2013).

En los ambientes secos y semisecos de México, se encuentra el Desierto Chihuahuense de gran importancia biológica, el cual ocupa una superficie de 507 mil km² que abarca el Centro y Norte de México y una parte del Sur de Estados Unidos Hernández, Chávez & Sánchez (2007). Además comprende tres tipos de

vegetación: matorral desértico micrófilo, matorral desértico roseto filo y pastizal (Rzedowski, 1978).

El matorral desértico micrófilo comprende una superficie de 20 879 927 ha, y en el estado de Coahuila ocupa una superficie de 3 066 492 ha (INEGI, 2014).

Rodríguez (2002), menciona la importancia del fuego en los ecosistemas de México y su complejidad, debido a que la sociedad ha sido educada con la creencia de que los incendios son dañinos y destructivos, sin embargo, algunos ecosistemas han desarrollado adaptaciones para tolerar el fuego. Los ecosistemas clasificados en relación al papel ecológico del fuego, el 46% del área mundial estudiada de los principales tipos de ecosistemas corresponde a dependientes o mantenidos por el fuego, el 36% como sensibles al fuego y el 18% como independientes del fuego (Myers, 2006).

En los ecosistemas dependientes o mantenidos por el fuego, el elemento fuego es un fenómeno de origen natural y considerado como una herramienta ecológica de manejo, por lo que se plantean estrategias y acciones de uso y control del fuego para el manejo de combustibles control de especies indeseables, mejora de los ecosistemas y restauración, mediante la aplicación de quemas prescritas en unidades demostrativas, que permiten entre otras cosas, disminuir la carga de combustibles, eliminar plantas no deseadas mejorar hábitat de la fauna silvestre principalmente (PROFAUNA, 2008).

El fuego fue históricamente muy frecuente en las praderas perennes del desierto Chihuahuense y Desierto de Sonora, la supresión de los incendios ha permitido que arbustos invadan las áreas de pastizal, el factor fuego está siendo utilizado para controlar y eliminar arbustos leñosos y restaurar los pastos perennes nativos (Ramírez *et al.*, 2007).

El fuego es una herramienta utilizado para reducir la carga de combustibles, eliminar especies invasoras, en ecosistemas que tienen adaptaciones, mantiene e incrementa el alimento para la fauna silvestre a estimular el crecimiento de nuevos

brotos, también estimula la apertura de conos serótinicos para liberar la semilla e inducir la germinación (Villanueva *et al.*, 2008).

Las quemas prescritas son una herramienta de gestión forestal y representan un recurso de enorme potencialidad para el avance en el estudio del comportamiento y manejo de los incendios forestales (Águeda, 2004).

Las quemas prescritas juegan un papel importante en los ecosistemas debido a que algunos han desarrollado adaptaciones para subsistir, mejorando la estructura y composición vegetal, a su vez reduce la carga de combustible para evitar incendios catastróficos y mantener en mejores condiciones el hábitat para especies de fauna silvestre (TNC, 2004). Las quemas prescritas son una práctica de mejoramiento viable para la mayoría de los pastizales y herbáceas en el norte de México (Larry, 2001).

Main (2009), indica que el uso de quemas prescritas se realiza bajo una serie de condiciones ambientales favorables y que están diseñadas para modificar las estructuras del hábitat (reducción de matorrales), así mismo manejadores sostienen que son herramientas importantes para el manejo de hábitat y de las poblaciones silvestres.

La pérdida de hábitat de Berrendo (*Antilocapra americana* George Ord) en la Reserva Natural El Carmen propiedad de Cementos mexicanos (Cemex), se debe principalmente al sobrepastoreo de ganado, cacería furtiva y exclusión del fuego en el ecosistema de matorral micrófilo-pastizal, debido a que este ecosistema es considerado dependiente o mantenido por el fuego, esto ocasiona que especies invasoras exóticas se presenten en el área, disminuyendo la cantidad de pastizal nativo (Sotelo, 2013).

Por lo anterior, el presente trabajo considera evaluar el efecto de una quema prescrita, evaluando composición y estructura, generando resultados que sirvan de base para la toma de decisiones de manejo del fuego en esta vegetación y fundamentar la aplicación de quemas prescritas, como una aplicación en control de arbustivas y mejorar la diversidad de especies.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto del fuego, mediante quema prescrita en ecosistema matorral micrófilo-pastizal del Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, Coahuila.

1.2.2 Objetivo específico

- Evaluar el efecto de una quema prescrita en la composición y estructura del matorral micrófilo-pastizal en la pasta Ramírez.
- Comparar los resultados de la composición y estructura del matorral micrófilo-pastizal en sitios con quema prescrita y sitios con quema prescrita en la pasta Ramírez.
- Controlar especies arbustivas para el mejoramiento del área mediante el uso de quemas prescritas.

1.3 Hipótesis

Ho: La composición y estructura en sitios con quema prescrita, son diferentes a la composición y estructura en sitios sin quema prescrita.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Definición de conceptos

Para el desarrollo del presente trabajo se consideraron principalmente los siguientes conceptos:

2.1.1 Incendio forestal

La NOM-015 SEMARNAT/SAGARPA-2007, define el incendio forestal como la combustión de la vegetación forestal sin control (DOF, 2009).

La FAO (2007), considera que cualquier incendio de vegetación no programado y/o incontrolado, sean prendidos como acción de manejo pero sobrepasan las restricciones establecidas en el plan de fuego y por lo tanto requieren medidas de extinción, incluye los incendios de vegetación no programados con los objetivos de manejo.

2.1.2 Régimen del fuego

TNC (2004), el régimen del fuego es el que está dentro de un rango conocido o esperado y que se encuentra dentro de una serie de atributos tales como la frecuencia (incluida la ausencia del fuego), la intensidad, severidad, la escala espacial, la estacionalidad y la fuente predominante de ignición.

La NOM-015 SEMARNAT/SAGARPA-2007, define el régimen del fuego como la frecuencia, intensidad, severidad, extensión y época del año que caracteriza la presencia de un incendio forestal, su origen si es de forma natural u ocasionado y que esté pueda ayudar a preservar los ecosistemas en donde se presente (DOF, 2009).

2.1.3 Manejo del fuego

El manejo del fuego es la gama de las posibles decisiones técnicas y acciones disponibles para prevenir, mantener, controlar el fuego en paisajes determinados,

para cumplir con metas y objetivos específicos, también se puede representar en un triángulo con sus lados de prevención, uso y extinción (Myers, 2006).

El manejo del fuego es considerado desde una perspectiva amplia, que considera no solo a los incendios forestales (propagación libre y sin control del fuego en áreas forestales), sino en general el uso del fuego en el territorio, tanto en espacios silvestres como agropecuarios (Jardel, 2010).

El manejo del fuego considera el desarrollo, monitoreo y evaluación de las estrategias y acciones que se realizan en el programa de protección contra incendios forestales, incluyendo las estrategias y acciones de uso del fuego como una herramienta ecológica de manejo, la investigación en ecología y efectos del fuego, en el contexto de beneficios y daños, el entorno socioeconómico y cultural de la sociedad (Nájera, 2015).

El manejo integral del fuego se define como un enfoque para hacer frente a los problemas y preocupaciones causados por los incendios, tanto dañinos como beneficiosos, dentro del contexto de los ambientes naturales y de los sistemas socioeconómicos en los que ocurren, mediante la evaluación y el balance de los riesgos relativos planteados por el fuego con los papeles ecológicos y económicos beneficiosos o necesarios que pueden jugar en un área de conservación, región o paisaje determinado (Myers, 2006).

2.1.4 Quema prescritas

Las quemas prescritas son las que se realizan según un plan técnico escrito bajo prescripción, condicionado por los combustibles, meteorología y topografía, para estimar un comportamiento del fuego que marque objetivos de compatibilidad ecológica (Myers, 2006).

El plan de quema prescrita, también señala los trabajos que se deben de realizar durante la prueba de quema, la implementación de la quema, desde la ignición, control, evaluación y liquidación e incluye una descripción de la

vegetación y las especies, la pendiente y exposición, así como el propósito de la quema (Caamaño, 2003).

La NOM-015 SEMARNAT/SAGARPA-2007, define como quema prescrita, la aplicación controlada del fuego a combustibles forestales en su estado natural o modificado, bajo condiciones ambientales específicas que llevan a confinar el fuego en un área predeterminada, y al mismo tiempo, producir una intensidad calórica y velocidad de propagación requeridas para cumplir objetivos planeados de manejo de recursos naturales, que se realiza de acuerdo a los procedimientos legales y técnicos establecidos en la Norma, que se efectúan en terrenos forestales, preferentemente forestales y temporalmente forestales (DOF, 2009).

2.1.5 Quema controlada

Es una quema que se realiza según un plan no escrito estimando el comportamiento para realizar objetivos deseados (Myers, 2006).

Según NOM-015 SEMARNAT/SAGARPA-2007, se aplica el fuego en áreas forestales o agropecuarias mediante la utilización empírica de las características del combustible, topografía y de las condiciones meteorológicas para estimar el comportamiento del fuego, se utiliza equipos y herramientas para estimar y regular su magnitud (DOF, 2009).

2.1.6 Prescripción

Es uno de los principales componentes del plan de quema prescrita. Se define como los rangos mínimos, máximos y aceptables de temperatura, humedad relativa, humedad de combustibles, dirección y velocidad del viento, pendiente, altura de la llama y velocidad de propagación, principalmente (Caamaño, 2003).

2.1.7 Unidad de quema

En esta área se busca conseguir objetivos específicos de manejo en la que se aplican las quemas prescritas para favorecer el cumplimiento de objetivos, además las unidades de quemas están definidas por las restricciones de manejo,

características topográficas, acceso, límites, tipos de combustibles régimen de fuego dominante (DOF, 2009).

2.1.8 Combustible

Toda materia orgánica de los bosques y otro tipo de vegetación, incluyendo la biomasa agrícola, herbáceas, ramas y madera, infraestructura de las áreas rurales y urbanas que generen calor durante el proceso de combustión (FAO, 2007).

2.1.9 Planificación de quema prescrita

El primero paso dentro de la planificación del uso del fuego es conocer las necesidades del área, para qué se va usar el fuego y que acciones se deben tomar en cuenta para cubrir necesidades. El uso de quemas prescritas requiere de personal con conocimiento en materia y altamente calificado, para la implementación del fuego se necesita una serie de condiciones atmosféricas, topográficas y de combustibles, además sujetarse a la NOM-015 SEMARNAT/SAGARPA-2007 que establece las especificaciones técnicas en el usos del fuego en terrenos forestales y agropecuarios (DOF, 2009).

2.2 Ecología del fuego

El fuego es un elemento de origen natural de los ecosistemas, que incluyen plantas y animales que interactúan entre sí y con su entorno físico, la ecología del fuego es la que examina el papel del fuego en los ecosistemas, origen, cuanto se extiende y su intensidad, como se puede utilizar el fuego para mantener la salud de los ecosistemas (TNC, 2004).

El fuego es un disturbio que puede ser parte de la dinámica de casi todas las comunidades de pastizal y matorrales de México, pero el efecto del fuego sobre la biota depende de la intensidad, frecuencia, extensión y velocidad de propagación (Flores, 2006).

El fuego es un elemento natural y esencial en el funcionamiento de muchos ecosistemas forestales, siendo un elemento natural que ha influenciado en las

comunidades vegetales a lo largo del tiempo y como proceso natural cumple una función importante para mantener en buenas condiciones a ecosistemas (FAO, 2001).

2.3 Los ecosistemas y sus relaciones con el fuego

En el año 2004 ecólogos y especialistas en manejo del fuego, realizaron una primera evaluación del fuego a nivel global, de acuerdo al papel que desempeña el fuego en los ecosistemas (TNC, 2004), reportando lo siguiente:

2.3.1 Ecosistemas dependientes del fuego

Son aquellos donde el fuego juega un papel esencial y las especies han desarrollado adaptaciones para responder positivamente al fuego, la vegetación es inflamable y propensa al fuego, también se les denomina ecosistemas mantenidos por el fuego, ocupan el 46% del área mundial estudiada, algunos ejemplos son; pastizales, sabanas y algunos bosques de encinos, pinos que necesitan del fuego para su germinación (TNC, 2004).

2.3.2 Ecosistemas sensibles al fuego

Son ecosistemas que no se han desarrollado con el fuego, las especies carecen de adaptaciones e incluso aunque su intensidad y severidad sea baja las especies reaccionan negativamente con una alta mortalidad, estos ecosistemas se ven afectados por actividades humanas en las selvas, cambiando la vegetación nativa natural por pastizales, ocupan el 36% en términos de área mundial estudiada algunos ejemplos son: las selvas tropicales, subtropicales y secas (TNC, 2004).

2.3.3 Ecosistemas independientes del fuego

Son aquellos en los que el fuego juega un papel pequeño o casi nulo, son muy fríos, húmedos o secos para quemarse, ejemplos de estos son los desiertos, tundras y bosques lluviosos en ambientes no estacionales identificaron el 18% en términos de área mundial estudiada (TNC, 2004).

2.4 Normatividad Aplicable al uso del fuego

De acuerdo con la Ley Forestal del estado de Coahuila de Zaragoza establece, que para realizar cualquier tipo de quema en terrenos forestales y preferentemente forestales, los interesados deberán tramitar el permiso correspondiente ante la autoridad y en toda quema que se realice se deberá cumplir con lo siguiente:

- Iniciar la quema si el horario y las condiciones climáticas son las propicias para ello.
- No efectuar la quema de manera simultánea con predios colindantes.
- Circular con línea corta fuegos o guardarrayas el área que se pretende quemar.
- La quema deberá iniciarse de arriba hacia abajo en los terrenos con pendientes de menos de quince grados y en los terrenos planos, en sentido contrario a la dirección dominante del viento.
- En terrenos colindantes con áreas de bosque o vegetación forestal continua, el propietario deberá contar con el apoyo de personal especializado en control de incendios forestales para garantizar el resguardo de las mismas.

Las quemas en terrenos colindantes con poblaciones urbanas o suburbanas que por su ubicación pongan en riesgo la vegetación forestal, están sujetas a la autorización de la secretaria (POEC, 2006).

2.5 Trabajos afines del uso del fuego sobre la vegetación

Medina *et al.*(2015), realizaron un estudio en las planicies de la sierra de Maderas del Carmen de mejoramiento de hábitat de fauna silvestre dentro del matorral desértico micrófilo, a partir de un mismo tipo de suelos; los tratamientos que aplicaron fueron: 1) Testigo, 2) Rodillo aireador aplicado en 2004, 3) Rodillo aireador aplicado en 2008, 4) Rodillo aireador implementado en 2011 y 5) áreas incendiadas en 2011, para cada tratamiento se realizaron mediciones dasométricas en todos los individuos arbóreos y arbustivas. En el tratamiento 4) Rodillo aireador implementado en el 2011 y área incendiada en el 2011 se registra

el mayor número de especies, en contraste, el menor número de especies en 1) Testigo, 2) Rodillo aireador aplicado en 2004 y 3) Rodillo aireador aplicado en 2008.

Rivera (2015), realizó un estudio sobre el efecto de quema prescrita en la estructura y diversidad de especies en la reforestación de Zapaliname en Saltillo Coahuila, en el estudio evaluaron el efecto antes y después de las quema, especies del estrato arbustivo presentaron disminución mientras el herbáceo presentó aumento en números de individuos por hectárea.

Efectos de quema prescrita en la composición y estructura del pastizal halófilo en el valle de Cuatrociénegas Coahuila, antes y después de la quema, las especies del estrato herbáceo después de la quema prescritas presentan un aumento en el número de familias y en números de individuos por hectárea, mientras que el estrato arbustivo las familias aumentaron pero el número de individuos se redujo (Morales, 2015).

También Velázquez (2013), reporta que en la Sierra la Purísima de Cuatro Ciénegas el estrato herbáceo de un área incendiada en el 2011, es más diverso en comparación al área no incendiada y que las especies arbustivas presentan gran capacidad de rebrote después del incendio, además concluye que existen diferencias significativa en la composición de especies en el área incendiada y no incendiada.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del área de estudio

El estado de Coahuila comprende una superficie de 151,592 kilómetros cuadrados, su localización está comprendida entre las coordenadas 29° 12' y 28° 51' de Latitud Norte; y los 102° 53' y 102° 55' de Longitud Oeste. Colinda al este con Nuevo León, al sur con Zacatecas, al suroeste con Durango, al oeste con Chihuahua y al norte con el estado norteamericano de Texas (INEGI, 2015).

El área de estudio se ubica en el Noroeste del estado de Coahuila, en el municipio de Ocampo, dentro del polígono del Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen.



Figura 1: Localización geográfica del Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen

El Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen (APFFMC), fue decretada el siete de noviembre de 1994, a fin de preservar los hábitats naturales de la región y los ecosistemas más frágiles, asegurar el equilibrio y la continuidad de sus procesos evolutivos ecológicos aprovechar racional y sostenidamente sus recursos naturales; salvaguardar la diversidad genética de las especies existentes, particularmente las endémicas, amenazadas y en peligro de extinción. En junio del año 2000, el APFFMC ingreso al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, con el cual se consolida la plantilla de personal, recursos materiales y la operación del Área Natural Protegida (ANP).

El APFFMC se ubica dentro del Desierto Chihuahuense, en el extremo noroeste del estado de Coahuila, colinda, al Norte con el Monumento Natural Río Bravo del Norte al Oeste con el Área de Protección de Flora y Fauna Ocampo; al Sur con la carretera Melchor Múzquiz-La cuesta, y el Área de Protección de los Recursos Naturales Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martin (INEGI, 2015).

El APFFMC se encuentra situado dentro de los municipios de Múzquiz, Ocampo y Acuña. Se localiza entre las coordenadas extremas 28° 42´ 18" y 29° 22´ 15" Latitud Norte; 102° 20´ 56" y 102° 56´ 06" Longitud Oeste. Se extiende en una superficie de 208 mil 381 hectáreas, con una amplitud altitudinal que fluctúa entre los 2 mil 720 metros sobre el nivel del mar, en los picos más altos y los 500 metros sobre el nivel del mar, a la orilla del Monumento Rio Bravo del Norte (INEGI, 2009).

3.2 Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en el APFFMC dentro de esta se encuentra la Reserva Natural El Carmen propiedad privada, es un área de conservación administrada por Cementos Mexicanos (Cemex); esta propiedad ha estado sin pastoreo en los últimos 18 años, debido a que el enfoque de trabajo que tiene es el manejo de fauna silvestre y su hábitat, motivo por el cual se deseaba modificar la estructura

del matorral mediante la aplicación de quema prescrita por lo que se seleccionó una pasta conocida como Ramírez .

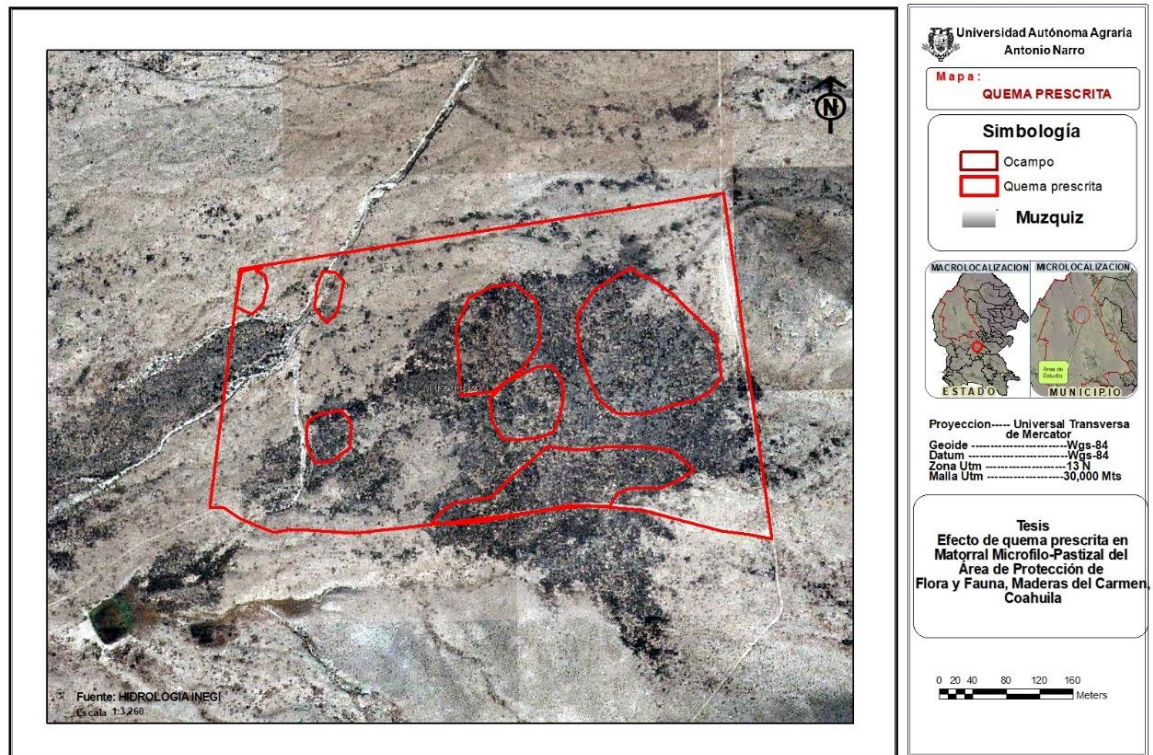


Figura 2: Localización geográfica y delimitación del área de estudio conocida como Ramírez

La quema prescrita se realizó dentro de los límites que comprende el APFFMC en el municipio de Ocampo, Coahuila. La unidad de quema se encuentra al lado sur-este de la Reserva Natural El Carmen y se encuentra cubierta por vegetación de matorral micrófilo- pastizal. El predio se ubica en el kilómetro 169 de la carretera Múzquiz-Boquillas del Carmen, con una superficie de 22 hectáreas.

3.2.1 Hidrología

El APFFMC, pertenece a la región hidrológica-administrativa VI Rio Bravo, se localiza en la Región Hidrológica RH24, Subcuenca Rio Bravo- Arroyo de las Vetas, siendo una región que abarca una extensa zona del estado de Coahuila. Los Ríos más importantes de la región son el Conchos y el Bravo, este último sirve

como frontera natural con Estados Unidos de América, fluye por 512 kilómetros entre la frontera de Coahuila y Texas, por los municipios de Ocampo y Acuña. Dentro del APFFMC, solo se presentan arroyos intermitentes, algunos de ellos en las parte altas presentan agua durante el año (INEGI, 2009).

3.2.2 Geología

Geológicamente, el APFFMC se localiza en el altiplano mexicano, el cual está delimitado al Oeste por la planicie costera del Noreste y la sierra Madre oriental y occidental al Oeste y por el eje volcánico trasversal al Sur. Son zonas de climas de clima árido del altiplano, prevalecen las llanuras interrumpidas por cerros y serranías dispersas, en su mayoría de naturaleza volcánica (INEGI, 2009).

En el APFFMC la composición de las rocas en general corresponde a sedimentarias (calizas) del Mesozoico, en la parte Norte y centro. Hacia el Centro-Sur son abundantes las rocas ígneas extrusiva (riolita-toba ácida) del Cenozoico y hacia el Centro-Suroeste se encuentra material aluvial del Cenozoico (INEGI, 2009).

3.2.3 Edafología

Los suelos que se encuentran en el APFFMC, según a la carta edafológica del INEGI, serie III escala 1:250, 000 son los siguientes; Xerosol, Planosol, Regosol, Feozem y Rendzinas (INEGI, 2005).

3.2.4 Vegetación

El pastizal natural está integrado por gramíneas nativo o introducido, crece como vegetación secundaria en espacios abiertos sobre suelos relativamente profundo, en bajadas con pendientes ligeras y en mesetas de mediana elevación. Está dominada por *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*, *Bothriochloa saccharoides*, *Lycurus phleoides*, *Achnatherum eminens*, *Aristida divaricata*, *Buchloe dactyloides* y *Muhlenbergia tenuifolia*, estas especies se encuentran asociadas a las familias Asteraceae, Asclepiadaceae y Scrophulariaceae (Rzedowski, 1983). El matorral desértico rosetófilo dominado por especies en forma de rosetas con o sin espinas,

sin tallo aparente se le encuentra solamente sobre xerosoles de laderas de cerros de origen sedimentario y las partes altas de los abanicos aluviales. Los lomeríos peligrosos del norte de Coahuila, presentan plantas como: *Euphorbia antisiphilitica*, *Jatropha dioica*, *Agave lechuguilla*, *Hechtia spp.*, *Echinocereus spp* y *Mammillaria spp.*

Dentro del área de estudio se encuentra vegetación de matorral desértico micrófilo formado por especies de hojas pequeñas asociado a especies con y sin espinas, pueden estar en su composición Opuntias, Yucca o gramíneas, entre las especies más características están *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Acacia greggii*, *Fouqueria splendens*, *Prosopis glandulosa*, *Ziziphus obtusifolia* var. *obtusifolia*, *Koeberlinia spinosa*, *Condalia sp.*, *Parthenium incanum*, *Lycium berlandieri*, *Celtis pallida*, *Condalia spathulata*, *Opuntia imbricata*, *O. leptocaulis*, *Opuntia spp.*, *Yucca flaccida*, *Yucca torreyi*, *Acacia constricta*, *Rhus microphylla*, *Citharexylum brachyanthum*, *Condalia ericoides*, *Pleuraphis mutica* (Rzedowski, 1983).

3.2.5 Clima

En la clasificación de Koppen, modificado por García 1978, para el APFFMC se consideran tres tipos climáticos, tipo *muy seco* (*subtipo muy seco semicálido*), tipo *seco* (*subtipo seco cálido*) y tipo *semisecho* (*subtipo semisecho templado*). Están determinados por el gradiente de altitud, considerado desde la parte más bajas de las sierras, donde predominan amplios llanos desérticos, hasta la parte más alta que representa una topografía muy accidentada y mesetas intermitentes con bosques (García,1978).Clima *muy seco semicálido*, con muy bajo porcentaje de lluvias invernales es el clima que predomina en sus amplios llanos desérticos las escasas precipitaciones pluviales, que predominan anualmente entre unos 100 a 400 milímetros y se presentan en su mayoría en verano, las temperatura media anual es de 18 a 22 °C (García,1978). Clima muy seco semicálido, con escasas lluvias todo el año son similares a los ya escritos en muchas características, como las temperaturas medias anuales y el total de lluvia anual, lomeríos y sierra bajas que rodea la sierra de maderas del Carmen, climas secos semicálido de bajadas y

llanuras, temperatura media anual es de 18 a 22°C, precipitaciones de 300 a 450 milímetros anuales (García, 1978).

3.2.6 Fauna

El Área protegida cuenta con una amplitud altitudinal de hasta 2,500 metros, lo que permite que se desarrollen ecosistemas muy variados que pueden ir desde la zona ribereña en el corredor del Rio Bravo a 450 metros sobre el nivel del mar, pasando por zonas de dunas, planos desérticos con elementos de Desierto Chihuahuense, matorrales y chaparrales en las laderas bajas y media de las sierras y bosques mixtos de coníferas que se desarrollan a partir de los 1,800 hasta los 3,000 metros sobre el nivel del mar.

La Sierra Maderas del Carmen presenta buena población de oso negro (*Ursus americanus eremicus*), lo que representa la principal razón del decreto de esta Área Protegida. Los mamíferos reportados en el APFFMC son: venado bura (*Odocoileus hemionus crooki*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus carminis*), jabalí (*Pecari tajacu*), el puma (*Puma concolor*), el puerco espín norteño (*Erethizon dorsatum couesi*) (Myers et al., 2008).

3.3 Metodología

3.3.1 Levantamiento de información de campo

Para la ubicación de los sitios de muestreo en la unidad de quema se realizó de forma directa en el área, mediante la colocación de cinta indicadora en los puntos y marcando cada uno de estos con un GPS Garmin, de esta manera se seleccionaron en total 12 sitios, seis sitios fueron seleccionados en la unidad quemada y los otros seis sitios en la unidad adjunta pero no quemada pero con características similares a los sitios de la unidad de la quema prescrita.

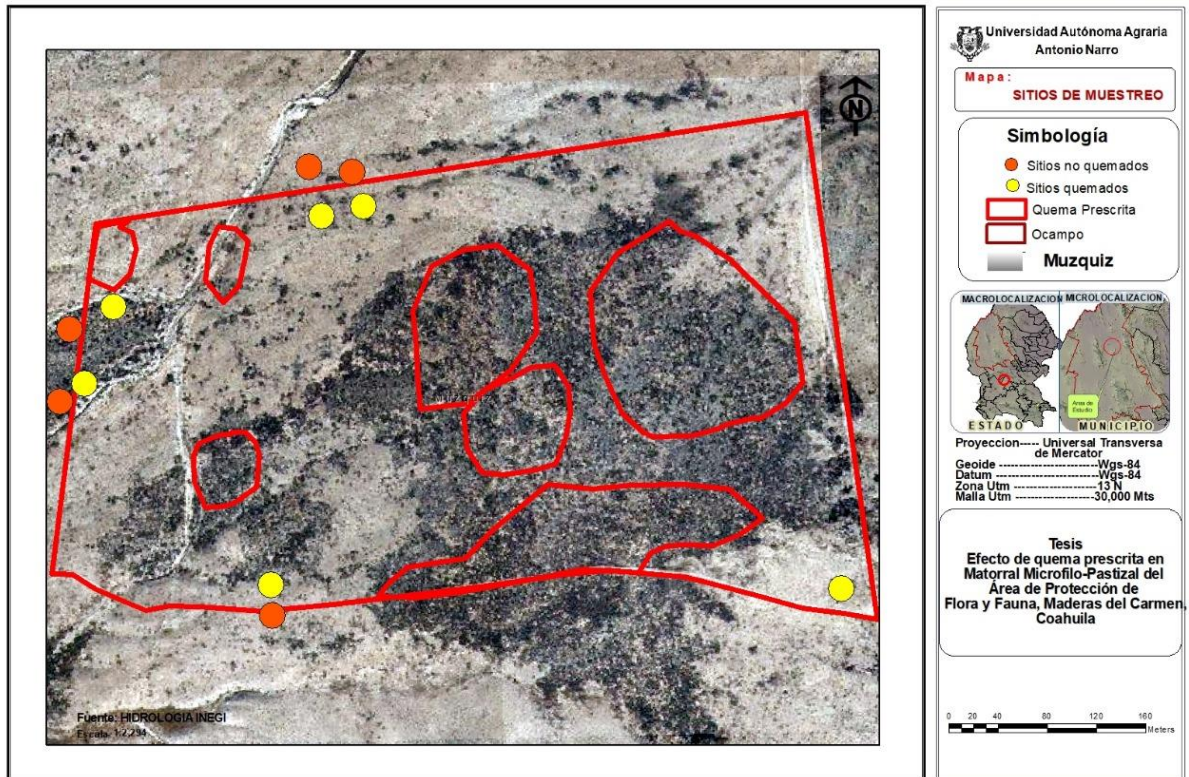


Figura 3: Distribución de los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita

3.3.2 Diseño de muestreo

El diseño de muestreo utilizado para la toma de datos en campo, fue muestreo selectivo debido a que dentro del área quemada se seleccionaron los sitios con mayor intensidad y severidad del fuego, contra sitios similares a estos pero sin presencia del fuego.

La técnica de cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. Actualmente los cuadrantes pueden ser utilizados para muestrear cualquier tipo de plantas (Mostacedo y Fredericksen 2000).

Los datos se tomaron en parcelas circulares de 100 m² para el estrato arbustivo, mientras para las herbáceas y pastos de 1 m² (Mueller-Dombois y Ellenberg, 2002), la compensación de la pendiente para los sitios de arbustivas no fue necesaria debido a que en los sitios de muestreo la exposición es cenital.

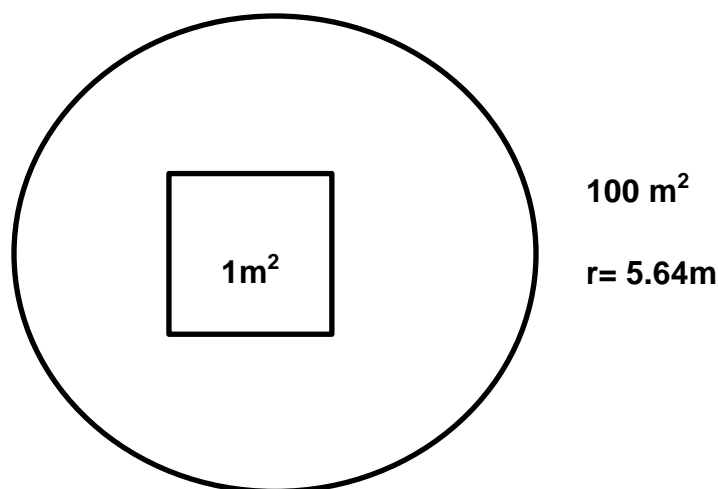


Figura 4: Esquema de sitios de muestreo de vegetación

3.3.3 Variables registradas en campo

Las variables que se midieron para el estrato herbáceo y arbustivo fueron los diámetros de copa (cm) y altura total promedio (cm) por especie, las mediciones se realizaron con un flexómetro.

3.3.4 Colecta de muestras botánicas

Las especies que no se identificaron taxonómicamente se colectaron muestras, se prensaron y secaron para su posterior identificación en las oficinas del Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen y en el Laboratorio del Departamento de Recursos Naturales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

3.3.5 Procesamiento de las muestras botánicas en el laboratorio

La etapa de laboratorio se desarrolló en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Múzquiz, donde se realizó el secado del material en estufas y en el Laboratorio del Departamento de Recursos Naturales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), se identificaron las especies.

Todo el material colectado de las diferentes muestras obtenidas de cada cuadrante, fueron secadas en estufas de secado por lapso de 72 horas a una temperatura promedio y permanente de $65^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta alcanzar un peso seco constante, posteriormente fueron pesadas en una báscula de precisión graduada al gramo para obtener los pesos y determinar el peso de la biomasa seca, descontando el peso del envase que contenía la muestra, para posteriormente estimar la carga de combustibles herbáceos en toneladas por hectárea.

3.4 Análisis de información

Con la información del muestreo de vegetación, se determinó los siguientes atributos de la vegetación según (Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974):

$$\text{Densidad} = \frac{\text{No. individuos}}{\text{área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad por sp.} \times 100}{\text{Densidad de todas las especies}}$$

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Área cubierta o área basal}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia por especie} \times 100}{\text{Dominancia total de todas las especies}}$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{No. parcela con la especie}}{\text{No. total de parcelas}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la especie} \times 100}{\text{Suma de la frecuencia en todas las especies}}$$

$$\text{Valor de importancia} = \frac{\text{Dens. rel} + \text{Dom. rel} + \text{Frec. rel}}{3}$$

Además se estimó la diversidad vegetal de la comunidad estudiada, mediante el índice de Shannon-Wiener, debido a que tiene una gran aceptación como indicador de la diversidad, debido a que toma en cuenta el número de

especies diferentes, además, sus proporciones relativas de abundancia y por tanto, de mucha mayor confiabilidad que el listado simple de las especies.

Es estimado mediante la siguiente fórmula:

$$I.S. = -\sum P_i \ln(P_i)$$

Dónde:

I.S.=Índice de Shannon obtenido (diversidad actual)

$P_i = \text{Fri}/\text{Fri}$

Fri: sumatoria de todas las frecuencias de todas las especies observadas.

De acuerdo con los valores de diversidad actual y diversidad máxima, obtenidos para cada una de las comunidades vegetales, se estimará la equitatividad, siendo éste un cociente de ambos valores de diversidad, expresada en porcentaje.

El índice de equitatividad es una medida de la distribución de las proporciones relativas de las especies: a medida que dicho índice se acerque al 100 por ciento, se interpreta que las especies ocurren con valores muy cercanos o iguales entre sí. Por el contrario, a medida que tienden a cero, indicará que una o pocas especies ocurren con mayor frecuencia que las restantes. Las fórmulas de cálculo es la siguiente:

$$I.E = (I.S./Div.Max) * 100$$

Dónde:

I.E.= Índice de equitatividad

I.S.= Índice de Shannon obtenido (diversidad actual)

Div. Max.= $\ln(N)$ Diversidad máxima potencial

N= Número de especies

Para comparar las especies presentes en sitios del área quemada y sitios del área no quemada, se utilizó información del número de individuos de cada especie, para realizar el análisis estadístico llamado, prueba G y Ji cuadrada (X^2), obteniendo el nivel de significancia entre un área y otra, así como las especies que resulten significativas del análisis estadístico.

El análisis estadístico se utilizó un 95 por ciento de confiabilidad y 5 por ciento de margen de error, por lo tanto, cuando el valor de p-value es menor a 0.05 existe diferencia significativa entre las dos unidades (sitios con quema prescrita y sitios sin quema prescrita) con especies significativas.

La prueba Ji cuadrada, ha sido utilizada por Seefeldt *et al.*, (2007) para evaluar la presencia/ausencia de datos de especies, es decir, análisis de frecuencias, en sitios de área quemadas y sitios de área no quemadas.

IV. RESULTADOS

4.1 Riqueza de especies del estrato herbáceo y arbustivo

La Figura 5 muestra de manera gráfica el número de especies en el estrato herbáceo y arbustivo, para los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita.

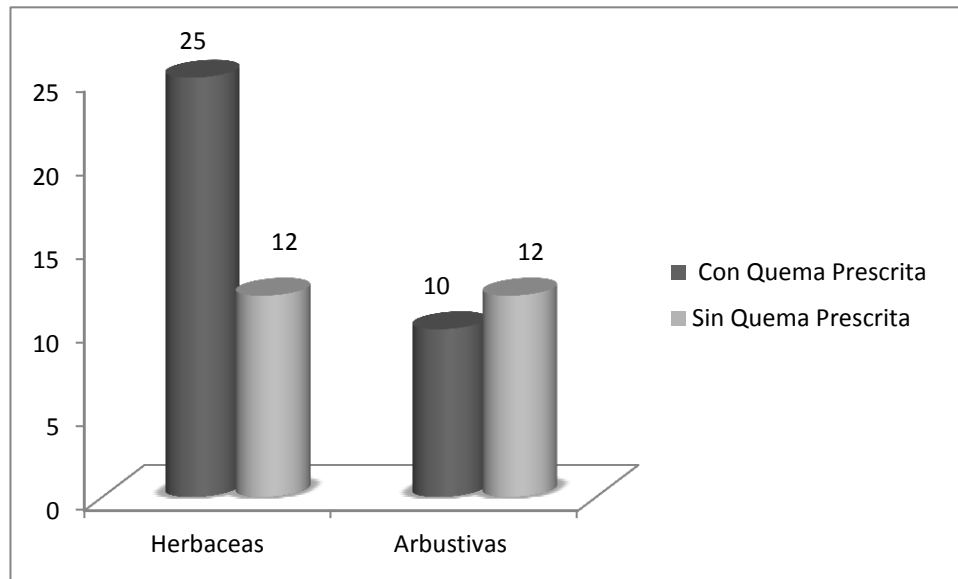


Figura 5: Número de especies de cada estrato de los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita

4.2 Composición florística del matorral micrófilo-pastizal en sitios sin quema prescrita

La flora del estrato herbáceo está integrada por 12 especies, distribuidas en 6 familias, 12 géneros (ver listado florístico en anexo II), las familias más importantes por tener mayor riqueza de especies son: Poaceae con seis especies, Asteraceae (dos), Boraginaceae, Malvaceae, Krameriaceae y Euphorbiaceae con una especie cada una. Para este estrato el género se presenta seis veces incluyendo una especie para cada uno. En el anexo III se presenta la composición florística del estrato, donde se observa que la familia Poaceae es la mejor representada con seis géneros y seis especies seguido por Asteraceae con dos géneros y dos especies.

El estrato arbustivo está compuesto por 12 especies distribuidas en 10 familias, 11 géneros, (ver listado florístico en el anexo IV) la familia Fabacea se considera más importante con tres especies, las demás familias presentan una especie para cada una. Mientras que el género más abundante es *Acacia* con dos especies, los géneros restantes presentan una especie. El anexo V representa la composición florística para este estrato.

4.2.1 Aspectos estructurales del matorral micrófilo-pastizal en sitios sin quema prescrita

El estrato herbáceo del matorral micrófilo-pastizal es caracterizado por la dominancia de especies como: *Parthenium incanum* (39.261%), *Zinnia pentachaeta* (22.849%), *Setaria leucopila* (20.592%), *Bouteloua gracilis* (6.593%), *Tridens muticus* (3.246%). El estrato presenta una altura media de 12 a 80 cm, las especies más frecuentes son: *Parthenium incanum* (19.231%), *Zinnia pentachaeta* (15.385%), *Setaria leucopila* (11.538%), *Bouteloua gracilis* (11.538%), *Tridens muticus* (11.538%) y *Sida procumbens* (7.692%).

Mientras que las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son: *Parthenium incanum* (25.002%) con 30 mil ind/ha, *Zinnia pentachaeta* (20.084%) con 40 mil ind/ha, *Setaria leucopila* (18.967%) con 45 mil ind/ha, *Bouteloua gracilis* (7.573%) con 8 mil, 333 ind/ha, *Tridens muticus* (9.209%) con 23 mil, 333 ind/ha y *Dasyochloa pulchella* (5.269%) con 20 mil ind/ha. En la figura 6 se aprecian las especies con mayor valor de importancia.

Las especies en el estrato herbáceo con mayor número de individuos por hectáreas son: *Setaria leucopila* con 45 mil ind/ha, *Zinnia pentachaeta* con 40 mil ind/ha, *Parthenium incanum* con 30 mil ind/ha, *Tridens muticus* 23 mil, 333 ind/ha y *Dasyochloa pulchella* con 20 mil ind/ha.

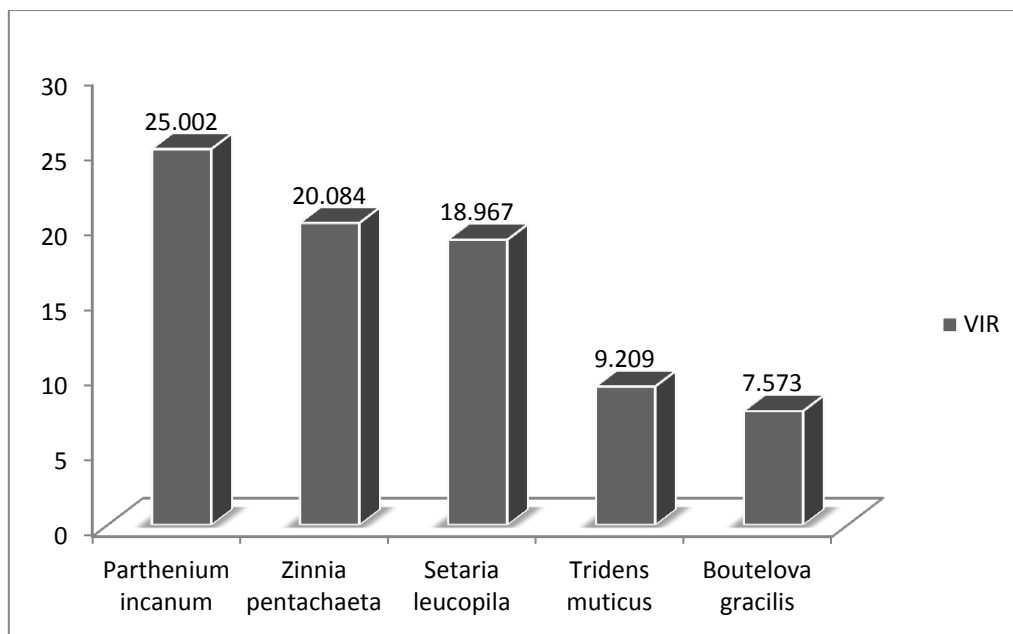


Figura 6: Especies con mayor valor de importancia relativa del estrato herbáceo de los sitios sin quema prescrita

Para el estrato arbustivo las especies dominantes son: *Prosopis glandulosa* (23.653%), *Dasyliion leiophyllum* (22.284%), *Opuntia macrocentra* (15.004%), *Flourensia cernua* (10.739%) y *Acacia farnesiana* (10.490%). El estrato arbustivo tiene una altura desde los 14 a 280 cm. Las especies con mayor frecuencia en el área de estudio son: *Prosopis glandulosa*, *Flourensia cernua*, *Jatropha dioica*, *Dasyliion leiophyllum*, *Acacia farnesiana* y *Acacia constricta*. Los atributos estructurales del matorral micrófilo-pastizal se presenta en el anexo VI.

Las especies con mayor (VIR) son: *Dasyliion leiophyllum* (20.027%) con 467 ind/ha, *Prosopis glandulosa* (18.049%) con 167 ind/ha, *Flourensia cernua* (14.713%) con 333 ind/ha, *Opuntia macrocentra* (9.261%) con 100 ind/ha y *Jatropha dioica* (9.060) con 200 ind/ha. En la figura 7 se aprecian las especies con mayor valor de importancia.

Las especies en el estrato arbustivo con mayor número de individuos por hectárea son: *Dasyliion leiophyllum* con 467 ind/ha, *Flourensia cernua* con 333 ind/ha, *Jatropha dioica* con 200 ind/ha, *Prosopis glandulosa* con 167 ind/ha y *Acacia constricta* con 117 ind/ha.

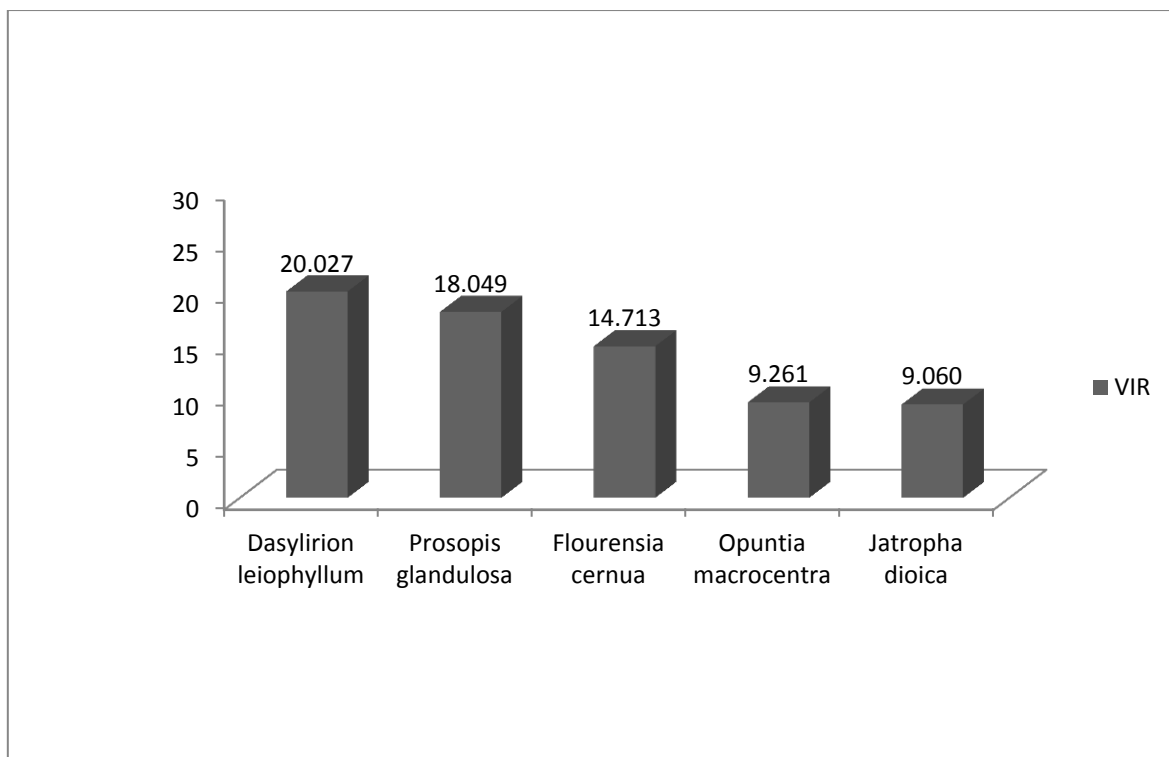


Figura 7: Especies con mayor valor de importancia relativa del estrato arbustivos de los sitios sin quema prescrita

4.3 Composición florística del matorral micrófilo-pastizal de los sitios de la quema prescrita

En el estrato herbáceo después de la quema prescrita se registraron 25 especies, distribuidas en 10 familias y 33 géneros (ver listado florístico anexo VII). Las familias más importantes son: Poaceae con siete especies, Euphorbiaceae con cinco, Asteraceae con cinco y Malvaceae con dos. Los géneros con más especies son: *Euphorbia* con tres especies, las demás están distribuidas con una especie por género. En el anexo VIII se presenta la composición florística.

El estrato arbustivo está integrado por 10 especies, distribuidas en ocho familias, nueve géneros (ver listado florístico anexo IX), la familia más importante es Fabaceae con tres especies las demás familias poseen una especie. El género *Acacia* posee dos especies, los demás están distribuidos de una especie por género. En el anexo X se presenta la composición florística de este estrato.

4.3.1 Aspectos estructurales del matorral micrófilo-pastizal en los sitios de la quema prescrita

El estrato herbáceo del matorral micrófilo-pastizal es caracterizado por la dominancia de especies como: *Setaria leucopila* (26.244%), *Muhlenbergia porteri* (11.411%), *Tridens muticus* (10.964%), *Drymaria cordata* (9.291%), *Bouteloua gracilis* (9.291%), *Sida procumbens* (6.676%). El estrato presenta una altura media que va de seis a 70 cm, las especies más frecuentes son: *Setaria leucopila*, *Muhlenbergia porteri*, *Bouteloua gracilis*, *Croton dioicus* y *Tridens muticus*.

Mientras que las especies con mayor Valor de Importancia (VIR) son: *Setaria leucopila* (23.828%) con 153 mil, 333 ind/ha, *Tridens muticus* (15.110%) con 131 mil, 666 ind/ha, *Muhlenbergia porteri* (8.361%) con 25 mil ind/ha, *Bouteloua gracilis* (6.604%) con 20 mil ind/ha y *Sida procumbens* (5.512%) con 26 mil, 666 ind/ha. En la figura 8 se aprecian las especies con mayor valor de importancia.

Las especies en el estrato herbáceo con mayor número de individuos por hectárea son: *Setaria leucopila* con 153 mil, 333 ind/ha, *Tridens muticus* con 131 mil, 667 ind/ha, *Sida procumbens* con 26 mil, 667 ind/ha, *Muhlenbergia porteri* con 25 mil ind/ha, *Bouteloua gracilis* con 20 mil ind/ha y *Argythamnia neomexicana* con 20 mil ind/ha.

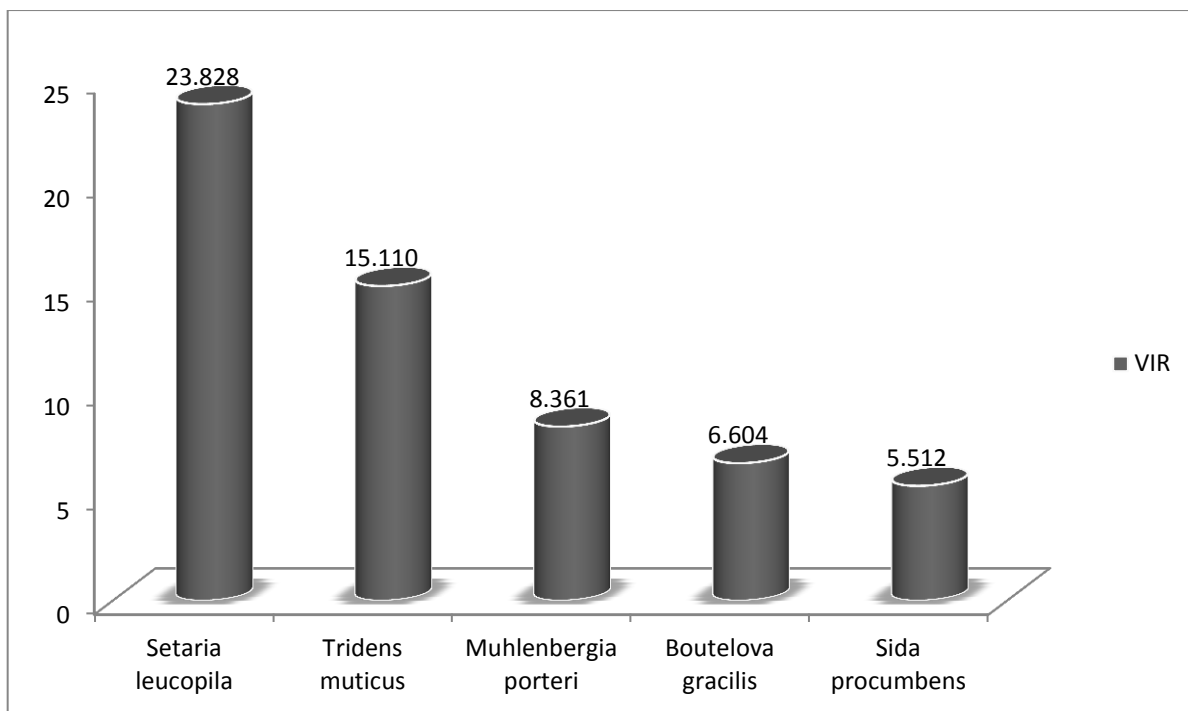


Figura 8: Especies con mayor valor de importancia relativa del estrato herbáceo de los sitios con quema prescrita

Para el estrato arbustivo las especies dominantes son: *Opuntia macrocentra* (23.931%), *Prosopis glandulosa* (22.322%), *Dasyllirion leiophyllum* (15.083%), *Celtis pallida* (12.736%) y *Flourensia cernua* (8.054%). El estrato arbustivo tiene una altura media de 35 a 140 cm. Las especies con mayor frecuencia son: *Prosopis glandulosa*, *Flourensia cernua*, *Opuntia macrocentra*, *Dasyllirion leiophyllum* y *Acacia constricta*. Los atributos estructurales del matorral micrófilo- pastizal se presenta en el anexo XI.

Las especies con mayor VIR son: *Dasyllirion leiophyllum* (19.242%) con 317 ind/ha, *Opuntia macrocentra* (17.714%) con 167 ind/ha, *Prosopis glandulosa* (16.277%) con 83 ind/ha, *Flourensia cernua* (15.999%) con 233 ind/ha y *Celtis pallida* (8.320%) con 83 ind/ha. En la figura 9 se aprecian las especies con mayor valor de importancia.

Las especies en el estrato arbustivo con mayor número de individuos por hectárea son: *Dasyllirion leiophyllum* con 317 ind/ha, *Flourensia cernua* con 233 ind/ha, *Opuntia macrocentra* con 167 ind/ha y *Jatropha dioica* con 100 ind/ha.

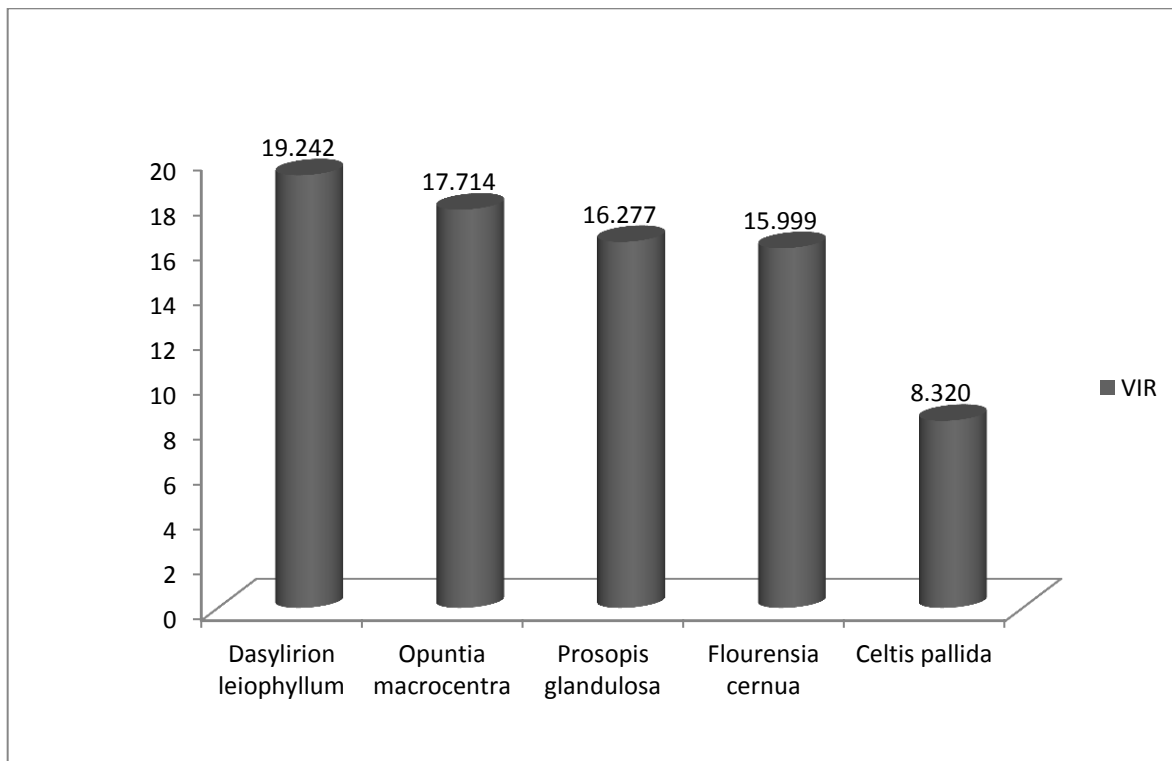


Figura 9: Especies con mayor valor de importancia relativa del estrato arbustivas de los sitios con quema prescrita

La estructura horizontal en el estrato arbustivo de los sitios de la quema prescrita, presentó una reducción de especies arbustivas, los sitios sin quema prescrita tiene una densidad de 1 mil, 700 ind/ha, mientras que los sitios de la quema prescrita la densidad es de 1 mil, 117 ind/ha, por lo cual hay una reducción de 583 ind/ha, que equivale al 34.29% de la densidad inicial de las especies arbustivas

La estructura horizontal en el estrato herbáceo de los sitios sin quema prescrita presenta una densidad de 188 mil, 333 ind/ha, mientras los sitios con quema prescrita aumenta a 468,333 ind/ha, por lo cual hay un aumento de 280 mil ind/ha.

Las especies del estrato herbáceo presentan adaptaciones al fuego por lo que con lo anterior observamos que aumenta el número de individuos por hectárea, al contrario del estrato arbustivo que el número de individuos por hectárea disminuye, lo que quiere decir que estas especies arbustivas no tienen adaptaciones al fuego afectándose y beneficiando las herbáceas.

4.4 Diversidad vegetal para el estrato herbáceo y arbustivo de los sitios no quemada y con quema prescrita

El cuadro 1 demuestra que en el estrato herbáceo existe mayor número de especies en los sitios de la quema prescrita que en los sitios sin quema prescrita. En el estrato arbustivo los sitios sin quema son la que tuvo mayor número de especie que en los sitios de la quemada. En la figura 10 se representa gráficamente.

Cuadro 1: Índice de diversidad vegetal en los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita

Estrato	Sitios con quema prescrita	Sitios sin quema prescrita
Herbáceo	3.037bits	2.302bits
Arbustivo	2.137bits	2.339bits

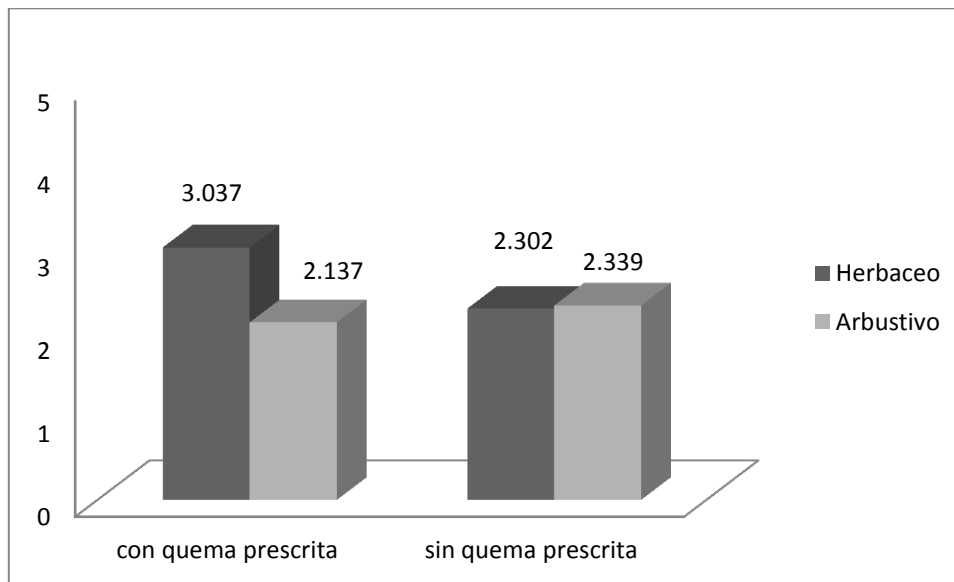


Figura 10: Especies con índice de diversidad vegetal del estrato arbustivo y herbáceo de los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita

4.5 Índice de Equitatividad

El cuadro 2 demuestra la probabilidad (porcentaje) en que las especies presentes en los sitios evaluados se distribuyan en toda el área de estudio. En la figura 11 se representa gráficamente.

Cuadro 2: Índice de Equitatividad en los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita

Estrato	Sitios con quema prescrita	Sitios sin quema prescrita
Herbáceo	94.347	92.627
Arbustivo	92.787	94.131

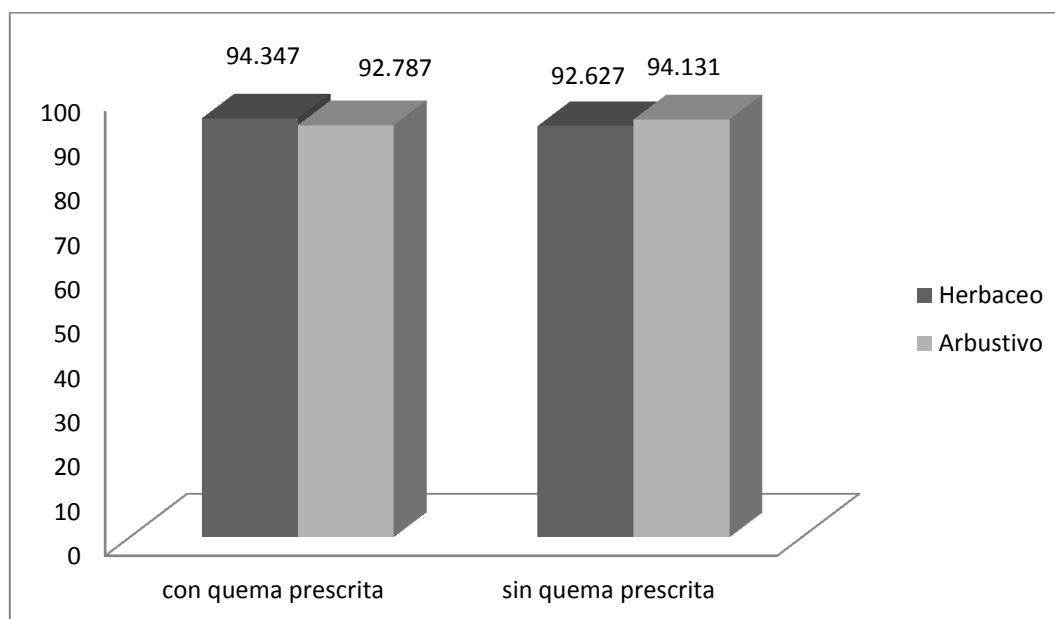


Figura 11: Especies con índice de equitatividad del estrato arbustivo y herbáceo de los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita

4.6 Análisis estadístico

Derivado del análisis mediante la prueba G y X^2 se obtuvieron especies con grado de significancia del estrato herbáceo y arbustivo. Es decir, las especies con valores de p-valúe < 0.005 son significativas de acuerdo a lo estadístico de X^2 .

4.6.1 Composición de especies del estrato herbáceo de los sitios de la quema prescrita y sin quema prescrita

Las especies que se presentaron en los sitios sin quema prescrita y disminuyeron su densidad o no emergieron después de la quema son: *Euphorbia antisiphilitica*, *Krameria parvifolia*, *Parthenium incanum*, *Sporobolus cryptandrus* y *Zinnia pentachaeta*. Mientras; *Argythamnia neomexicana*, *Baileya multiradiata*, *Bouteloua gracilis*, *Muhlenbergia porteri*, *Tridens muticus* son especies que se han registrado o aumentado el número de individuos después de la quema prescrita. Lo mencionado anteriormente se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3: Especies herbáceas con grado de significancia en los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita

Especies	Sitios Quemados	Sitios no Quemados	p-value	Significancia
<i>Argythamnia neomexicana</i>	12	0	0.0622141	NS
<i>Baileya multiradiata</i>	3	0	0.6620075	NS
<i>Bouteloua gracilis</i>	12	5	0.8895517	NS
<i>Croton dioicus</i>	3	0	0.6620075	NS
<i>Dasyochloa pulchella</i>	2	12	0.0000042	S
<i>Drymaria cordata</i>	3	0	0.6620075	NS
<i>Eragrostis spp</i>	8	0	0.1670012	NS
<i>Erioneuron avenaceum</i>	1	1	0.9257708	NS
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0	1	0.6226998	NS
<i>Euphorbia cordifolia</i>	1	0	0.6226998	NS
<i>Euphorbia sepyllifolia</i>	6	0	0.2805701	NS
<i>Euphorbia sp</i>	3	0	0.6620075	NS
<i>Flourensia cernua</i>	3	0	0.6620075	NS
<i>Hedyotis nigricans</i>	1	0	0.6226998	NS
<i>Krameria parvifolia</i>	0	1	0.6226998	NS
<i>Loeselia greggii</i>	1	0	0.6226998	NS
<i>Muhlenbergia porteri</i>	15	0	0.0302698	S

<i>Nerisyrenia camporum</i>	2	0	0.9257708	NS
<i>Parthenium incanum</i>	2	18	0.0000000	S
<i>Psilostrophe tagetina</i>	7	0	0.2157740	NS
<i>Setaria leucopila</i>	92	27	0.1581579	NS
<i>Sida procumbens</i>	16	4	0.5771910	NS
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	1	0	0.6226998	NS
<i>Sporobolus cryptandrus</i>	0	1	0.6226998	NS
<i>Tetraclea subinclusa</i>	1	0	0.6226998	NS
<i>Tiquilia canescens</i>	2	1	0.6620075	NS
<i>Tridens muticus</i>	79	14	0.0023414	S
<i>Zinnia pentachaeta</i>	5	24	0.0000000	S

Nota: La columna 2 y 3 se refiere al número de individuos encontrados por especie.

4.6.2 Composición de especies del estrato arbustivo de los sitios de la quema prescrita y sin quema prescrita

Las especies que se presentaron en los sitios sin quema prescrita y disminuyeron su densidad o no emergieron después de la quema son: *Acacia constricta*, *Acacia farnesiana*, *Agave lechuguilla*, *Atriplex canescens* y *Flourensia cernua*. Mientras que *Coryphantha ramillosa*, *Atriplex canescens*, *Agave lechuguilla* y *Ziziphus obtusifolia* son especies que no se han registrado o han disminuido el número de individuos en los sitios de la quema prescrita. Lo mencionado anteriormente se presenta en el cuadro 4.

Cuadro 4: Especies arbustiva con grado de significancia en los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita

Especies	Sitios Quemados	Sitios no Quemados	p-value	Significancia
<i>Acacia constricta</i>	5	7	0.87477244	NS
<i>Acacia farnesiana</i>	1	3	0.92927515	NS
<i>Agave lechuguilla</i>	0	1	0.83185802	NS
<i>Atriplex canescens</i>	0	4	0.26133843	NS
<i>Celtis pallida</i>	5	0	0.01945604	S
<i>Coryphantha ramillosa</i>	0	3	0.41167431	NS
<i>Dasyilirion leiophyllum</i>	19	28	0.96273153	NS
<i>Flourensia cernua</i>	14	20	0.99351809	NS
<i>Jatropha dioica</i>	6	12	0.74574333	NS
<i>Larrea tridentata</i>	1	2	0.71141501	NS

<i>Opuntia macrocentra</i>	10	6	0.08995339	NS
<i>Prosopis glandulosa</i>	5	10	0.80488627	NS
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	1	6	0.31424995	NS

Nota: La columna 2 y 3 se refiere al número de individuos encontrados por especie.

4.7 Combustibles y materia orgánica en los sitios de muestreo

En el siguiente cuadro se muestra la estimación en toneladas por hectárea de material combustible que existe, el cual hace posible la ocurrencia de incendios de mayor o menor severidad, sea de manera natural o causas humanas.

Dentro de los sitios con quema prescrita se puede observar que en el material fino de 1 hora de tiempo de retardo (HTR) se estima en 2.0132 ton/ha menor a la de los sitios sin quema prescrita con 3.9147 Ton/ha, mientras que el material mediano de 10 horas de tiempo de retardo es mayor en los sitios con quema prescrita, en cuanto a la materia orgánica es menor en los sitios con quema prescrita.

Cuadro 5: Muestra el material fino de 1 HTR, mediano de 10 HTR y materia orgánica esto para cada sitio con quema prescrita

Sitios con Quema Prescrita							
Material	Sitio 1	sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Ton/ha
Fino(1 HTR)	0.0001	0.0002	0.0002	0.0003	0.0001	0.0003	2.0132
Mediano(10 HTR)	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.4650
Materia orgánica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	1.2944

Cuadro 6: Muestra el material fino de 1 HTR, mediano de 10 HTR y materia orgánica esto para cada sitio sin quema prescrita

Sitios sin Quema prescrita							
Materia	Sitio 1	sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Ton/ha
Fino(1 HTR)	0.0004	0.0003	0.0002	0.0004	0.0007	0.0003	3.9147
Medianos (10 HTR)	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.3105
Materia orgánica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0001	4.8972

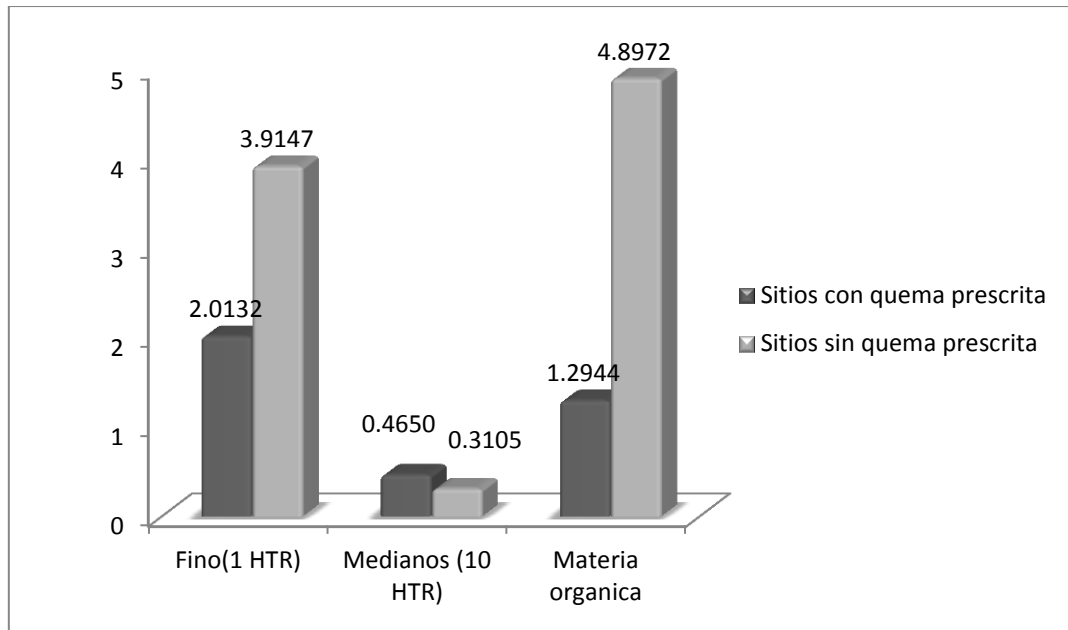


Figura 12: El gráfico muestra combustibles del material fino de 1 HTR, 10 HTR y materia orgánica expresado en Ton/ha

V. DISCUSIÓN

En términos de riqueza de especies para el estrato herbáceo en los sitios con quema prescrita se obtuvo 25 especies contra 12 especies en los sitios sin quema prescrita, mientras que para el arbustivo en los sitios con quema prescrita se obtuvo 10 especies contra 12 especies en los sitios sin quema prescrita, considerando que la evaluación se realizó seis meses y medio después de la quema prescrita.

De acuerdo al índices de diversidad vegetal (índice de Shannon-Wiener) el estrato herbáceo de los sitios con quema prescrita presenta una diversidad de 3.037bits, mientras que los sitios sin quema prescrita presentó una diversidad vegetal de 2.302bits respectivamente, por otro lado, y de manera inversa el estrato arbustivo de los sitios con quema prescrita presentó 2.137bits menor a la de los sitios sin quema prescrita 2.339bits, esto coincide con Rivera (2015), que evaluó el efecto de una quema prescrita sobre la estructura y diversidad de especies del matorral micrófilo en el área de la reforestación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, el cual obtuvo que el estrato herbáceo se vio beneficiado al aumentar el índice de diversidad de 3.32bits antes de la quema prescrita a 3.54 bits después de la quema, mientras el estrato arbustivo disminuyó la diversidad vegetal de 2.84bits antes de la quema a 2.73 después de la quema.

La dominancia fue mayor valor en los sitios con quema prescrita para el estrato herbáceo (0.854) respecto a los sitios sin quema prescrita (0.805), mientras la dominancia con menor valor se presentó en los sitios con quema prescrita para el estrato arbustivo (0.109) respecto a los sitios sin quema prescrita (0.232).

De igual manera, la densidad en los sitios del estrato herbáceo con quema prescrita fue de 468 mil, 333 ind/ha, mayor que los sitios sin quema prescrita con 181 mil, 667 ind/ha, mientras que la densidad para estrato arbustivo fue menor en los sitios con quema prescrita de 1 mil, 117 ind/ha, en relación con los sitios sin

quema prescrita de 1 mil, 700 ind/ha, al respecto Morales (2015) coincide en su investigación en que la dominancia y densidad es mayor en los sitios con quema prescrita para el estrato herbáceo, en contraste el estrato arbustivo disminuye.

Para el presente estudio, en la composición de especies de los sitios con quema prescrita y sin quema prescrita se obtuvo que algunas especies no se registraron después de la quema o disminuyeron el número de individuos por especie, para el estrato herbáceo de los sitios con quema prescrita con respecto a los sitios sin quema prescrita se encontró que tienen mayor número de especies debido a su mecanismo de adaptación que las especies han desarrollado ante la presencia del factor fuego, las especies arbustivas se ven afectadas al eliminar o disminuir el número de individuos por especie. Esto concuerda con los resultados de Rivera (2015) al evaluar los efectos de una quema prescrita sobre la estructura y diversidad de especies del matorral micrófilo en el área de la reforestación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, donde el estrato herbáceo después de la quema prescrita tuvo una ganancia en la riqueza de especies y aumentó en el número de individuos, para el estrato arbustivo se elimina o disminuye el número de individuos.

En el estrato herbáceo de los sitios con quema prescrita las especies con mayor número de individuos y un Valor de Importancia Relativo (VIR) de pastizal son: *Setaria leucopila* (23.828%) con 153 mil, 333 ind/ha, *Bouteloua gracilis* (6.604%) con 20 mil, ind/ha, especies que incrementaron su número de individuos, son especies de valor forrajero regular (Vázquez *et al.*, 2001). Por otra parte, Velázquez (2013) evalúa el Efecto de Incendios en la Composición y estructura de la vegetación en Sierra la Purísima, cuatro Ciénegas, Coahuila, una de las especies con mayor frecuencia que encontró en el área incendiada en el 2011 en el estrato herbáceo el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) y zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), de estas solo la segunda especie se encuentra en los sitios con quema prescrita.

Medina (2015) observó que el fuego se propone como una alternativa para incrementar la biodiversidad, debido a que promueve la regeneración y

dominancia de nuevas especies en matorral micrófilo. Morales (2015) coincide con la observación de que el fuego es un elemento que renueva los ecosistemas a su estado original, donde solamente las especies adaptadas a este prevalecerán sobre todo si se sigue un régimen de quema prescrita.

En el área de estudio se determinó la carga de combustibles finos de 1 HTR, medianos de 10 HTR y materia orgánica, el cual existe 2.0132 Ton/ha de material fino para los sitios con quema prescrita y 3.9147 Ton/ha en los sitios sin quema prescrita. Los combustibles medianos de 10 HTR fueron mayores en los sitios con quema prescrita, contrario a la materia orgánica que fue menor en los sitios con quema prescrita. El material mediano en los sitios con quema prescrita fue mayor debido a que el fuego no acaba con este combustible y esta unidad contaba con mayor combustible de 10 HTR que la otra unidad donde no se aplicó la quema prescrita.

La materia orgánica fue menor en los sitios con quema prescrita debido a que solo uno de los sitios de dicha área se encontraban con materia orgánica, esto se debe a que las especies no generaron la cantidad suficiente de materia orgánica en el resto de los sitios, en contraste con los sitios sin quema prescrita que se encontraron dos sitios con materia orgánica. (CONAFOR, 2006) reconoce la importancia de los incendios en el ciclo vital de los ecosistemas forestales, el cual contribuyen a la mineralización de la materia orgánica, participan en diversos ciclos de nutrimentos y cuando el fuego es de baja intensidad, promueven el crecimiento de los árboles, gracias a la poda natural que éste propicia y a la fertilización mediante las cenizas.

De acuerdo con (White y Wayne, 2010) la respuesta de las plantas después de una quema prescrita se ve influenciada por la intensidad del fuego, densidad de la vegetación, condiciones climáticas y manejo de pastoreo después de la quema. Sin embargo, los efectos del fuego son diferentes dependiendo de una serie de factores, como es; precipitación densidad horizontal y vertical del combustible y duración de crecimiento de las plantas.

Dentro del área de estudio se tiene mejoras, se encontró un incremento de especies herbáceas y disminución de matorrales. Esto nos lleva a coincidir Hernández (2013) que con el paso de los años la vegetación herbácea se vio favorecida, pero también considera que existen factores externos ajenos al uso del fuego, como la inclusión del pastoreo en el área de estudio y la sequía extrema que influyen en la respuesta que tiene la vegetación después de un incendio.

Por lo anterior, se determinó que el estrato herbáceo aumento el número de individuos y especies, el cual se vio modificado en cuanto a su estructura y composición. Mientras que el estrato arbustivo disminuyo el número de individuos al bajar la densidad por especie, modificando la estructura y composición del estrato. Esto coincide con Trabaud (1998) que menciona que a principios de los primeros meses siguientes después del incendio existen pocas especies, pero la riqueza florística aumenta alcanzando los valores máximos entre el primero y tercer año debido a que las especies anuales ocupan los espacios, a lo largo de los dos y tres años siguientes el número de especies disminuye progresivamente, a partir del quinto año esta riqueza tiende a estabilizarse.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis estadístico prueba G y X^2 , se acepta la hipótesis debido a que el matorral micrófilo-pastizal en su estructura y composición es diferente los sitios con quema prescrita a los sitios sin quema prescrita, debido a que el estrato herbáceo presentó un aumento en número de especies en los sitios con quema prescrita, mientras que en el estrato arbustivo de los sitios con quema el número de especies disminuyó y algunas no se registraron.

VI. CONCLUSIONES

En esta etapa del estudio se considera susceptible en el ecosistema dependiente o mantenido por el fuego, la implementación de quemas prescritas para el manejo y eliminación del matorral, dado los efectos del fuego en la riqueza florística en general, debido a que redujo y eliminó especies del estrato arbustos y para el estrato herbáceo aumentó la diversidad de especies.

La composición y estructura del matorral micrófilo-pastizal del Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, Coahuila cambia después de una quema prescrita, reduce la dominancia y densidad en los sitios con quema prescrita del estrato arbustivo, mientras que el estrato herbáceo se ve favorecido.

La estructura del estrato arbustivo, fue afectada por el fuego debido a que se registró un menor número de individuos por hectárea, con la baja intensidad y severidad en la que se desarrolló la quema y la poca continuidad horizontal, es lo que ocasiona que queden manchones sin quemar y el rebrote de las especies de *Prosopis glandulosa* y *Acacia farnesiana*.

La quema prescrita es una herramienta ecológica de manejo, con bajo costo, eliminando matorral no deseado y ayudando a la conservación de los recursos naturales, principalmente en los ecosistemas considerados como dependientes o mantenidos por el fuego; en base a los estudios de quemas prescritas se puede llegar a proyectar los efectos para fundamentar el manejo de los incendios forestales.

Con el resultado obtenido y mediante el índice de diversidad vegetal y el análisis estadístico, conocido como prueba G y Ji cuadrada (χ^2), se acepta la hipótesis H_0 debido a que la composición y estructura de las especies cambian.

VII. RECOMENDACIONES

Con base a los resultados del presente estudio y a la revisión de bibliografía, se indican las recomendaciones siguientes:

1. Se propone continuar con las evaluaciones en los sitios estudiados para conocer el efecto del fuego en la vegetación a diferentes tiempos y determinar el periodo de floración del pastizal nativo en el matorral micrófilo-pastizal.
2. Para futuras evaluaciones en la misma unidad de quema prescrita, debe considerarse el presente trabajo, para que la quema prescrita se realice considerando la etapa de desarrollo de la vegetación, y así evaluar los efectos y compararlos con el presente trabajo.
3. Realizar las evaluaciones después del término del periodo de lluvias y cuando las plantas se encuentren en floración, para ello se recomienda realizarlos a finales de septiembre u octubre.
4. Continuar realizando quemas prescritas con el objetivo de controlar especies arbustivas y favorecer el estrato herbáceo.
5. Evaluar el efecto de los incendios en la vegetación de matorral micrófilo y matorral rosetófilo con presencia de pastizal y compararlos con estudios similares en las planicies de Maderas del Carmen para determinar los efectos de las especies al fuego y fortalecer con ello las bases ecológicas de la toma de decisiones, rumbo al manejo de los incendios forestales en la parte baja del APFFMC.
6. Considerar al fuego como una herramienta ecológica de manejo y conservación de los recursos naturales del APFFMC, principalmente en los ecosistemas considerados como dependientes o mantenidos por el fuego; proyectando sus efectos para fundamentar el manejo de los incendios forestales.

VIII. LITERATURA CITADA

- Águeda, A., Y. Perez, A. Giménez, E. Pastor., J. Arnaldos y E. Planas. 2004. Las quemas prescritas: una guía para la investigación de incendios forestales. II congreso de ingeniería en lengua catalana. Barcelona. 1-5.
- Brooks, M. L., y Pyke, D. A. 2002. Las plantas invasoras y fuego en los desiertos de América del Norte. KEM Galera, Tallahassee, Pp 1-14.
- Caamaño, A.J.2003. Curso Nivel II Incendios forestales. Manejo del fuego. Grupo accionista forestal (GRAFOR). Granada. 60p.
- Conafor. 2006. Los incendios forestales 2005. Comisión Nacional Forestal. Primera Edición 2006, Jalisco, México. 160 p.
- DOF. 2009. NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA 2007. Norma oficial mexicana que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en terrenos de uso agropecuario. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 67p.
- 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. 71 p. [En línea][Consultado: martes 26 de marzo de 2019]. Disponible en: www.fao.org/forestry/site/35853/en.
- FAO. 2001. The global forest resources assessment 2000 main report. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Estudio FAO Montes N° 140.Roma.
- Flores, G.J.G., Rodríguez T.D.A. 2006. Incendios forestales. Definiendo el problema, ecología y manejo, participación social, fortalecimiento de capacidades, educación y divulgación. Ed. Mundi-prensa. México, D.F.254 P.
- García E. 1978. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Editorial Laros, México. 71 p.

- Granado D, F López.1997. Ecología del fuego. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 4(1):193-206.
- Granados S, M Hernández, A Vázquez, P Ruiz. 2013. Los Procesos de Desertificación y las Regiones Áridas. Revista Chapingo serie Ciencia Forestales y del Ambiente 19(1):45-66.
- Hernández, J., R. Chávez y M. Sánchez. 2007. Diversidad y estrategias para la conservación de cactáceas en el semidesierto queretano. Biodiversidad 70: 6-9.
- Hernández, M. A.2013. Efecto del Fuego en Vegetación Herbácea en la Reforestación de Zapalinamé Saltillo, Coahuila. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila.48p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (INEGI), 2005. Cartografía, Carta de Uso de Suelos y Vegetación Escala 1:250, 000.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (INEGI), 2009. Cartografía, carta de hidrología escala 1:250, 000.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (INEGI), 2015. Cartografía, carta de hidrología escala 1:250, 000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e informática (INEGI) ,2014. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación: escala 1:250 000. Serie V (capa unión). [www.inegi.org.mx.in:http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usuarios/default.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usuarios/default.aspx) (10 de marzo 2019).
- Jardel, 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.62p.

- Lara, R., E. A. 2011. Estructura y diversidad de la vegetación en una porción de la sierra el mascarón, en el norte de Zacatecas, México. Tesis profesional de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 65 p.
- Larry, D. W., C.W. Hanselka. 2001. Quema prescrita de pastizales en Texas. Agricultural communications, sistema universitario Texano A&M. Traducción: Eduardo A. Gonzales V. INIFAP-SAGARPA, México 11p.
- Main, M. B., y Tanner, G. W. 2009. Effect of fire on the wildlife of Florida and its habitat. *Journal Wildlife Ecology and Conservation*. (4): 2 p.
- Medina G, I Cantú, E Estrada, H Gonzales, J Delgadillo. 2015. Cambios en la vegetación de matorral desértico micrófilo en un área bajo manejo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 6 (32):37-48.
- Morales, R.M.2015. Efectos de quemas prescritas en la composición y estructura del pastizal halófilo en el valle de Cuatrociénegas, Coahuila. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila.64p.
- Mostacedo, B., Todd S. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia. 87 p.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. Inc. Nueva York. USA. 547 p.
- Myers, P., R. Espinosa, C. S. Parr, T. Jones, G.S. Hammond, y T. A. Dewey, 2008. *The Animal Diversity Web* [En línea], consultado en marzo 2019. <http://animaldiversity.org>
- Myers, R. 2006. Convivir con el fuego. Manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el Manejo Integral del Fuego. The Nature Conservancy Global Fire Initiative, Tallahassee, FL. 32 p.
- Nájera, D. A. 2016. Ecología del fuego. Módulo de Manejo de Combustibles. Curso Internacional de Manejo del Fuego. Servicio Forestal de los Estados

- Unidos de Norteamérica y Comisión Nacional Forestal de México. Universidad del Zamorano, Francisco Morazán, Honduras, C.A. 50p
- POEC. 2006. Ley Forestal del Estado de Coahuila de Zaragoza. Periódico Oficial del Estado de Coahuila. Saltillo, Coahuila. 40p.
- PROFAUNA.2008.Programa operativo de manejo de la sierra de Zapalinamé 2008-2012. Protección de la fauna mexicana A.C. Saltillo, Coahuila. 120p.
- Ramos M. 2010. Manejo del Fuego. La Habana, Cuba. Félix Varela. 240 p.
- Ressl,R., y Cruz, I. 2012. Detección y monitoreo de incendios forestales mediante imágenes de satelites.CONABIO.Biodiversidad, 100: 12-13
- Rivera, G.M.2015. Efectos de Quema Prescrita en la Estructura y Diversidad de Especies en la Reforestación de zapaliname, Saltillo, Coahuila. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila.63p.
- Rodríguez T, D. A., Rodríguez Aguilar, M., Fernández Sánchez, F. y Pyne, S. J. 2002. Educación e Incendios Forestales. Mundi Prensa. México, D. F. 201p.
- Ramírez T, M., Perez Garcia, B., y Orozco Segovia, A. 2007. Helechos Invasores y Sucesión Secundaria Post- Fuego. Revista Científica de América Latina y el Caribe. México, D.F. 10p.
- Rodriguez, T., D.A. 1996. Incendios Forestales. Universidad Autonoma de Chapingo. Mundi Presnsa. Mexico, D.F. 630P.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. Primera edición impresa. México, D. F., México. 432p.
- Rzedowski, J. 1983. Vegetación de México. Editorial Limusa. Segunda edición impresa., México. 432 pp.
- Seefeldt, S., S., M. Germino., K. DiCristina. 2007. Prescribed fires in *Artemisia tridentata* ssp. *vaseyana* steppe have minor and transient effects on

vegetation cover and composition. International Association of Vegetation Science. Applied Vegetation Science.10 (2): 249-256.

Sotelo H. 2013. Dinámica Poblacional y Uso de Hábitat del Berrendo *Antilocapra americana mexicana*, Reintroducido en Maderas del Carmen, Coahuila, México. Tesis como requisito parcial para obtener el grado de maestría en ciencias con acentuación en manejo de vida silvestre y desarrollo sustentable. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. 64p.

TNC. 2004. El Fuego, los ecosistemas y la gente. Una evaluación preliminar del fuego como un tema global de conservación, una evaluación preliminar del fuego como un tema global de conservación. Iniciativa global para el manejo del fuego. Taller de expertos. The Nature Conservancy. Sigrisvil, Suiza. 9 p.

Trabaud, L. 1998. Recuperación y regeneración de ecosistemas mediterráneos incendiados. Incendios forestales. Serie Geográfica. Nº 7, 1997/1998. Universidad de Alcalá. 37- 47 p.

Vásquez, A.R., A. García. D., J.C. Ibarra. F., J.A. Villarreal. Q. 2001. Las plantas del valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila, México. Folleto de divulgación. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 3(7). 71 p.

Velázquez, P.A. 2013. Efecto de incendios en la composición y estructura de la vegetación en sierra la purísima, Cuatro Ciénegas, Coahuila. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila.84p.

Villanueva J, L Negrete, J Villalobos, B Carlton. 2008. Respuesta de seis gramíneas tropicales a la quema prescrita en la costa oeste México. Técnica pecuaria en México 46(4): 397-411.

White L. D. y Wayne C. H. 2010.Quemas Prescritas en pastizales de Texas. E-37S [En línea] [Consultado: martes 03 abril de 2013]. Disponible en: <https://agrilifebookstore.org/publications>.

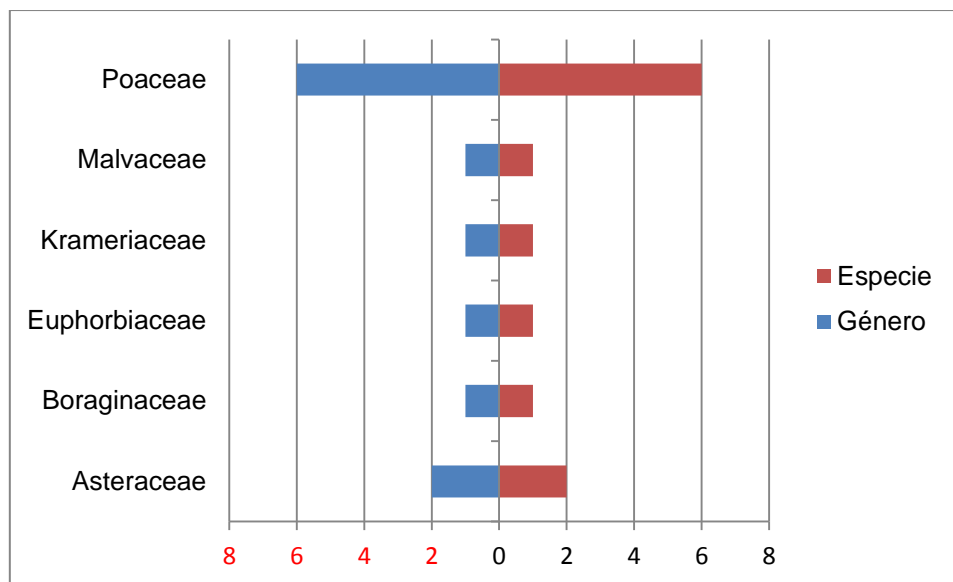
XI. ANEXOS

Anexo I: Coordenadas de sitios de muestreo con quema prescrita y sin quema prescrita

Sitios con Quema Prescrita			Sitios sin Quema Prescrita		
Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	737202	3185596	1	737203	3185571
2	737666	3185593	2	737710	3185585
3	737277	3185904	3	737268	3185932
4	737243	3185896	4	737233	3185936
5	737074	3185822	5	737038	3185804
6	737050	3185760	6	737030	3185745

Anexo II: Listado florístico del estrato herbáceo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios sin quema prescrita

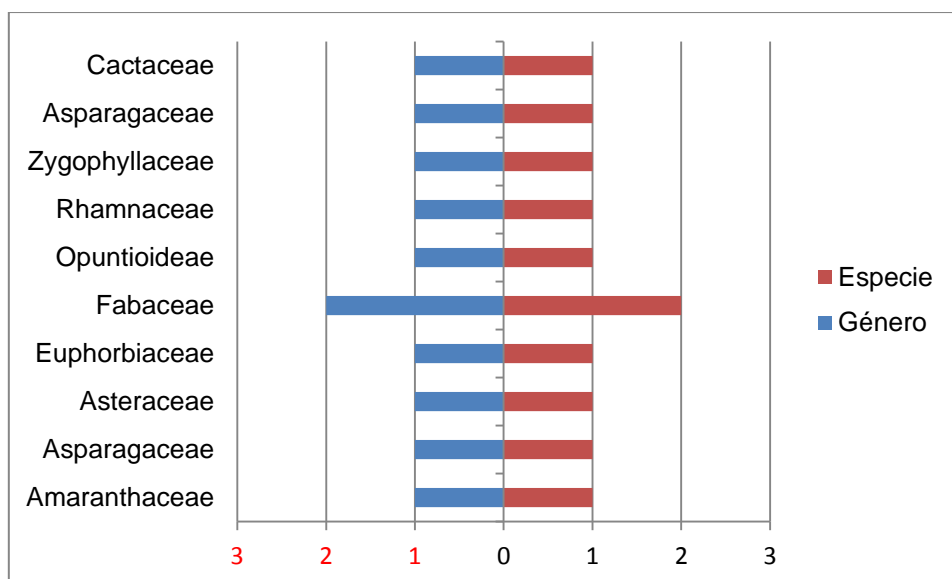
Familia	Género	Especie	Autor
Asteraceae	<i>Zinnia</i>	<i>pentachaeta</i>	Carlos linneo
	<i>Parthenium</i>	<i>incanum</i>	Carlos linneo
Boraginaceae	<i>Tiquilia</i>	<i>canescens</i>	A.T.Richardson
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>antisyphilitica</i>	L.G. Clark, Mathews, Spangler & Kellogg
Krameriaceae	<i>Krameria</i>	<i>parvifolia</i>	Willd. ex Schult.
Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>procumbens</i>	Baker f.
Poaceae	<i>Boutelova</i>	<i>gracilis</i>	Barnhart Juss., nom. cons.
	<i>Dasyochloa</i>	<i>pulchella</i>	Barnhart Juss., nom. cons.
	<i>Erioneuron</i>	<i>avenaceum</i>	Barnhart Juss., nom. cons.
	<i>Setaria</i>	<i>leucopila</i>	(Scribn. & Merr.) K. Schum.
	<i>Sporobolus</i>	<i>cryptandrus</i>	(Scribn. & Merr.) K. Schum.
	<i>Tridens</i>	<i>muticus</i>	Antonella Caro



Anexo III: Composición florística del estrato herbáceo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios sin quema prescrita

Anexo IV: Listado florístico del estrato arbustivo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios sin quema prescrita

Familia	Género	Especie	Autor
Amaranthaceae	<i>Atriplex</i>	<i>canescens</i>	(Pursh) Nutt.
Asparagaceae	<i>Dasyllirion</i>	<i>leiophyllum</i>	Engelm. ex Trel.
Asteraceae	<i>Flourensia</i>	<i>cernua</i>	(DC.) Benth. & Hook.f.
Euphorbiaceae	<i>Jatropha</i>	<i>dioica</i>	McVaugh
Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>constricta</i>	(L.) Willd.
	<i>Acacia</i>	<i>farnesiana</i>	(L.) Willd.
	<i>Prosopis</i>	<i>glandulosa</i>	(L.) Willd.
Opuntioideae	<i>Opuntia</i>	<i>macrocentra</i>	Engelm.
Rhamnaceae	<i>Ziziphus</i>	<i>obtusifolia</i>	(Hook. ex Torr. & A.Gray) A. Gra
Zygophyllaceae	<i>Larrea</i>	<i>tridentata</i>	(Sessé & Moc. ex DC.) Coville
Asparagaceae	<i>Agave</i>	<i>lechuguilla</i>	Torr.
Cactaceae	<i>Coryphantha</i>	<i>ramillosa</i>	Cutak



Anexo V: Composición florística del estrato arbustivo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios sin quema prescrita

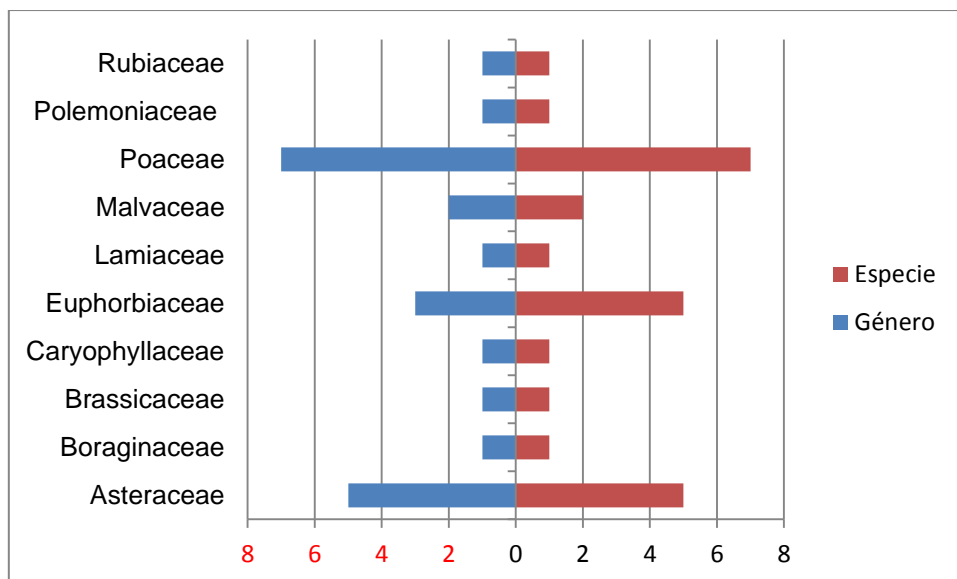
Anexo VI: Atributos estructurales del matorral micrófilo pastizal de los sitios sin quema prescrita

Estrato herbáceo						
Especie	Promedio Altura	Dominancia relativa (%)	Densidad ind/ha	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	VIR
<i>Bouteloua gracilis</i>	47	6.593	8333	4.587	11.538	7.573
<i>Dasyochloa pulchella</i>	25	0.928	20000	11.009	3.846	5.261
<i>Erioneuron avenaceum</i>	35	0.498	1667	0.917	3.846	1.754
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	25	0.937	1667	0.917	3.846	1.900
<i>Krameria parvifolia</i>	25	1.464	1667	0.917	3.846	2.076
<i>Parthenium incanum</i>	35	39.261	30000	16.514	19.231	25.002
<i>Setaria leucopila</i>	40	20.592	45000	24.771	11.538	18.967
<i>Sida procumbens</i>	12	0.244	6667	3.670	7.692	3.869
<i>Sporobolus cryptandrus</i>	80	2.602	1667	0.917	3.846	2.455
<i>Tiquilia canescens</i>	15	0.787	1667	0.917	3.846	1.850
<i>Tridens muticus</i>	29	3.246	23333	12.844	11.538	9.209
<i>Zinnia pentachaeta</i>	37	22.849	40000	22.018	15.385	20.084
Estrato arbustivo						
Especie	Promedio Altura	Dominancia relativa (%)	Densidad ind/ha	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	VIR
<i>Acacia constricta</i>	85	0.005	117	6.863	6.897	5.306
<i>Acacia farnesiana</i>	280	10.490	50	2.941	6.897	6.776
<i>Agave lechuguilla</i>	14	0.003	17	0.980	3.448	1.477
<i>Atriplex canescens</i>	100	1.461	67	3.922	6.897	4.093
<i>Coryphantha ramillosa</i>	23	0.061	50	2.941	3.448	2.150

<i>Dasyilirion leiophyllum</i>	110	22.284	467	27.451	10.345	20.027
<i>Flourensia cernua</i>	81	10.739	333	19.608	13.793	14.713
<i>Jatropha dioica</i>	52	5.072	200	11.765	10.345	9.060
<i>Larrea tridentata</i>	140	3.352	33	1.961	3.448	2.922
<i>Opuntia macrocentra</i>	95	15.004	100	5.882	6.897	9.261
<i>Prosopis glandulosa</i>	103	23.653	167	9.804	20.690	18.049
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	170	5.717	100	5.882	6.897	6.165

Anexo VII: Listado florístico del estrato herbáceo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios de la quema prescrita

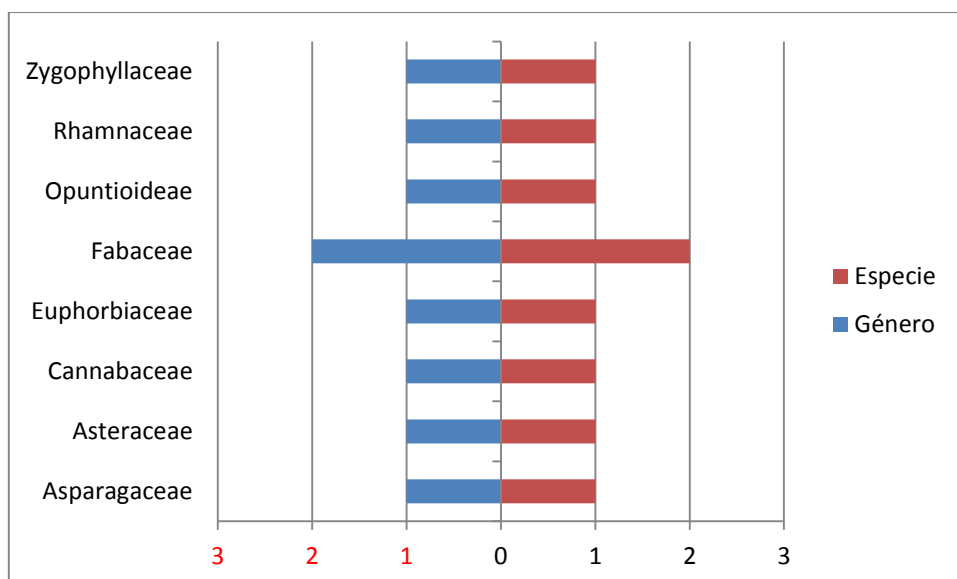
Familia	Género	Especie	Autor
Asteraceae	<i>Flourensia</i>	<i>cernua</i>	Carlos linneo
	<i>Zinnia</i>	<i>pentachaeta</i>	Carlos linneo
	<i>Baileya</i>	<i>multiradiata</i>	Carlos linneo
	<i>Parthenium</i>	<i>incanum</i>	Carlos linneo
	<i>Psilostrophe</i>	<i>tagetina</i>	Carlos linneo
Boraginaceae	<i>Tiquilia</i>	<i>canescens</i>	A.T.Richardson
Brassicaceae	<i>Nerisyrenia</i>	<i>camporum</i>	Martynov, Horan, Nutt.
Caryophyllaceae	<i>Drymaria</i>	<i>cordata</i>	Willd. ex Schult.
Euphorbiaceae	<i>Argythamnia</i>	<i>neomexicana</i>	L.G. Clark, Mathews, Spangler & Kellogg
	<i>Croton</i>	<i>dioicus</i>	L.G. Clark, Mathews, Spangler & Kellogg
	<i>Euphorbia</i>	<i>cordifolia</i>	L.G. Clark, Mathews, Spangler & Kellogg
	<i>Euphorbia</i>	<i>sepyllifolia</i>	L.G. Clark, Mathews, Spangler & Kellogg
	<i>Euphorbia</i>	<i>sp</i>	L.G. Clark, Mathews, Spangler & Kellogg
Lamiaceae	<i>Tetradlea</i>	<i>subinclusa</i>	A. Gray
Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>procumbens</i>	Baker f.
	<i>Sphaeralcea</i>	<i>angustifolia</i>	A.St.-Hil.
Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>gracilis</i>	Barnhart Juss., nom. cons.
	<i>Dasyochloa</i>	<i>pulchella</i>	Barnhart Juss., nom. cons.
	<i>Eragrostis</i>	<i>spp</i>	Barnhart Juss., nom. cons.
	<i>Erioneuron</i>	<i>avenaceum</i>	Barnhart Juss., nom. cons.
	<i>Muhlenbergia</i>	<i>porteri</i>	Barnhart Juss., nom. cons.
	<i>Setaria</i>	<i>leucopila</i>	(Scribn. & Merr.) K. Schum.
	<i>Tridens</i>	<i>muticus</i>	Antonella Caro
Polemoniaceae	<i>Loeselia</i>	<i>greggii</i>	S.Watson
Rubiaceae	<i>Hedyotis</i>	<i>nigricans</i>	(A.Gray) Shriners



Anexo VIII: Composición florística del estrato herbáceo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios de la quema prescrita

Anexo IX: Listado florístico del estrato arbustivo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios de la quema prescrita

Familia	Género	Especie	Autor
Asparagaceae	<i>Dasyilirion</i>	<i>leiophyllum</i>	Engelm. ex Trel.
Asteraceae	<i>Flourensia</i>	<i>cernua</i>	(DC.) Benth. & Hook.f.
Cannabaceae	<i>Celtis</i>	<i>pallida</i>	<i>Sparrea</i> Hunz. & Dottori
Euphorbiaceae	<i>Jatropha</i>	<i>dioica</i>	McVaugh
Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>constricta</i>	(L.) Willd.
	<i>Acacia</i>	<i>farnesiana</i>	(L.) Willd.
	<i>Prosopis</i>	<i>glandulosa</i>	(L.) Willd.
Opuntioideae	<i>Opuntia</i>	<i>macrocentra</i>	Engelm.
Rhamnaceae	<i>Ziziphus</i>	<i>obtusifolia</i>	(Hook. ex Torr. & A.Gray) A. Gra
Zygophyllaceae	<i>Larrea</i>	<i>tridentata</i>	(Sessé & Moc. ex DC.) Coville



Anexo X: Composición florística del estrato arbustivo del matorral micrófilo-pastizal de los sitios de la quema prescrita

Anexo XI: Atributos estructurales del matorral micrófilo-pastizal en los sitios de la quema prescrita

Estrato herbáceo						
Especies	Promedio Altura cm	Dominancia relativa (%)	Densidad ind/ha	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	VIR
<i>Argythamnia neomexicana</i>	10	2.116	20000	4.270	4.167	6671.389
<i>Baileya multiradiata</i>	12	0.682	5000	1.068	2.083	1671.361
<i>Bouteloua gracilis</i>	47	9.292	20000	4.270	6.250	6684.306
<i>Croton dioicus</i>	13	2.450	5000	1.068	6.250	1673.194
<i>Dasyochloa pulchella</i>	6	0.123	3333	0.712	2.083	1113.806
<i>Drymaria cordata</i>	40	9.760	5000	1.068	2.083	1680.694
<i>Eragrostis spp</i>	70	3.096	13333	2.847	2.083	4468.472
<i>Erioneuron avenaceum</i>	35	0.417	1667	0.356	2.083	567.917
<i>Euphorbia cordifolia</i>	10	1.159	1667	0.356	2.083	559.583
<i>Euphorbia sepyllifolia</i>	10	0.733	10000	2.135	2.083	3337.361
<i>Euphorbia sp</i>	11	1.767	5000	1.068	4.167	1671.722
<i>Flourensia cernua</i>	20	2.462	5000	1.068	2.083	1674.028
<i>Hedyotis nigricans</i>	10	0.065	1667	0.356	2.083	559.583
<i>Loeselia greggii</i>	40	3.103	1667	0.356	2.083	569.583
<i>Muhlenbergia porteri</i>	43	11.411	25000	5.338	8.333	8350.278
<i>Nerisyrenia camporum</i>	14	0.398	3333	0.712	4.167	1117.167

<i>Parthenium incanum</i>	18	0.901	3333	0.712	4.167	1118.333
<i>Psilostrophe tagetina</i>	16	3.915	11667	2.491	8.333	3897.083
<i>Setaria leucopila</i>	37	26.244	153333	32.740	12.500	51127.472
<i>Sida procumbens</i>	18	6.676	26667	5.694	4.167	8896.111
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	20	0.169	1667	0.356	2.083	562.917
<i>Tetradlea subinclusa</i>	13	0.203	1667	0.356	2.083	560.583
<i>Tiquilia canescens</i>	7	0.103	3333	0.712	2.083	1114.139
<i>Tridens muticus</i>	30	10.965	131667	28.114	6.250	43901.083
<i>Zinnia pentachaeta</i>	20	1.791	8333	1.779	4.167	2785.667
Estrato arbustivo						
Especies	Promedio Altura cm	Dominancia relativa (%)	Densidad ind/ha	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	VIR
<i>Acacia constricta</i>	78	7.471	83	7.463	9.524	8.153
<i>Acacia farnesiana</i>	90	1.460	17	1.493	4.762	2.571
<i>Celtis pallida</i>	140	12.736	83	7.463	4.762	8.320
<i>Dasyllirion leiophyllum</i>	87	15.083	317	28.358	14.286	19.242
<i>Flourensia cernua</i>	68	8.054	233	20.896	19.048	15.999
<i>Jatropha dioica</i>	55	7.178	100	8.955	4.762	6.965
<i>Larrea tridentata</i>	80	1.330	17	1.493	4.762	2.528
<i>Opuntia macrocentra</i>	58	23.931	167	14.925	14.286	17.714
<i>Prosopis glandulosa</i>	103	22.322	83	7.463	19.048	16.277
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	35	0.434	17	1.493	4.762	2.230