

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Efecto de un Incendio en la Composición y Estructura del Matorral de Rosáceas en la  
Sierra Zapalinamé, Saltillo, Coahuila

Por:

**YESSSENIA MARÍA HUERTA AGUILAR**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Efecto de un Incendio en la Composición y Estructura del Matorral de Rosáceas en la Sierra Zapalinamé, Saltillo, Coahuila

Por:

**YESSENIA MARÍA HUERTA AGUILAR**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Aprobada por el Comité de Asesoría



Dra. Gabriela Ramírez Fuentes  
Asesor Principal



Ing. Adin Helber Velázquez Pérez  
Coasesor



Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla  
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía  
Coordinación  
División de Agronomía  
Saltillo, Coahuila, México  
Mayo del 2016

## **DEDICATORIA**

A mi hijo, DAVID ERNESTO por ser fuente de inspiración en mi vida, por llegar y darme tanta felicidad, gracias hijo por esperarme tanto tiempo y compartir conmigo tantas cosas lindas, simplemente gracias por ser tan fuerte y valiente.

A mi madre, RICARDA AGUILAR CASTRO por tu apoyo incondicional, por siempre estar a mi lado, por cuidar de mi hijo todo como si fuera tuyo, por todos los días y noches de desvelo, gracias por la confianza, gracias por el amor, gracias por la libertad. Este logro es de las dos.

A mi padre, RUBEN HUERTA ENRÍQUEZ por todo el apoyo y amor de tu parte, por no dejarme sola, por sacrificarte por nosotras, por siempre estar de mi parte.

A mis hermanas, LUCERO HUERTA AGUILAR Y CARMEN RUBI HUERTA AGUILAR por todos los consejos y apoyo, por creer en mí, por ser parte de mi vida, gracias RUBI por los consejos y gracias LUCERO por el apoyo mientras estuve lejos de casa.

A mi amigo, ISMAEL CABRAL CORDERO, usted siempre conmigo, gracias por estar en cada momento de mi vida desde el día que lo conozco, amigos como usted pocos, gracias por ese cariños de padre, gracias por todo.

A mi tía, MARGARITA AGUILAR CASTRO por siempre estar junto a mí y compartir las cosas buenas y malas de mi vida, por siempre defenderme, por dejarme ser parte de su vida.

A mis familiares, por su amor, apoyo y confianza.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mí ALAMA TERRA MATER, por brindarme todo lo que necesitaba para formarme como profesional y darme la oportunidad de ser parte de su historia.

A mí asesora principal, Dra. Gabriela Ramírez Fuentes, gracias por todo el tiempo, dedicación y ayuda brindados de su parte, estoy muy satisfecha al tenerla como asesora en este trabajo.

Al M.C. Andrés Nájera Díaz, por el tiempo, dedicación, paciencia, consejos, apoyo, conocimientos brindados y sobre todo por ser parte fundamental de este proyecto. Los conocimientos adquiridos de usted, como mi maestro y asesor, ya han sido y serán muy buenos en mi vida personal y profesional. Gracias por todo.

Al Ing. Adin Helber Velázquez Pérez, por toda la dedicación, tiempo y paciencia, por ayudarme desde el inicio y hasta el fin de mi proyecto, gracias porque eres un modelo a seguir como profesional. Gracias porque siempre estuviste para solucionar cada duda de mi trabajo que también es tuyo.

Al Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla, por el tiempo dedicado y aceptar ser parte de este trabajo, por su apoyo en la identificación taxonómica de plantas.

Al M.C. Juan Antonio Encina Domínguez, por el apoyo en la identificación y taxonomía de las especies encontradas, además de la literatura y tiempo prestado. Gracias porque fue fundamental para realizar este trabajo.

A mis maestros, por ser parte de mi formación profesional y dejar algo de ellos en mí, gracias por el apoyo y dedicación. Gracias especialmente a Silvia Yudith Martínez Amador por la confianza y apoyo, por siempre ser tan buena persona. Gracias por estar a mi lado de una forma especial y creer en mí.

A mis compañeros de trabajo Marco, Alex y Maynor, por su ayuda y apoyo, todo lo que hicieron fue fundamental para la elaboración de este trabajo.

A mis amigos, Brenda, Catalina de Jesús, Karina Galicia, Elías Camacho, Mónica Arellano, Verónica Valdez, Leticia, Elena, Rodrigo Cabrera, Jorge García, por siempre estar a mi lado, por todo el amor y apoyo en mi carrera, gracias por compartir con migo tantos años y tantas cosa. Gracias Brenda, Verónica, Elena, Karina, Elías por todo el amor, ustedes son parte fundamental en esta etapa de mi vida. Gracias porque nunca me dejaron sola. Gracias Omar Bautista por tu cariño y amor. Ustedes son mi familia en saltillo y en el mundo.

## ÍNDICE

	PÁGINA
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.2. Objetivo general	3
1.3. Objetivos específicos	3
1.4. Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Definiciones y conceptos	4
2.1.1. Incendios forestales	4
2.1.2. Manejo de fuego, manejo integrado de fuego y manejo de incendios	4
2.1.3. Sucesión vegetal	5
2.1.4. Ecología de fuego	6
2.1.5. Clasificación de ecosistema según su relación con el fuego	6
2.2. El fuego y sus impactos en la ecología de los ecosistemas forestales	8
2.2.1. Papel del fuego en los ecosistemas forestales	8
2.3. Dependencia de los ecosistemas al fuego	9
2.3.1. Incendios forestales y la sucesión biológica	10
2.4. Influencia de los incendios forestales en la sucesión vegetal	10
2.4.1. Evaluación de incendios en algunos ecosistemas	11
2.4.2. Regeneración natural en algunos ecosistemas impactados por incendios	12
2.5. Adaptación de las especies vegetales a los incendios	12

forestales	
2.5.1. Impacto del fuego en la vegetación	13
2.5.2. Efecto del fuego en bosque de pino y encino	13
2.5.3. Efectos del fuego en pastizales	14
2.6. Trabajos afines sobre efecto del fuego en el Matorral de Rosáceas	15
3. MATERIALES Y MÉTODO	16
3.1. Descripción del área de estudios	16
3.1.1. Localización	17
3.1.2. Geología	18
3.1.3. Edafología	18
3.1.4. Hidrografía	18
3.1.5. Clima	19
3.1.6. Vegetación	19
3.1.7. Fauna	20
3.2. Metodología	21
3.3. Análisis	23
4. RESULTADOS	25
4.1. Composición florística del estrato herbáceo y arbustivo del área no incendiada	25
4.2. Composición florística del estrato herbáceo y arbustivo del área incendiada	26
4.3. Estructura de los estratos herbáceo y arbustivo del área no incendiada	28
4.4. Estructura de los estratos herbáceo y arbustivo del área incendiada	29
4.5. Diversidad de especies de los estratos herbáceos y arbustivos en el área incendiada y no incendiada	3
4.6. Diversidad vegetal de los estratos herbáceo y arbustivo del área incendiada y la no incendiada	32
4.7. Análisis estadístico	33

4.7.1. Especies con grado de significancia de los estratos herbáceos	33
4.7.2. Especies con grado de significancia de los estratos arbustivos	34
5. DISCUSIÓN	37
6. CONCLUSIONES	40
7. RECOMENDACIONES	41
8. LITERATURA CITADA	42
9. ANEXOS	48

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Asociaciones vegetales representativas de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra Zapalinamé	19
2	Fauna representativa de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra Zapalinamé	20
3	Estimación de los índices de diversidad vegetal de Shannon-Wiener para el área incendiada y el área no incendiada	33
4	Especies herbáceas con grado de significancia para las dos áreas evaluadas	34
5	Especies arbustivas con grado de significancia en el área incendiada y el área no incendiada	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Ubicación geográfica del área de estudio en la Sierra Zapalinamé, Saltillo, Coahuila	17
2	Delimitación de los sitios de muestreo de la vegetación generada a partir de Mueller y Ellenberg (1974)	22
3	Porcentaje de ocurrencia y número de especies por familia del estrato herbáceo del área no incendiada	25
4	Porcentaje de ocurrencia y número de especies por familia del estrato arbustivo del área no incendiada	26
5	Porcentaje de ocurrencia y número de especies por familia del estrato herbáceo del área incendiada	27
6	Porcentaje de ocurrencia y número de especies por familia del estrato arbustivo del área incendiada	28
7	Especies representativas de los estratos herbáceo y arbustivo del área no incendiada	29
8	Especies representativas de los estratos herbáceo y arbustivo del área incendiada	30
9	Diversidad de especies del área incendiada con respecto al área no incendiada	31
10	Especies representativas del área incendiada con respecto al área no incendiada	32
11	Especies con grado de significancia y sin grado de significancia de los estratos herbáceos y arbustivos para las dos áreas evaluadas	36

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Coordenadas del área de estudio en Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS84	48
2	Listado florístico del estrato herbáceo del área no incendiada	48
3	Composición florística del estrato herbáceo del área no incendiada	49
4	Listado florístico del estrato arbustivo del área no incendiada	49
5	Composición florística del estrato arbustivo del área no incendiada	51
6	Listado florístico del estrato herbáceo del área incendiada	51
7	Composición florística del estrato herbáceo del área incendiada	53
8	Listado florístico del estrato arbustiva del área incendiada	53
9	Composición florística del estrato arbustiva del área incendiada	54
10	Estructura del estrato herbáceo de área no incendiada	55
11	Estructura del estrato arbustivo de área no incendiada	56
12	Estructura del estrato herbáceo del área incendiada	56
13	Estructura del estrato arbustivo de área incendiada	57
14	Especies con grado de significancia y sin grado de significancia del estrato herbáceo del área incendiada y la no incendiada	58
15	Especies con grado de significancia y sin grado de significancia del estrato arbustivo del área incendiada y el área no incendiada	60

## RESUMEN

Este trabajo fue realizado en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra Zapalinamé, Saltillo, Coahuila (a partir de aquí denominada Sierra Zapalinamé) con el fin de evaluar el efecto de un incendio en la estructura y composición del Matorral de Rosáceas, por medio de la comparación de un área incendiada y un área no incendiada. En cada área se establecieron cuatro sitios de muestreo donde se evaluó el estrato herbáceo y el arbustivo, las variables medidas fueron cobertura por individuo y altura promedio por especie; para el estrato herbáceo se utilizó el método del cuadrado ( $1\text{m}^2$ ) y para el arbustivo el método de sitios circulares ( $100\text{ m}^2$ ). Para comprobar la prueba de hipótesis se utilizó el análisis estadístico llamado prueba G, para determinar la significancia a nivel de área y Xi cuadrada para las especies con significancia. El índice de diversidad vegetal para el estrato herbáceo del área incendiada y el área no incendiada fue de 3.82 bits y 3.26 bits respectivamente; mientras que en el estrato arbustivo del área incendiada y el área no incendiada el índice fue de 3.38 bits y 3.64 bits. Con el análisis de G y Xi cuadrada, se observó que en el estrato herbáceo el número de individuos bajo considerablemente, en las siguientes especies: *Ayenia microphylla*, *Callisia navicularis*, *Euphorbia prostrata* y las especies que aumentaron el número de individuos fueron: *Bouvardia ternifolia*, *Dyschoriste linearis*, y *Euphorbia nutans*. En el estrato arbustivo las especies que desaparecieron después del incendio fueron: *Ageratina wrightii*, *Berberis trifoliolata*, *Echinocereus enneacanthus*, y las principales especies que aumentaron su número de individuos con el incendio fueron: *Nolina cespitifera*, *Quercus intricata*, *Quercus pringlei*. Por lo anterior, se determina que a 32 meses del incendio, la estructura y composición del Matorral de Rosáceas sí es afectado positivamente en el mediano tiempo, por lo tanto, se puede sugerir a manera de recomendación, que en un futuro sea considerado la presente información para la toma de decisiones de un posible plan de manejo de incendios en la Sierra Zapalinamé.

**Palabras clave:** incendios forestales, composición, Zapalinamé, Matorral de Rosáceas.

## ABSTRACT

This work was carried out in the Zona Sujeta a Coservación Ecologica Zapalinamé, Saltillo, Coahuila in order to evaluate the effect of fire in the structure and composition of the rosaceous bushes by means of the comparison of an area affected by fire with regard to an area not affected by fire. In each area there were established four sites (places) of sampling, in which there were evaluated the herbaceous and shrubby strata. The measured variables were the coverage for individual and average height for species (kind); for the herbaceous stratum the method of the square was used (1m<sup>2</sup>) and for shrubs the sites were circular (places of 100 m<sup>2</sup>). Statistical analysis of test G was used for determining the significant level of area, and Xi squared to identify the significant species. The index of (plant) diversity for the herbaceous stratum of the area not affected by fire, was 3.82 bits and 3.26 bits for the area not affected by fire; whereas in the shrubby stratum of the affected area by fire, the index was 3.38 bits and 3.64 bits for the no affected area. The analysis of G and square Xi, proved that the species of the herbaceous stratum affected that have disappeared after the fire or the number of individuals diminished were: *Ayenia microphylla*, *Callisia navicularis*, *Euphorbia prostrata* and the species that appeared after the fire are: *Bouvardia ternifolia*, *Dyschoriste linearis*, and *Euphorbia nutans*. The shrubby stratum species that disappeared after the fire were: *Ageratina wrightii*, *Berberis trifoliolata*, *Echinocereus enneacanthus*, between others and the principal species that met benefited with the fire were: *Nolina cespitifera*, *Quercus intricata*, *Quercus pringlei*. Determining after 32 months of evaluation, the structure and composition of the bushes of rosaceous plants is affected positively by the fire, therefore the managing of fire is considered to be possible in the rosaceous bushland and it should be considered in the managing plan of fire in the Zapaliname mountain. So it is recommended that in future these results are considered.

Key words: forest fires, plant, composition, Zapaliname Mountain, rosaceas.

Correo electronico; Yessenia maria huerta aguilar, [huerta\\_ag@hotmail.com](mailto:huerta_ag@hotmail.com)

# 1. INTRODUCCIÓN

En México se registra por año un promedio de 8 mil incendios forestales, los cuales afectan en diversos grados a los diferentes ecosistemas terrestres del país (CONAFOR, 2013). Cada año los incendios forestales provocan daños valorados en millones de dólares en California, EE.UU. y en el estado de Victoria, Australia (FAO, 2009). En México, los estados más afectados por los incendios forestales son: Estado de México, Distrito Federal, Michoacán, Puebla, Hidalgo, Chihuahua, Jalisco, Chiapas y Veracruz. En el estado de Coahuila de acuerdo a las estadísticas del 2008 se presentaron 171 incendios con 24,428 ha afectadas, en el 2009 fueron 131 siniestros que afectaron 21,475 ha y en el 2010 se presentaron 69 incendios, que afectaron 4,611.5 ha; la mayor afectación que ha tenido el estado ha sido en el 2011 con 162 incendios forestales y 424,540 has (CONAFOR, 2012).

Sánchez (2007), estudió sobre los efectos de un incendio en el estrato herbáceo en el Parque Nacional de El Chico, Hidalgo, donde se observó el aumento de la composición florística en los bosques de *Abies religiosa*, afectando en diferente medida la flora de dicho ecosistema.

Velázquez (2013), en un estudio realizado en la Sierra la Purísima, Cuatro Ciénegas, Coahuila donde la vegetación predominante es el Matorral Submontano con matorral rosetófilo, encontró que estructuralmente estos matorrales fueron beneficiados al aumentar el número de individuos por hectárea en casi todos los estratos de las áreas incendiadas durante los años 2011 y 2012; excepto, en el estrato herbáceo del área incendiada durante el año 2012, la cual fue evaluada a 5.5 meses después del incendio, mientras que el área incendiada en el año 2011 se evaluó a 15.5 meses después del incendio.

Alvarado (2004), menciona que en el Matorral de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila, 6 años después del incendio, encontró mayor

cantidad de gramíneas y herbáceas en el área incendiada que en el área no encendida.

La Sierra Zapalinamé, como muchas otras áreas forestales, carece de un plan de manejo de incendios, además no cuenta con información suficiente sobre los efectos del fuego en la estructura y composición de los ecosistemas que la conforman, especialmente, en el Matorral de Rosáceas.

Por lo anterior se tiene la necesidad de obtener información para determinar si el Matorral de Rosáceas depende del fuego o no para su desarrollo, pudiéndose aportar información valiosa a los administradores de la Sierra Zapalinamé respecto a un futuro plan de manejo de incendios en dicha sierra.

## **1.1.OBJETIVOS**

### **1.2.OBJETIVO GENERAL**

Determinar el efecto del fuego en la estructura y composición del Matorral de Rosáceas en la Sierra Zapalinamé, Saltillo, Coahuila.

### **1.3.OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Comparar el área incendiada y el área no incendiada en cuanto a composición y estructura del Matorral de Rosáceas, en la “Sierra Zapalinamé”.
2. Determinar cuál es la estructura del área incendiada y la del área no incendiada.
3. Determinar cuál es la composición del área incendiada y la del área no incendiada.

### **1.4 HIPÓTESIS**

El Matorral de Rosáceas es afectado en su estructura y composición después de que se presenta un incendio.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Definiciones y conceptos**

#### **2.1.1. Incendios forestales**

Rodríguez (1996), define un incendio forestal como la propagación libre del fuego sobre la vegetación forestal.

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

#### **2.1.2. Manejo de fuego, manejo integrado de fuego y manejo de incendios**

Manejo del fuego

Son el conjunto de decisiones y acciones técnicas posibles dirigidas a la prevención, detección, control, contención, manipulación o uso del fuego en un paisaje dado, para cumplir con metas y objetivos específicos (Myers, 2006).

Manejo Integral del Fuego

Se define como un enfoque para hacer frente a los problemas y a las 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 en los papeles ecológicos y económicos beneficiosos o necesarios que puede jugar en un área de conservación, región o paisaje determinado. El Manejo Integral del Fuego facilita la implementación de métodos eficaces en relación con su costo, tanto

para prevenir incendios destructivos, como para mantener regímenes de fuego deseables. Cuando los incendios ocurren, provee un contexto para: 1) evaluar si los efectos serán perjudiciales, beneficiosos o benignos; 2) sopesar los beneficios y los riesgos relativos, y 3) responder adecuada y eficientemente sobre la base de objetivos establecidos para el área en cuestión (Myers, 2006).

### Manejo de incendios

FAO (2007) menciona que es el fuego que se inicia como una acción de manejo o aquel incendio forestal que se desarrolla dentro de una prescripción, es decir, el fuego se limita a un área predeterminada que prescribe el posible comportamiento del mismo y las características requeridas para lograr el tratamiento programado del incendio y/o los objetivos del manejo de los recursos naturales. Por otro lado, la ITTO (1997), lo define como un conjunto de actividades necesarias para la protección de los valores de los ecosistemas susceptibles al fuego y el uso del fuego con el fin de satisfacer los objetivos del manejo de tierras.

### **2.1.3. Sucesión vegetal**

La sucesión es un proceso dinámico porque existen diferencias entre las especies en cuanto a la capacidad para desarrollarse dentro de un paisaje determinado, de manera que las menos adaptadas quedan excluidas de la comunidad (Daniel *et al.*, 1982; Flores, 2009). Huston y Smith (1987) mencionan que la sucesión es un cambio secuencial en las abundancias relativas de las especies dominantes en una comunidad. El cambio secuencial implica que las especies o grupo de especies, una vez dominantes, no volverán a serlo a menos que una perturbación u otro cambio ambiental intervengan.

#### **2.1.4. Ecología de fuego**

Es la parte de la ecología que estudia la relación de los ecosistemas y el fuego así como las interacciones de los mismos, considerando el fuego como un elemento natural y esencial en el funcionamiento de numerosos ecosistemas forestales. Además es uno de los elementos naturales que ha influido en las comunidades vegetales a lo largo del tiempo y que como proceso natural cumple una función importante para mantener la salud de determinados ecosistemas (FAO, 2001).

#### **2.1.5. Clasificación de ecosistema según su relación con el fuego**

CONAFOR (2010), clasifica los ecosistemas según su dependencia con el fuego de la siguiente manera:

Ecosistemas sensibles al fuego.

Son incendios eventuales que se presentan cuando hay sequía extrema, pero resultan ser catastróficos. Para la recuperación de la vegetación original, ha de transcurrir la sucesión ecológica durante siglos. Los ecosistemas sensibles al fuego no se han desarrollado con éste como un proceso importante y recurrente. Las especies de estas áreas carecen de las adaptaciones para responder a los incendios y la mortalidad es alta incluso cuando la intensidad del fuego es muy baja. La estructura y la composición de la vegetación tienden a inhibir la ignición y la propagación del fuego. En otras palabras, no son muy inflamables. Bajo condiciones naturales y sin perturbaciones, el fuego puede ser un evento tan raro que estos ecosistemas pueden llegar a ser considerados como independientes del fuego. Llegando a ser bosques tropicales perennifolios o subperennifolios (que incluyen selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias), bosque tropical caducifolio (selva baja caducifolia), manglares y bosques de oyamel. El fuego no es requerido para mantener este tipo de vegetación. (Myers, 2006).

Ecosistemas dependientes del fuego.

Myers (2006), define a los ecosistemas dependientes del fuego como aquéllos donde el éste es esencial y las especies han desarrollado adaptaciones para responder positivamente al él y para facilitar su propagación, es decir, la vegetación es inflamable y propensa al fuego. A menudo se les denomina ecosistemas adaptados al fuego o mantenidos por el fuego. México cuenta con abundancia de estos ecosistemas. En varias regiones del centro y algunas del noroeste del país, hay matorrales mantenidos por incendios poco frecuentes (con períodos de retorno entre 30 y 100 años). Incluyen géneros como: *Arctostaphylos*, *Ceanothus*, *Pinus*, *Quercus* y *Garrya*, entre muchos otros. En particular los encinos arbustivos en el centro de México de los cuales destacan: *Quercus. frutex*, *Quercus. microphylla*, y *Quercus. repanda* donde los incendios ocurren cada dos a diez años. Estas especies se regeneran bien sobre sitios quemados, donde el fuego ha removido la barrera de zacate y materia orgánica acumulada para que la semilla pueda hacer contacto con el suelo mineral. Cuentan con corteza gruesa, aislante, que protege al bosque de las temperaturas letales del fuego. Muchas especies recuperan follaje cuando parte de su copa ha sido afectada por el incendio.

Ecosistemas independientes del fuego.

Myers (2006), menciona que los ecosistemas independientes del fuego son aquéllos en los cuales el fuego juega un papel muy pequeño o nulo. Son demasiado fríos, húmedos o secos para quemarse. En este grupo quedan incluidos los ecosistemas de desiertos y la tundra. Áreas muy secas, sin continuidad suficiente entre los combustibles forestales como para transmitir el fuego, o bien áreas muy frías y constantemente húmedas, así como, ambientes no estacionales.

Ecosistemas influenciados por el fuego.

Los ecosistemas influidos por el fuego, son una categoría que incluye tipos de vegetación que se encuentran frecuentemente en las zonas de transición entre los ecosistemas dependientes del fuego y los ecosistemas sensibles al fuego o independientes del fuego; pueden incluir tipos de vegetación más amplios en los cuales la respuesta de las especies al fuego todavía no han sido documentadas y el papel del fuego en el mantenimiento de la biodiversidad no se conoce (Myers 2006).

## **2.2.El fuego y sus impactos en la ecología de los ecosistemas forestales**

Ecológicamente, los incendios que se inician naturalmente e incluso los que se generan por causas humanas ayudan a mantener la vida en los ecosistemas considerados como dependientes del fuego. Los incendios forestales son considerados como dañinos para el hombre, algunos ecosistemas son un componente esencial y fundamental para su desarrollo. De esta forma, el fuego es considerado un agente de cambio con diversas funciones y efectos dentro de los ecosistemas forestales, ligado a la dinámica que ocurre entre comunidades animales y vegetales, y que pueden ser variables en tiempo y espacio. De esta forma la interacción entre el fuego y los ecosistemas se ve reflejada en el reciclaje de nutrientes, la sucesión del hábitat de vida silvestre, el mantenimiento de la diversidad biológica, la reducción de la biomasa y el control de plagas (Flores, 2009).

### **2.2.1. Papel del fuego en los ecosistemas forestales**

Independientemente de los efectos ya sean negativo o positivos los incendios son y siempre han sido, parte recurrente de los ecosistemas forestales, de esta manera el fuego ha fungido como eje vector de la configuración de dichos ecosistemas, jugando en ellos un papel fundamental (Arno, 1980). De acuerdo con Komarek (1967),

muchos ecosistemas han evolucionado con el fuego, las especies han desarrollado adaptaciones que les permiten resistir ciertos regímenes de fuego y en algunos casos beneficiarse con su presencia. No todos los ecosistemas dependen en sí del fuego, existen ecosistemas sensibles a éste donde la mayor parte de la flora y la fauna carecen de adaptaciones y se ven más afectadas en caso de un disturbio de este tipo (Komarek, 1967). Sin embargo, los efectos del fuego en los ecosistemas, no importando si son o no dependientes de éste, están ligados al tipo de incendio, su frecuencia y la severidad del fuego, es por eso que algunos ecosistemas que son mantenidos por el fuego se ven altamente dañados después del incendio, ya que éste está fuera del régimen al que ellos responden positivamente (Vose y White, 1987).

### **2.3. Dependencia de los ecosistemas al fuego**

Se dice que un ecosistema es dependiente del fuego cuando la continuidad de su existencia está basada en el periodo de ocurrencia de los incendios forestales; si el fuego ocurre con suficiente regularidad los ecosistemas pueden permanecer estables por miles de años (Brown y Smith, 2000). Según Cooper (1974), muchas plantas dependen del fuego para germinar y crecer, sin el fuego, la mayoría de los bosque terminarían siendo desplazado por estadios de sucesión vegetal menos tardíos; por lo anterior y de acuerdo con la ocurrencia de los incendios forestales algunos ecosistemas son considerados dependientes del fuego. Bajo el concepto de dependencia del fuego se entiende que las especies que se encuentren en este tipo de ecosistemas necesitan de éste en alguna etapa de su vida para su desarrollo (Barbour, 1987).

### **2.3.1. Incendios forestales y la sucesión biológica**

Muchos científicos están de acuerdo que el fuego es beneficioso y ayuda a mantener la vida en los ecosistemas que han evolucionado con él (TNC, 2004). Cuando un ecosistema es mantenido y/o condicionado por el fuego, y éste a su vez tarda largas temporadas en incendiarse, la sucesión vegetal avanza rápidamente disminuyendo la cantidad de luz para el suelo, manteniendo así, generaciones vegetales de la misma especie y causando el desplazamiento de especies animales que conformaban parte del ecosistema (Flores, 2009). El fuego corta el ciclo de la sucesión vegetal, permitiendo así, que la vegetación permanezca en el área si se considera que la sucesión vegetal haya alcanzado nuevas etapas en ausencia del fuego (Smith, 1986).

### **2.4. Influencia de los incendios forestales en la sucesión vegetal**

La selección natural dota a las plantas con características que le permiten adaptarse al fuego, dicho de otra forma, las plantas han evolucionado con el fuego (Flores, 2009). Spurr y Barnes (1982), mencionan que Dawson en 1847 fue el primero en reconocer y reportar los efectos de los incendios con respecto a la sucesión vegetal en pequeños claros. En algunos casos, especies que no habían tenido éxito en las comunidades vegetales, después de un incendio, aparecen éstas con mayor severidad y tienen más éxito que las que ya se encontraban, es por eso, que después de un incendio forestal sí se puede hablar de sucesión vegetal, pues es un factor determinante del tipo de vegetación que existirá después de la ocurrencia del fuego.

Después de una perturbación la vegetación se regenera paulatinamente y dependiendo del tipo de perturbación serán las especies que colonicen nuevamente el área, es por eso, que el fuego se considera como un disturbio que provoca la sucesión vegetal, la cual depende de sí este ecosistema está ya asociado al fuego o

no. Así, los disturbios en un ecosistema traen consigo cambios que bien pueden manipular el comportamiento de la vegetación (Gómez y Vázquez, 1974).

Según Smith (1986), después de un incendio la vegetación se va desarrollando paulatinamente, por ejemplo, puede ser que el género dominante sea *Quercus* seguido por *Pinus*. Normalmente, los incendios responden de la siguiente manera; en una primera etapa, aparecen las herbáceas y algunos zacates, en una segunda etapa los matorrales y encinos de porte pequeño y posteriormente aparecen los individuos leñosos como los pinos y los encinos de porte medio y alto.

Flores (2009) destaca que si se considera el concepto clásico de sucesión vegetal, donde después de una perturbación con el fuego, la comunidad existente desaparece y es remplazada por un tipo de vegetación más temprana, iniciándose de esta forma la sucesión vegetal. También Williams *et al* (1994), reconoce que los incendios forestales son factores determinantes que pueden causar perturbaciones e iniciar la sucesión vegetal en estos ecosistemas.

#### **2.4.1. Evaluación de incendios en algunos ecosistemas**

Después del fuego, la recuperación de la vegetación suele producirse por sucesión, es decir, las especies que aparecen después de la perturbación no son las mismas que ocupaban previamente la zona. El proceso de sucesión que se inicia tras un incendio se caracteriza por una rápida invasión a la comunidad vegetal original, y en mayor o menor grado, por otras especies exógenas a ésta, generalmente, de carácter efímero (Trabaud y Lepart, 1980). Por otro lado, en un estudio realizado por un grupo de investigación en genética y fisiología forestal de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España, analizaron diferencias en la regeneración natural de pinares afectados por el fuego en los alrededores de Guadalajara, Jalisco, México sobre conos serótimos durante el año 2005, de lo anterior, se dedujo que el éxito regenerativo de las especies que cuentan con conos serótimos, tras un incendio forestal dependerá en gran medida del banco aéreo de semillas, esto es, el número

potencial de semillas que se puede liberar tras el paso de un incendio (Gil *et al*, 2009).

Gucker y Bunting (2011) evaluaron los cambios en la vegetación después de un incendio en pradera en el norte de Idaho, EE.UU., observaron que a tres años del incendio, la *Pseudoroegneria spicata*, especie dominante en el área de estudio, se había recuperado al incendio en un 20%, y que la cobertura de especies herbáceas nativas anuales y no nativas fue significativamente mayor después de presentarse el incendio.

#### **2.4.2. Regeneración natural en algunos ecosistemas impactados por incendios**

Los daños y los beneficios en los ecosistemas relacionados con el fuego juegan papeles muy similares (Flores, 2009) por ejemplo, en los bosques de clima templado o frío con pinos, encinos y oyameles, el fuego es dañino porque limita la regeneración natural, lo cual ocasiona pérdidas económicas y favorecen la aparición de especies invasoras o secundarias, etc. Por otro lado, en las selvas húmedas se altera considerablemente la biodiversidad y en las zonas áridas se daña la vegetación pero se da paso a nuevas generaciones con individuos más fuertes.

#### **2.5. Adaptación de las especies vegetales a los incendios forestales**

Los ecosistemas adaptados al fuego están compuestos por especies vegetales que han desarrollado ciertas habilidades para responder a la ocurrencia del fuego, por ejemplo, cortezas gruesas, frutos seróticos, agresividad en la regeneración, rápido crecimiento juvenil y floración temprana. Con esto, las plantas tienden a prevenir y recuperarse del daño producido por el fuego (Flores, 2009).

### **2.5.1. Impacto del fuego en la vegetación**

La composición de la vegetación es un factor que determina cómo se comporta un incendio. El comportamiento del fuego, a su vez determina el grado en que las poblaciones vegetales son afectadas. Cuanto más intenso es el fuego, es más la vegetación afectada (ESA, 2002). Las plantas sufren dos tipos de daños por éste; los directos que están asociados a la desnaturalización de las proteínas y alteración de la movilidad de líquidos y los indirectos, asociados al calor producido por el fuego en la planta, de esta manera las herbáceas de mayor tamaño y los chaparrales son las que tienen más probabilidades de sobrevivir, pero en general, las especies responderán de diferente manera a los disturbios ocasionados por el fuego (Trabaud, 1998).

### **2.5.2. Efecto del fuego en un bosque de pino y encino**

Según Moscovich y Lacorte (2003) el fuego en el bosque desempeña los siguientes papeles:

- Eliminación de material combustible y malezas.
- Preparación del terreno para la germinación de las semillas.
- Preparación de algunos individuos para la brotación de yemas.
- En algunas coníferas la apertura de conos.

Ortega y Rodríguez (2003), mencionan que algunas especies están dotadas de adaptaciones al fuego como el *Pinus hartwegii* lindl que presenta las siguientes adaptaciones: regeneración en los sitios afectados, capacidad de rebrote, recuperación de la copa afectada por las llamas, poda natural y corteza gruesa.

Debano (1991), señalan que en general los bosques de pino-encino (*Pinus-Quercus*) se ven beneficiados por el fuego, pues son de los géneros que mayor adaptación tiene a la presencia de éste, algunas de estas adaptaciones son:

- Semillas resistentes y aladas
- Conos gruesos que solo se pueden abrir en presencia de calor (serótimos)
- Corteza gruesa en los fustes

### **2.5.3. Efectos del fuego en pastizales**

Casco (1993), señala que la investigación sobre el uso racional del fuego en pastizales se incrementó en los últimos 20 años, debido principalmente a los siguientes factores: a) el fuego es un acontecimiento natural, b) es una herramienta de manejo de uso frecuente por su bajo costo y c) como otra técnica de manejo (fertilización, implantación de especies forrajeras, uso de herbicidas, etc.).

Actualmente el fuego es una herramienta en el mantenimiento de los pastos, ya que se obtiene una mejor brotación, abundancia y calidad de éstos para el ganado, existiendo así, una fuerte relación entre el fuego y los pastizales (Moscovich y Lacorte, 2003).

Trollope (1993) observó que el efecto del fuego sobre los pastizales depende de su tipo e intensidad, de la estación del año y de la frecuencia de las quemas. Bernardis *et al* (2004), en un trabajo de quemas prescritas realizado en el río Paraná, Argentina sobre pastizales de albardón, concluye que las quemas anuales en los pastizales durante dos años, no tuvieron un efecto significativo sobre los contenidos de materia orgánica y Nitrógeno en el suelo.

## 2.6. Trabajos afines sobre efecto del fuego en el Matorral de Rosáceas

En las consultas bibliográficas para este trabajo, sobre los estudios realizados en matorrales de rosáceas, se tiene dentro de las principales conclusiones las siguientes:

Alvarado (2004), menciona en su estudio sobre la caracterización de un área incendiada en la Sierra Zapalinamé, donde la vegetación predominante es el Matorral Rosetófilo y el Matorral Submontano, concluyó que en el área incendiada, la sucesión vegetal responde de manera natural; pues la cantidad de herbáceas es muy significativa entre el área incendiada y el área no incendiada. Por otro lado, Velázquez (2013), en su estudio, en el que compara el efecto de los incendios sobre la composición y estructura de la vegetación en un área previamente afectada y un área no afectada por el fuego, y en donde la vegetación predominante es el Matorral Rosetófilo y el Matorral Submontano en Sierra La Purísima, Cuatro Ciénegas, Coahuila concluyó que la composición de especies en dicha área fue diferente, debido a que aparecieron nuevas especies después de los incendios; con lo cual, el área se vio beneficiada por el incendio, esto al verse incrementado el número de individuos por hectárea en casi todos los sitios muestreados de dichos matorrales en áreas incendiadas durante los años 2011 y 2012; teniendo como excepción que en el año 2012 el estrato herbáceo no se vio favorecido como lo fue en el 2011 para este tipo de vegetación, considerando que el área incendiada en el 2011 fue evaluada a 15.5 meses después del incendio, mientras que el área incendiada en el 2012 se realizó a 5.5 meses del incendio. Worthington y Corral (1987), evaluaron áreas incendiadas y no incendiadas en el Matorral Rosetófilo del desierto Chihuahuense, donde encontraron que la mayoría de las especies se estaban recuperando, y que algunas otras, como la *Yucca torreyi* estaban rebrotando después de 25 meses del incendio.

### **3. MATERIALES Y MÉTODO**

#### **3.1. Descripción del área de estudios**

El estudio se realizó dentro de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra Zapalinamé (denominada en este trabajo Sierra Zapalinamé) que fue decretada por el estado el 15 de octubre de 1996. Se encuentra al sureste de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México y forma parte de la Sierra Madre Oriental y de la Sierra de Arteaga. Geográficamente se encuentra ubicada entre las coordenadas 25°15'00"-25°25'58.35" de latitud Norte y entre 100°47'14.5"-101°05'3.8" de longitud Oeste (Encina *et al.*, 2008); se encuentra a una altitud que va de los 1,590 a los 2,200 m.s.n.m., alcanzando su mayor elevación a los 3,140m en el cerro denominado El Penitente, ver Anexo 1.

### 3.1.1. Localización

En la Figura 1 se puede observar la ubicación geográfica del área de estudio en la Sierra Zapalinamé, Saltillo, Coahuila.

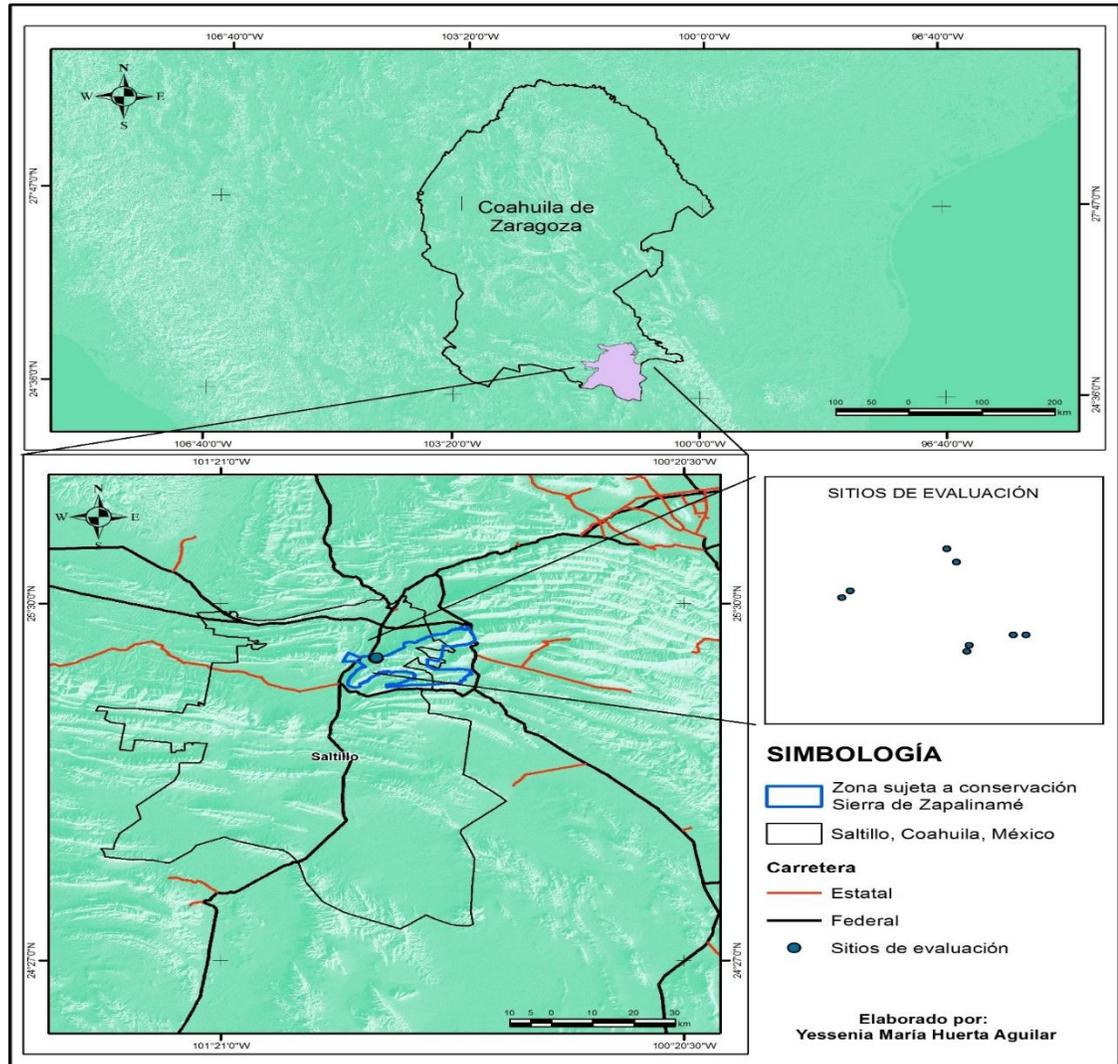


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio en la Sierra Zapalinamé, Saltillo, Coahuila.

### **3.1.2. Geología**

El área está comprendida en el complejo montañoso de Sierra Zapalinamé, comprendida dentro de la denominada Sierra Plegada, que por lo general, los pliegues de esta sierra forman valles estructurales en los sinclinales y serranías, y en los anticlinales; los perfiles aserrados se presentan debido a la intensidad de plegamientos. Al centro de estos anticlinales se presentan floraciones masivas de rocas jurásicas y sobre de éstos, sedimentos cretácicos provenientes de los procesos hídricos y eólicos. Las rocas ígneas se mantienen en un grado mínimo y están compuesta por: granitos, basaltos, riolitas y andesitas (CETENAL, 1978).

### **3.1.3. Edafología**

De acuerdo con INEGI, (2004) y CONABIO (2012<sup>a</sup>), los suelos que predominan en el área de estudio son de tipo Litosol y Xerosol, el primero se caracteriza por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche; los segundos, por lo general, presentan una capa superficial clara por el bajo contenido de materia orgánica, en donde su vegetación natural es el matorral y el pastizal.

### **3.1.4. Hidrografía**

De acuerdo con CONABIO (2012<sup>b</sup>), el área de estudio se encuentra en la Región Hidrológica No. 24 Bravo-Conchos de la cuenca Hidrológica Rio Bravo-San Juan, en la subcuenca Pino Solo-Satillo.

### 3.1.5. Clima

El clima del área de estudio, según García (1987), es el de las zonas bajas cercanas a Saltillo BSok(x´)(e), el cual se describe como un clima seco, templado, con veranos cálidos extremos, temperatura media anual entre los 12° y 18°C, en donde los meses más fríos la temperatura oscila entre los 3° y 18°C y los más cálidos superiores a los 18°C, con periodos de lluvias entre el verano y el invierno con una precipitación media anual de 498mm.

### 3.1.6. Vegetación

Cuadro 1. Asociaciones vegetales representativas de la Sierra Zapalinamé.

Asociaciones Vegetales	Familias Representativas	Especies Representativas
Matorral de Rosáceas	Asteraceae Poaceae, Fabaceae, Cactaceae, Convolvulaceae, Laminaceae, Euphorbiaceae, Agavaceae, Rosaceae, Ptiridaceae	<i>Agave lechuguilla</i> (Lechuguilla) <i>Acacia roemeriana</i> (Gatuñón) <i>Yuca thompsoniana</i> (Palma) <i>Fraxinus greggii</i> (Fresnos)
Bosques de Encino ***	Asteraceae, Poacea, Fabaceae y Rosaceae	<i>Artemisia ludoviciana</i> <i>Pleopeltis guttata</i> <i>Cheilanthes tomentosa</i> <i>Achillea millefolium</i>
Bosque de Oyamel **	Asteraceae, Poaceae, Pinaceae y Lamiaceae	<i>Abies vejarii</i> <i>Pseudotsuga menziesii</i> <i>Cupressus arizonica</i> <i>Pinus hartwegii</i> <i>Pinus greggii</i> <i>Arbutus xalapensis</i> <i>Quercus greggi</i> <i>Prunus serotina</i>

\*Gómez, 2009 \*\*Encina *et al*, 2008<sup>a</sup>, \*\*\*Encina *et al*, 2008<sup>b</sup>

### 3.1.7. Fauna

Meganck y Carrera (1981), mencionan que la Sierra Zapalinamé alberga gran cantidad de fauna de importancia, como ejemplo la cantidad de osos (*Ursus americanus*) y león de montaña (*Puma concolor*) que habitan es éste lugar.

Cuadro 2. Fauna representativa de la Sierra Zapalinamé.

Clase	Especies	Nombre Común
<b>Mamíferos*</b>	<i>Ursus americanus</i> <i>Odocoileus virginianus</i> <i>Canis latrans</i> <i>Crocyon cinercoargentus</i> <i>Basariscus astutus</i> <i>Sciurus</i> sp <i>Mustela frenata</i> <i>Conepatus mesoleucos</i> <i>Lepus</i> sp <i>Sylvilagus floridanus</i>	Oso negro Venado cola blanca Coyote Zorro gris Cacomiztle Ardilla Comadreja Zorrillo Liebre Conejo
<b>Aves*</b>	<i>Cathartes aura</i> <i>Buteo jamaicensis</i> <i>Falco sparverius</i> <i>Callipepla squamata</i> <i>Cytormix montezumae</i> <i>Columba fasciata</i> <i>Catartes aura</i> <i>Buteo jamaicensis</i> <i>Falco sparverius</i> <i>Callipepla squamata</i> <i>Cytormix montezumae</i> <i>Zenaida macroura</i> <i>Columba fasciata</i>	Zopilote Aguililla Gavilán Codorniz escamosa pinta Paloma de collar Zopilote Aguililla Gavilán Codorniz escamosa pinta Paloma huilota Paloma de collar
<b>Reptiles*</b>	<i>Sceloporus gecos</i> <i>Coleonyx</i> sp serpientes de los géneros ( <i>Crotalus</i> , <i>Ficimia</i> , <i>Pituophis</i> e <i>Hypsiglena</i> ) <i>Holbrookia</i> sp	

\*Meganck y Carrera, 1981

### 3.2. Metodología

Se evaluaron dos áreas, la primera a 32 meses de haberse incendiado; ésta con registro de incendio en el año 2011, con una superficie de 10 has, y la segunda área sin presencia de incendio, la cual se ubicaba adyacente a la primera, con el fin de poder compararlas, el área total evaluada fue de 4.677 has. El diseño de muestreo fue el selectivo y los sitios de muestreo fueron georreferenciados mediante el uso de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

En cada una de las áreas de estudio se tomaron cuatro sitios de muestreo, los cuales en contraparte tenían un sitio adyacente, es decir, en el levantamiento de un sitio en el área incendiada, había en contraparte, un sitio en el área no incendiada; de esta manera se obtuvieron los ocho sitios de muestreo.

Este método es llamado “evaluación de áreas aledañas”, el cual es utilizado cuando se tiene dos áreas con características similares y se requiere evaluar la respuesta de un área después de un disturbio con respecto a una no disturbada; los atributos a evaluar tienen que ser los mismos para ambas áreas (Mostacedo, 2000). La selección de los sitios aledaños se realizó tomando en cuenta características similares en la topografía y la vegetación.

Para la vegetación arbustiva los sitios de muestreo fueron circulares ( $100\text{m}^2$ ), con un radio de 5.64m, más la compensación de la pendiente. Para la vegetación herbácea los sitios fueron de  $1\text{m}^2$ , lo anterior se puede observar de forma esquemática en la Figura 2 en base a la metodología de Mueller y Ellenberg (1974).

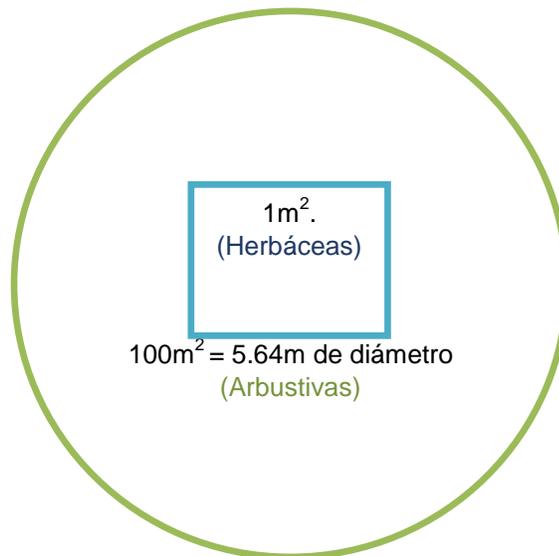


Figura 2. Delimitación de los sitios de muestreo de la vegetación generada a partir de Mueller y Ellenberg (1974).

Cada sitio de 100m<sup>2</sup> fue delimitado con logómetro de 50m. La pendiente se determinó por medio de la Pistola Haga, los perímetros de los sitios se marcaron con listones; se registró la exposición de cada uno de éstos por medio de una brújula Suunto. Para el caso de los sitios de 1m<sup>2</sup> se usó un cuadrado conformado por tubos de PVC de una pulgada. El estrato herbáceo se evaluó colocando el cuadrado de 1m<sup>2</sup>, el cual se colocaba al centro de cada uno los sitios circulares de 100m<sup>2</sup>, tal como se observó en la Figura 2.

Las variables que se evaluaron para el estrato herbáceo y arbustivo fueron: la cobertura (cm) por medio de dos mediciones (diámetro mayor y diámetro menor) para todos los individuos por especie y la altura promedio (cm) por especie. Se colectaron muestras de las diferentes especies, las cuales se cortaron con tijeras y se colocaron en bolsas de papel de estraza. Cada muestra debía de contar con flores, frutos y hojas para su mejor identificación; posteriormente, las muestras fueron colocadas en una prensa botánica para luego ponerse en una secadora; una vez deshidratadas se llevaron al laboratorio para su identificación taxonómica. Las

especies que no podían ser colectadas por su tamaño o que pudieran encontrarse bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 como los géneros cactáceos y agaváceos se les tomaron fotografías para su posterior identificación en gabinete.

### 3.3. Análisis

Para comparar las especies presentes en el área incendiada y no incendiada, se utilizó la información del número de individuos de cada especie, por medio de un análisis estadístico llamado, prueba G y Xi cuadrada ( $X^2$ ), obteniendo el nivel de significancia entre un área y otra, así como las especies que resulten significativas del análisis estadístico. En el análisis estadístico se utilizó un 95 por ciento de confiabilidad y un 5 por ciento de margen de error, por lo tanto, cuando el valor sea menor a 0.05 existirá diferencia significativa entre las especies de las dos áreas (incendiadas y no incendiadas), La prueba G y Xi cuadrada, ha sido utilizada por Seefeldt *et al.*, (2007), para evaluar la presencia/ausencia de datos de especies, es decir, análisis de frecuencias, en parcelas incendiadas y no incendiadas.

Con la información tomada en campo se obtuvo los siguientes atributos de la vegetación.

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

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad por especie} \cdot 100}{\text{Densidad de todas las especies}}$$

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

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

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{No.de parcelas}}{\text{No.total de especies}}$$

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

$$\text{Valor de importancia} = \frac{\text{Densidad} + \text{Dominancia} + \text{Frecuencia}}{3}$$

Para estimar la diversidad vegetal de la comunidad estudiada, se realizó un estudio mediante el índice de Shannon-Wiener, para lo cual se utilizaron los listados florísticos tomados en campo, así como, los valores de frecuencia de las especies que integran las comunidades vegetales del área.

Estimado mediante la siguiente fórmula:

$$I.S = -\sum P_i \ln * P_i$$

Dónde:

- I.S.= Índice de Shannon obtenido (diversidad actual)
- $P_i = F_{ri}/F_r$
- $F_{ri}$ : Frecuencia de la especie  $i$
- $F_r$ : Sumatoria de todas las frecuencias de todas las especies observadas.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Composición florística del estrato herbáceo y arbustivo del área no incendiada

Para el estrato herbáceo del área no incendiada se registraron 10 familias, de las cuales, cinco se consideraron como las más importantes de acuerdo al porcentaje de ocurrencia y al número de especies por familia, éstas fueron: Poaceae (26.92%) y Asteraceae (26.92%) con siete especies respectivamente, Pteridaceae (11.54%) con tres especies, Euphorbiaceae (7.69%) y Malvaceae (7.69%) con dos especies cada una de éstas. De las 10 familias se identificaron 23 géneros, de los cuales, los más representativos fueron dos, de acuerdo al número de especies que cada uno de éstos presentó y fueron los siguientes: *Muhlenbergia* con tres especies (*M. dubia*, *M. glauca* y *M. rigida*) y *Bouteloua* con dos especies (*B. curtipendula*, *B. gracilis*). En total en este estrato se registraron 26 especies. Lo anterior se puede observar en la Figura 3 y en el Anexo 2.

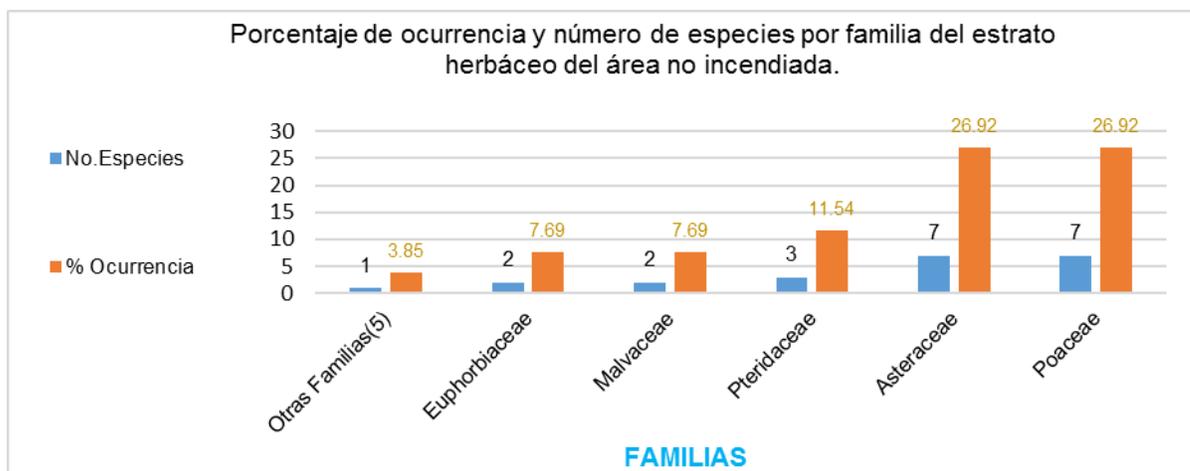


Figura 3. Porcentaje de ocurrencia y número de especies por familia del estrato herbáceo del área no incendiada.

De acuerdo a la lista florística obtenida en campo, para el estrato arbustivo del área no incendiada se registraron 19 familias, de las cuales, tres se consideraron como las más importantes de acuerdo al porcentaje de ocurrencia y al número de especies por familia, y fueron: Asteraceae (23.26%) con diez especies, Cactaceae (20.93%) con nueve especies y Fabaceae (9.30%) con cuatro especies. De las 19 familias se identificaron 35 géneros, de los cuales los dos más abundantes fueron: *Ageratina* con tres especies (*A. calophylla*, *A. tomentosa*, *A. wrightii*) y *Quercus* con tres especies (*Q. intricata*, *Q. pringlei*, *Q. striatula*). En este estrato se registraron en total 42 especies, lo anterior se puede observar en la Figura 4 y el Anexo 4.

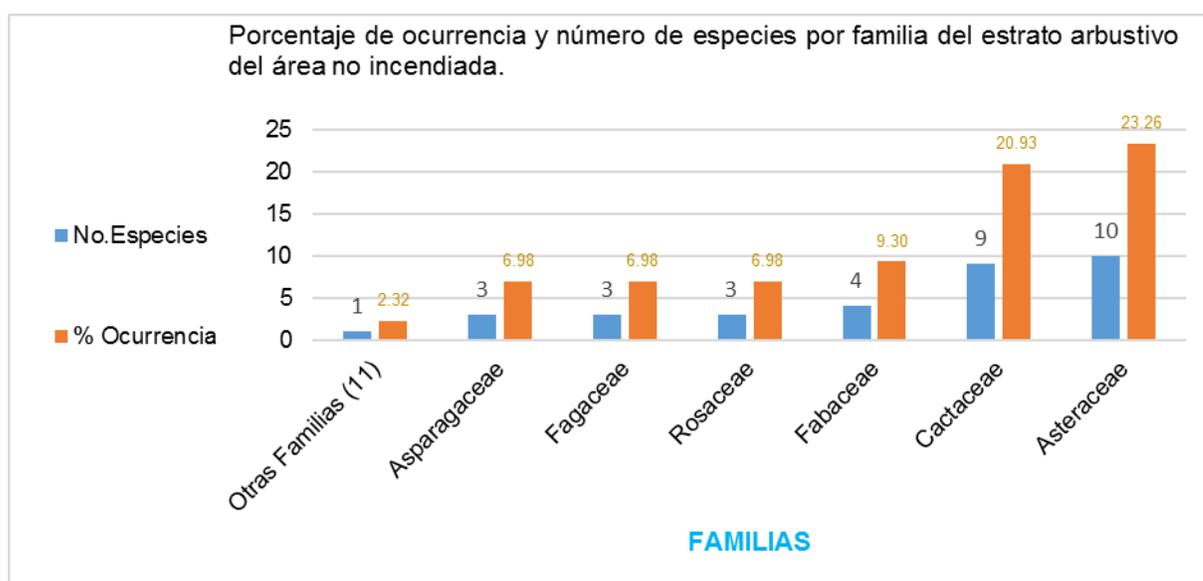


Figura 4. Gráfica del porcentaje de ocurrencia y número de especies por familia del estrato arbustivo del área no incendiada.

#### 4.2. Composición florística del estrato herbáceo y arbustivo del área incendiada

Para el estrato herbáceo del área incendiada, de acuerdo a la lista florística obtenida en campo se registraron 25 familias, de las cuales siete familias se consideraron que fueron las más importantes de acuerdo al porcentaje de ocurrencia y al número de especies que cada una de éstas presento, éstas fueron: Poaceae (23.40%) con 11

especies, Asteraceae (14.89%) con siete especies, Acanthaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Selaginellaceae (4.26%) con dos especies cada una de éstas. De las 25 familias, se identificaron 40 géneros, se menciona seis como los más importantes de acuerdo a la ocurrencia y estuvieron representados por: *Bouteloua* con cuatro especies (*B. curtipendula*, *B. gracilis*, *B. hirsuta*, *B. ternifolia*), *Muhlenbergia* con dos especies (*M. dubia*, *M. glauca*) y *Ageratina*, *Astragalus*, *Piptochaetium*, *Selaginella* con dos especies respectivamente. En este estrato se registraron en total 47 especies, lo anterior se puede observar en la Figura 5 y el Anexo 6.

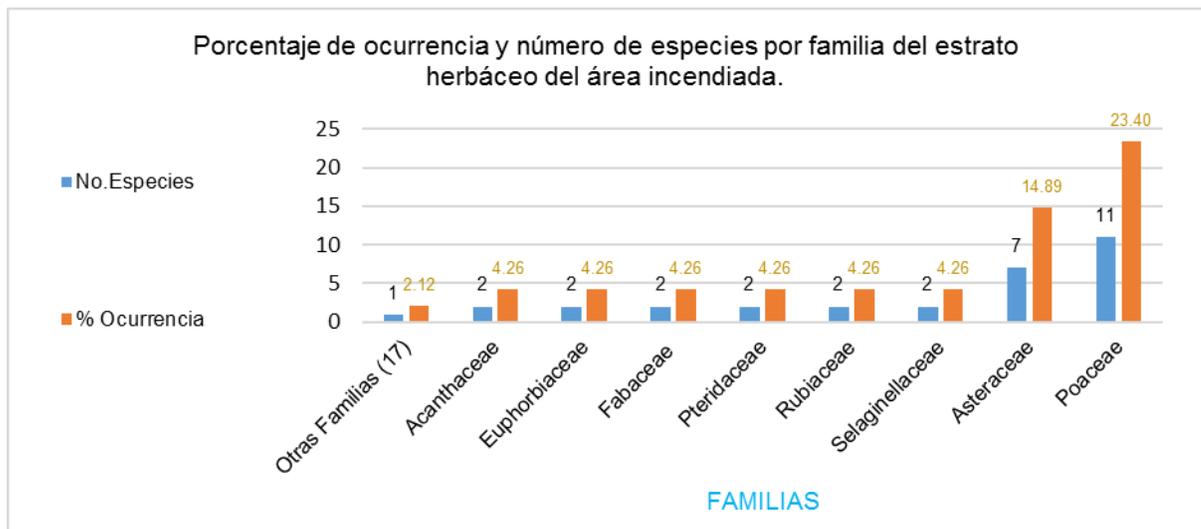


Figura. 5. Gráfica del porcentaje de ocurrencia y número de especies por familia del estrato herbáceo del área incendiada.

De acuerdo a la lista florística obtenida en campo para el estrato arbustivo del área incendiada se registraron 14 familias, se consideraron cinco como las más importantes de acuerdo al porcentaje de ocurrencia y el número de especies que cada una de éstas presentó éstas fueron: Asteraceae (25.81%) con ocho especies y Asparagaceae, Fagaceae, Rosaceae (9.68%) con tres especies cada una de éstas. De las 14 familias se identificaron 27 géneros, los cuales estuvieron representados por: *Quercus* (*Q. intricata*, *Q. pringlei* y *Q. striatula*) con tres especies, seguidos por *Agave* (*A. lechuguilla* y *A. scabra*) y *Stevia* (*S. serrata* y *S. tomentosa*) con dos

especies respectivamente. En este estrato se registraron 31 especies en total, lo anterior se puede observar en la Figura 6 y el Anexos 8.

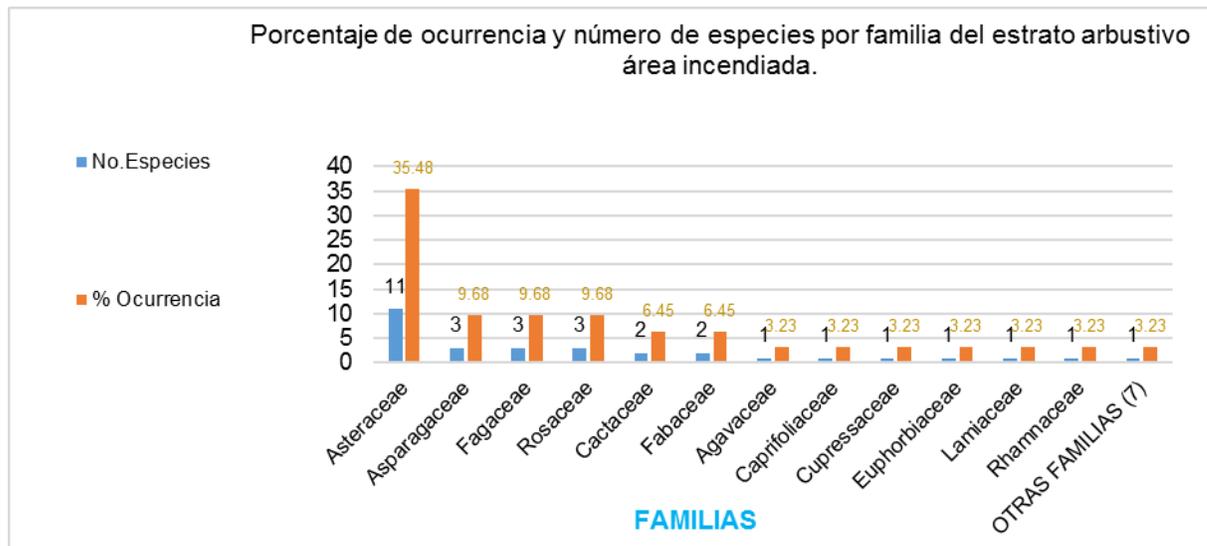


Figura 6. Gráfica del porcentaje de ocurrencia y número de especies por familia del estrato arbustivo del área incendiada.

#### 4.3. Estructura de los estratos herbáceo y arbustivo del área no incendiada

De acuerdo a los datos obtenidos en campo sobre las alturas promedio por especie y cobertura por individuo para cada especie en los diferentes estratos; se pudo determinar la dominancia real (número de individuos por especie), así como, la altura promedio de cada estrato.

Las especies dominantes del estrato herbáceo que forman parte del Matorral de Rosáceas fueron: *Muhlenbergia dubia* (20.76%), *Selaginella lepidophylla* (19.48%) y *Bouteloua curtipendula* (13.87%) y la altura promedio fue de 15.53cm. Mientras que para el estrato arbustivo las especies dominantes fueron: *Juniperus flaccida* (16.98%), *Quercus pringlei* (9%) y *Dasyilirion cedrosanum* (7.55%) y la altura promedio fue de 78.54cm.

De acuerdo a los cálculos realizados para el estrato herbáceo las especies con mayor valor de importancia relativa fueron: *Muhlenbergia dubia* (10.39%) con 30,000 ind/ha, *Selaginella lepidophylla* (14.83%) con 77,500 ind/ha y *Bouteloua curtipendula* (7.51%) con 22,500 ind/ha. Mientras que para el estrato arbustivo las especies con mayor valor de importancia se encontró: *Juniperus flaccida* (7.19%) con 225 ind/ha, el *Quercus pringlei* (5.99%) con 3,825 ind/ha y el *Dasyllirion cedrosanum* (4.29%) con 675 ind/ha, lo anterior se puede observar en la Figura 7 y los Anexos 10 y 11 respectivamente.

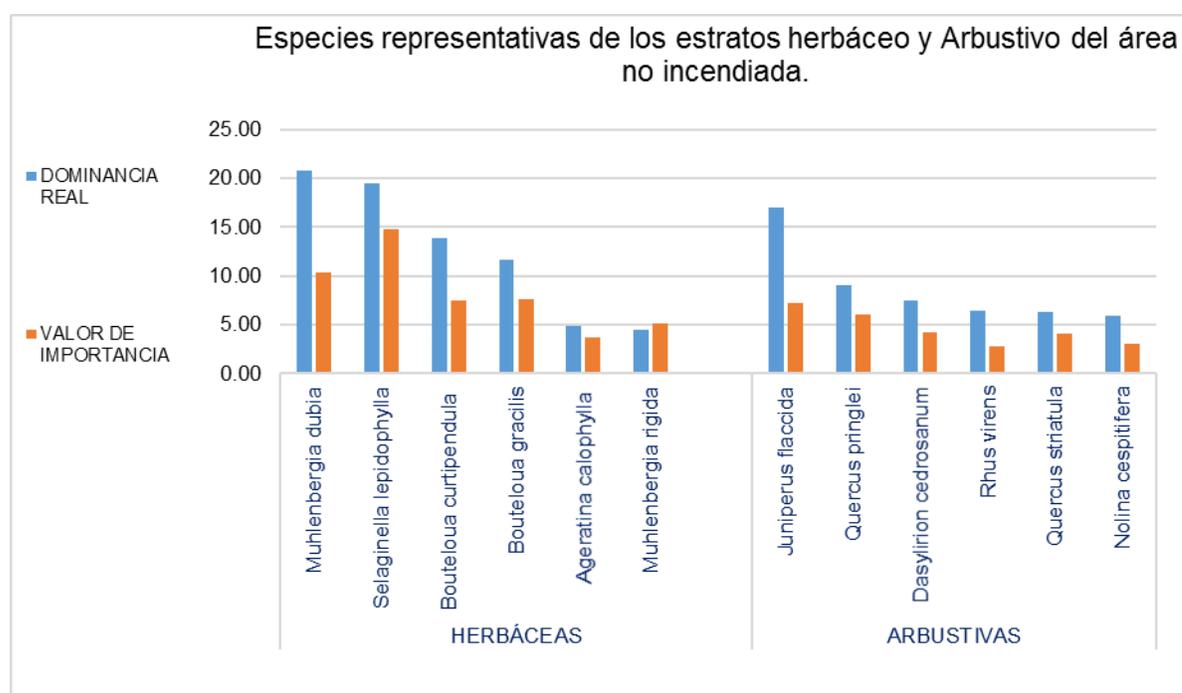


Figura 7. Especies representativas de los estratos herbáceo y arbustivo del área no incendiada.

#### 4.4. Estructura de los estratos herbáceo y arbustivo del área incendiada

De acuerdo a las alturas promedio por especie y a la cobertura por individuo para cada especie en los diferentes estratos, se pudo determinar la dominancia real (número de individuos por especie) y la altura promedio por estrato.

Las especies que dominaron en el estrato herbáceo fueron: *Bouteloua curtipendula* (15.15%) y *Muhlenbergia dubia* (9.31%) y la altura promedio del estrato fue de 20.36cm. Mientras que para el estrato arbustivo las especies que dominaron fueron: *Quercus striatula* (21.92%), *Quercus intricata* (15.05%) y *Dasyllirion cedrosanum* (6.54) y la altura promedio del estrato fue de 51.39cm.

De acuerdo a los cálculos realizados para el estrato herbáceo las especies con mayor valor de importancia relativa fueron: *Bouteloua curtipendula* (7.0%) con 25,000 ind/ha, y *Muhlenbergia dubia* (5.39%) con 35,000 ind/ha. Mientras que para el estrato arbustivo las especies con mayor valor de importancia relativa fueron: *Quercus striatula* (11.15%) con 6,100 ind/ha, *Quercus intricata* (18.32%) con 21,550 ind/ha y *Dasyllirion cedrosanum* (6.54%) con 875 ind/ha, lo anterior se puede observar en la Figura 8 y los Anexos 12 y 13.

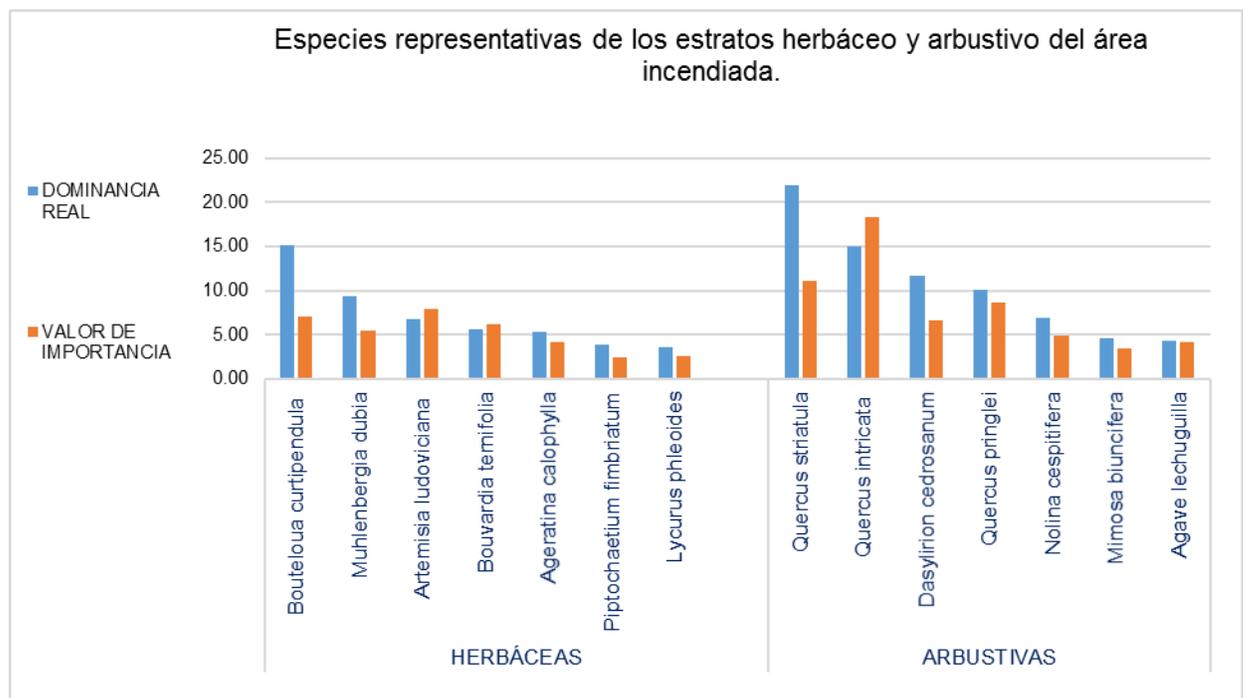


Figura 8. Especies representativas de los estratos herbáceo y arbustivo del área incendiada.

#### 4.5. Diversidad de especies de los estratos herbáceos y arbustivos en el área incendiada y no incendiada

De acuerdo a los datos de campo se determinó la diversidad de los dos estratos en las dos áreas en base al registro del número de especies por sitio muestreado. El estrato herbáceo del área incendiada presentó mayor diversidad con respecto al área no incendiada. Por otro lado, en el estrato arbustivo del área incendiada se presentó menor diversidad con respecto al área no incendiada, es decir que la diversidad fue inversa en los dos estratos respecto del área incendiada y no incendiada, lo anterior se puede observar en la Figura 9.

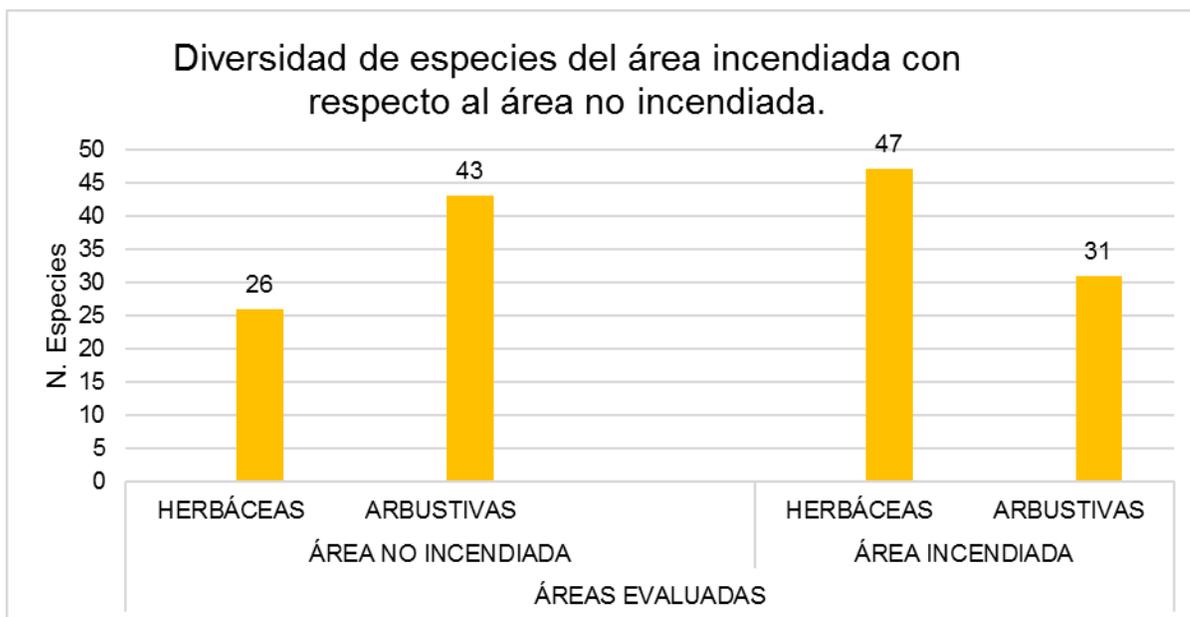


Figura 9. Diversidades de especies del área incendiada con respecto al área no incendiada.

En la Figura 10 se muestran las especies representativas tanto para herbáceas como para arbustivas del área incendiada con respecto al área no incendiada, en dicha gráfica se puede observar el comportamiento de las especies en cuanto a la dominancia y al valor de importancia antes y después de presentarse el incendio.

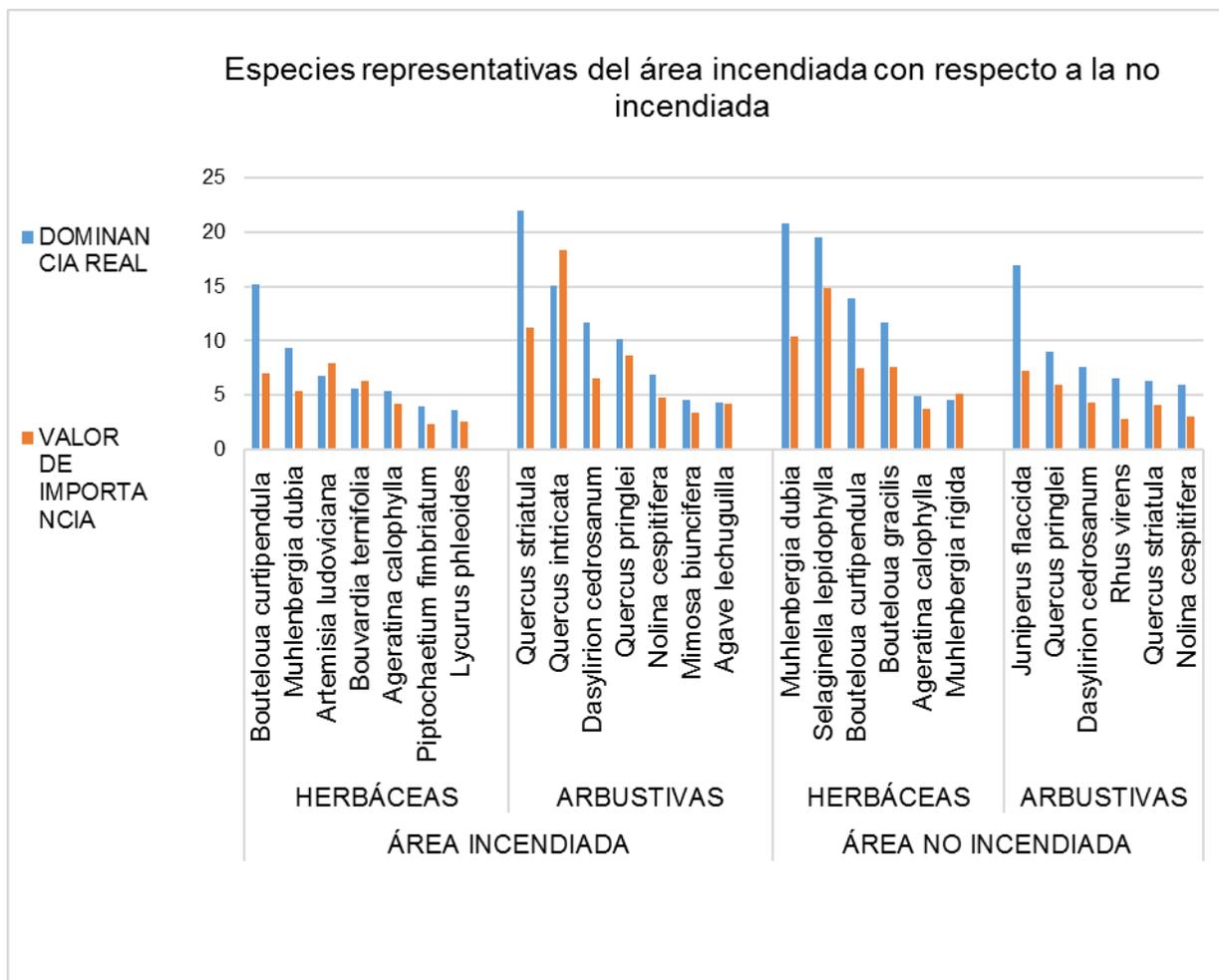


Figura 10. Especies representativas del área incendiada con respecto a la no incendiada.

#### 4.6. Diversidad vegetal de los estratos herbáceo y arbustivo del área incendiada y la no incendiada

De acuerdo al índice de diversidad vegetal de Shannon-Wiener, en el estrato herbáceo la estimación fue de 3.82 bits para el área incendiada, mientras que para el área no incendiada la estimación fue de 3.26 bits, es decir, que existe mayor diversidad en el área incendiada que en el área no incendiada, habiendo una diferencia de 0.56 bits. Por otro lado, en el caso del estrato arbustivo del área no incendiada la estimación fue de 3.64 bits y para el área incendiada la estimación fue de 3.38 bits, esto quiere decir, que existe mayor diversidad en el área no incendiada

que en el área incendiada, habiendo una diferencia de 0.26 bits, lo anterior se puede observar en Cuadro 3.

Cuadro 3. Estimación de los índices de diversidad vegetal de Shannon-Wiener para el área incendiada y el área no incendiada.

<b>Estratos</b>	<b>Área incendiada</b>	<b>Área no incendiada</b>	<b>Diferencial</b>
<b>Herbáceo</b>	3.82bits	3.26bits	0.56bits
<b>Arbustivo</b>	3.38bits	3.64bits	0.26bits

#### **4.7. Análisis estadístico**

Derivado del análisis realizado a los datos de campo por medio de la prueba G y Xi cuadrada, en donde se consideró la frecuencia por especies del área incendiada y del área no incendiada, se obtuvo el valor de P-valúe para las especies de los estratos herbáceo y arbustivo, esto se puede observar en los Anexos 14 y 15 respectivamente. De lo anterior se determinaron las especies con grado de significancia lo cual se puede ver en el Cuadro 4 y 5 respectivamente; se considera que una especie es significativa cuando el valor de P-valúe < 0.05 el cual se determina de acuerdo a la ausencia o presencia de especies y el aumento o disminución del número de individuos por especie después de haberse presentado el incendio.

##### **4.7.1. Especies con grado de significancia de los estratos herbáceos**

De las especies del estrato herbáceo con grado de significancia, *Bouvardia ternifolia*, *Dyschoriste linearis*, *Euphorbia nutans*, *Mandevilla karwinskii* fueron especies que

aparecieron después de presentarse el incendio. Por otro lado, las especies que desaparecieron tras el paso del incendio estuvieron representadas por: *Ayenia microphylla*, *Callisia navicularis*, *Koanophyllum solidaginifolium* y *Muhlenbergia rigida*. También se registró *Dyssodia pinnata* como una única especie que aumentó el número de individuos, mientras que *Bouteloua gracilis* disminuyó notablemente tras el paso de éste, lo anterior se puede observar en el Cuadro 4 y el Anexo 14.

Cuadro 4. Especies herbáceas con grado de significancia para las dos áreas evaluadas.

Especies	Área incendiada (No. de individuos)	Área no incendiada (No. de individuos)	P-value	Significancia
<i>Ayenia microphylla</i>	0	4	0.0113	S
<i>Bouteloua gracilis</i>	7	13	0.0011	S
<i>Bouvardia ternifolia</i>	32	0	0.0003	S
<i>Callisia navicularis</i>	0	5	0.0031	S
<i>Dyschoriste linearis</i>	12	0	0.0498	S
<i>Dyssodia pinnata</i>	27	2	0.0104	S
<i>Euphorbia prostrata</i>	0	6	0.0008	S
<i>Euphorbia nutans</i>	12	0	0.0498	S
<i>Koanophyllum solidaginifolium</i>	0	31	0.0000	S
<i>Mandevilla karwinskii</i>	30	0	0.0005	S
<i>Muhlenbergia rigida</i>	0	7	0.0002	S

#### 4.7.2. Especies con grado de significancia de los estratos arbustivos

De las especies del estrato arbustivo con grado de significancia, *Croton suaveolens*, *Symphoricarpos microphyllus*, *Thitomio tubaeformis* y *Vauquelinia corimbo* fueron especies que aparecieron con el incendio. Las especies que desaparecieron después de presentarse el incendio fueron: *Ageratina wrightii*, *Berberis trifoliolata*, *Epithelantha micromeris*, *Eysenhardtia texana*, *Garrya ovata*, *Mammillaria Formosa*, *Neolloydia conoidea*, *Rhus virens* y *Verbesinia rothrockii*. Se consideró que, *Agave scabra*, *Chrysactinia mexicana*, *Echinocereus stramineus*, *Nolina cespitifera*, *Quercus pringlei*, *Quercus striatula* fueron especies que se vieron beneficiadas al aumentar el

número de individuos tras el paso del incendio, mientras que *Agave lechuguilla*, *Juniperus fraccida*, *Calliandra conferta* y *Mimosa biuncifera* fueron especies que se vieron perjudicadas ya que bajaron notablemente el número de individuos por especie después de presentarse el incendio, lo anterior se puede observar en el Cuadro 5 y el Anexo 15.

Cuadro 5. Especies arbustivas con grado de significancia para las dos áreas evaluadas.

Especies	Área incendiada (No. de individuos)	Área no incendiada (No. de individuos)	P-value	Significancia
<i>Agave lechuguilla</i>	125	175	0.0046	S
<i>Agave scabra</i>	18	8	0.0727	S
<i>Ageratina wrightii</i>	0	10	0.0046	S
<i>Berberis trifoliolata</i>	0	75	0.0000	S
<i>Calliandra conferta</i>	56	1071	0.0000	S
<i>Chrysactinia mexicana</i>	95	16	0.0000	S
<i>Croton suaveolens</i>	9	0	0.0072	S
<i>Echinocereus stramineus</i>	16	5	0.0271	S
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	0	12	0.0015	S
<i>Epithelantha micromeris</i>	0	6	0.0422	S
<i>Eysenhardtia texana</i>	0	8	0.0137	S
<i>Garrya ovata</i>	0	10	0.0046	S
<i>Juniperus flaccida</i>	1	9	0.0277	S
<i>Mammillaria formosa</i>	0	6	0.0422	S
<i>Mimosa biuncifera</i>	18	57	0.0000	S
<i>Nolina cespitifera</i>	24	9	0.0133	S
<i>Neolloydia conoidea</i>	0	35	0.0000	S
<i>Quercus pringlei</i>	270	153	0.0000	S
<i>Quercus striatula</i>	244	112	0.0000	S
<i>Rhus virens</i>	0	15	0.0003	S
<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	11	0	0.0024	S
<i>Thitomio tubaeformis</i>	16	0	0.0001	S
<i>Vauquelinia corymbosa</i>	6	0	0.0399	S
<i>Verbesina hypomalaca</i>	74	1	0.0000	S
<i>Verbesinia rothrockii</i>	0	101	0.0000	S
<i>Viguiera dentata</i>	16	0	0.0001	S

En la Figura 9 se muestra la relación de las especies con y sin grado de significancia de los estratos herbáceos y arbustivos para las dos áreas de estudio en el que se puede observar que el estrato herbáceo presenta mayor número de especies sin grado de significancia. Mientras que para el estrato arbustivo las especies con significancia fueron sensiblemente mayores que las que no presentaron grado de significancia.

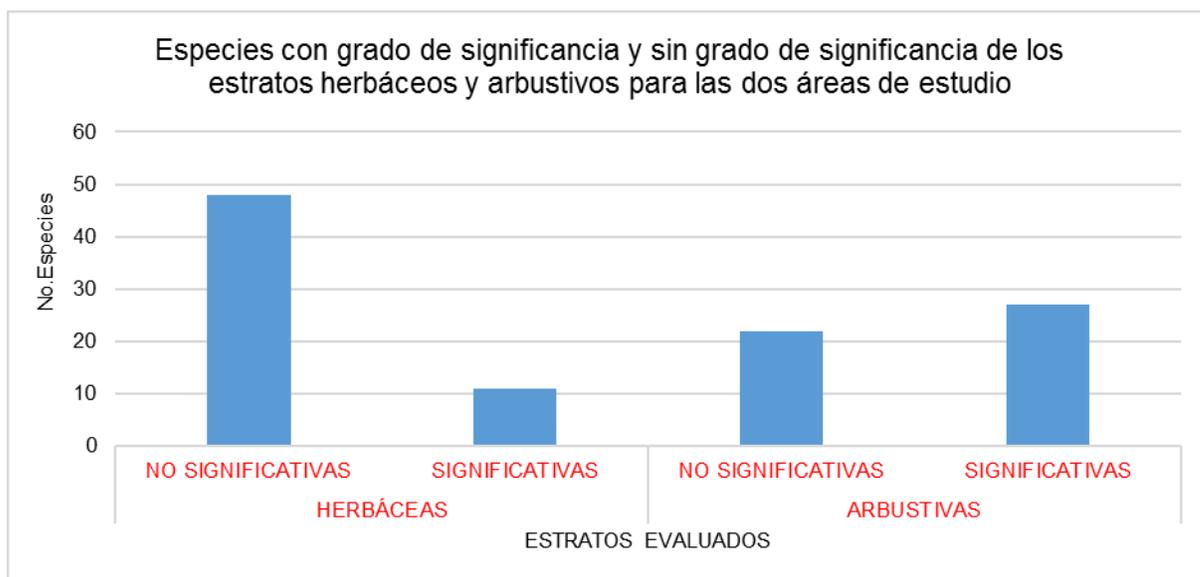


Figura 11. Especies con grado de significancia y sin grado de significancia de los estratos herbáceos y arbustivos para las dos áreas evaluadas.

## 5. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis estadístico prueba G y Xi cuadrada, se acepta la hipótesis ya que el Matorral de Rosáceas si fue afectado de manera positiva en su estructura y composición después de presentarse el incendio, debido a que el estrato herbáceo presentó un aumento en el número de especies que se presentan de manera natural y en la altura promedio de dichas especies; mientras que para el estrato arbustivo, el número de especies que estaban presentes de manera natural disminuyó al igual que la altura promedio de dicho estrato.

Gómez (2009), en un estudio sobre caracterización de la vegetación del Matorral de Rosáceas de Sierra Zapalinamé, Saltillo, Coahuila determinó que las familias más importantes que componían el Matorral de Rosáceas eran las siguientes: Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Cactaceae, Convolvulaceae, Laminaceae, Euphorbiaceae, Agavaceae, Rosaceae, Ptiridaceae, esto coincide en su mayoría con los resultados obtenidos en esta investigación donde las familias con mayor importancia fueron: *Poaceae*, *Asteraceae*, *Acanthaceae*, *Euphorbiaceae*, *Rubicaceae*, *Fabaceae*, *Selaginellaceae*, *Asparagaceae*, *Rosaceae*.

Alvarado (2004), quien realizó un estudio de efectos del fuego en el área de la reforestación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, concluyó que las especies herbáceas se ven favorecidas después del incendio y las arbustivas se ven afectadas al disminuir el número de individuos por especie. Esto concuerda los con los resultados obtenidos en la presente investigación realizada a 32 meses después del incendio, donde el estrato herbáceo del área incendiada se vio beneficiado en cuanto a diversidad y densidad mientras que el estrato arbustivo se presentó una baja en la densidad y la diversidad de especies.

De acuerdo al índice de diversidad vegetal realizado con los datos obtenidos en esta investigación y tomando en cuenta que la evaluación se realizó a 32 meses de

presentarse el incendio, se observó que en el estrato herbáceo del área incendiada se presentó un mayor número de especies en comparación con el área no incendiada, es decir, las herbáceas presentaron una diversidad vegetal de 3.82 bits para el área incendiada, mientras que el área no incendiada presentó una diversidad vegetal de 3.26 bits, por otro lado, y de manera inversa en el estrato arbustivo del área incendiada se presentó una diversidad vegetal de 3.38 bits menor a la del área no incendiada, que fue de 3.64 bits, 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 3.32 bits antes de la quema a 3.54 bits después de la quema, mientras que en el estrato arbustivo aumentó la diversidad vegetal de 2.73 bits antes de la quema a 2.84 bits después de la quema.

Para el presente estudio, en la composición de especies del área incendiada y el área no incendiada se observó que algunas especies no aparecieron después del incendio o disminuyó el número de individuos por especie, para el estrato herbáceo del área incendiada con respecto a la no incendiada, se encontró que se tiene mayor índice de diversidad vegetal, siendo esto coincidente con la literatura en la que se indica que las especies que colonizan inmediatamente después de un disturbio son en su mayoría especies herbáceas anuales y/o oportunistas, seguidas por las herbáceas perenes que ocupan de manera natural el hábitat. En una tercera etapa aparecen los arbustos de talle chico y mediano, y posteriormente las especies de talle grande. Lo anterior coincide con los resultados de Rivera (2015), al evaluar los “Efectos de una quema prescrita en la estructura y diversidad de especies en la reforestación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Sierra Zapalinamé”, Saltillo, Coahuila donde el estrato herbáceo después de la quema tuvo una ganancia en la riqueza de especies y aumentó en el número de individuos

De acuerdo a los resultados obtenidos, las familias más importantes para el estrato herbáceo del área incendiada fueron: *Poaceae*, *Asteraceae*, *Acanthaceae*,

*Euphorbiaceae*, *Rubicaceae*, *Fabaceae*, *Selaginellaceae*. En un estudio similar realizado por Velázquez (2013), en Matorral Rosetófilo con Matorral Submontano en Sierra de la Purísima, Cuatro Ciénegas, Coahuila encontró que las familias más importantes después de presentarse el incendio fueron: Poaceae, Asteraceae, Commelinaceae, Fabaceae, Pteridaceae. Por lo anterior, se considera que las especies que componen estas familias pueden responder de manera positiva a los incendios.

En esta investigación, las especies arbustivas del Matorral de Rosáceas que se recuperaron fácilmente después del incendio fueron: *Quercus intricata* y *Agave lechuguilla*, se considera que puede ser debido a su capacidad de rebrote y a las características físicas propias de cada especie, lo que les ayudan a sobrevivir a este tipo de disturbio. Por otro lado, Velázquez (2013), en su trabajo realizado en Sierra la Purísima, Cuatro Ciénegas, Coahuila sobre efectos de incendios en la composición y estructura de la Vegetación, consideró de igual forma que *Quercus intricata* es una especie que se recupera fácilmente después de presentarse un incendio debido a que es una especie con capacidad de rebrote.

Después de presentarse el incendio los resultados indican que el Matorral de Rosáceas responde positivamente de manera natural en cuanto a la sucesión vegetal. Smith (1986), indica que normalmente las especies después de un incendio responden de la siguiente manera: en una primeramente aparecen las herbáceas y algunas leguminosas, después los matorrales y encinos de talle chico y finalmente aparecen las especies leñosas de talle grande.

Worthington y Corral (1987), en una evaluación en donde se determinó la cobertura vegetal y la tasa de mortalidad de un área incendiada en el desierto de Chihuahuense donde la vegetación dominante comprende el Matorral Rosetófilo a 16 meses después de presentarse el incendio. Se encontraron que la cobertura vegetal era de 7,52% en comparación con el área no incendiada que fue de 33,68% y que las especies arbustivas mostraron baja tasa de mortalidad.

En este estudio, el Matorral de Rosáceas se considera que responde positivamente después de un incendio. Mientras que en un estudio realizado por Velázquez (2013), en un ecosistema similar con la presencia de Matorral Rosetófilo y Submontano a 15 meses después del incendio, concluyó que en el área incendiada la sucesión vegetal responde de manera natural, pues la cantidad de especies herbáceas es mayor entre el área incendiada y no incendiada y que los matorrales que componían la vegetación natural respondían de manera positiva tras el paso del tiempo, gracias a la capacidad de rebrote de los mismos.

Por lo anterior, se determinó que el estrato herbáceo aumentó el número de individuos y de especies, el cual se vio modificado en cuanto a su estructura y composición. Mientras que en las arbustivas disminuyó el número de individuos al bajar la densidad por especie, modificando la estructura y composición del estrato. Esto coincide con Trabaud (1998), quien menciona que los primeros meses después de presentarse un incendio la cantidad de especies es baja y aumenta en el segundo y tercer año, esto por las especies anuales que ocupan los espacios temporalmente y que hasta el cuarto y quinto año la vegetación natural se restablece nuevamente.

## 6. CONCLUSIONES

1. El Matorral de Rosáceas se ha visto beneficiado después de ocurrir el incendio, habiéndose incrementado la diversidad de especies sobre todo en el estrato herbáceo.
2. La estructura del Matorral de Rosáceas es mínimamente modificada después de que se presentó el incendio.

## 7. RECOMENDACIONES

Con base a los resultados obtenidos y las conclusiones de la presente investigación se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Para futuros trabajos en este tema, es conveniente realizar evaluaciones en sitios permanentes, en los que se puedan levantar datos en diferentes tiempos, para una determinación real de la sucesión vegetal del Matorral de Rosáceas después de la presencia del fuego en el ecosistema.
2. Evaluar la relación de los tipos de incendios y la severidad con que se presentan con el fin de obtener mayor información sobre el efecto de los tipos de incendios y su severidad en la vegetación.
3. Se recomienda una investigación profunda de la cronología de los incendios en esta área, con el fin de tener una idea del régimen de fuego del área para poder tener una apreciación más objetiva sobre los efectos del fuego en este ecosistema y poder determinar si el ecosistema es dependiente del fuego.
4. Pugnar para que a corto o mediano plazo se gestione la realización de un plan de manejo del fuego en la Sierra Zapalinamé, pudiéndose considerar este trabajo como un primer intento para estudiar de manera más profunda este ecosistema y los aspectos relacionados con el manejo del fuego.

## 8. LITERATURA CITADA

- Alvarado, C.D. 2004. Caracterización de un área incendiada en Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Tesis de ingeniería. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila, México.84 p.
- Arno, S.F. 1980. Forest fire history in the northern Rockies. *Journal of Forestry*.78: 460- 466.
- Barbour, M.G. and W.D. Pitts. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. Benjamin Cummings publishing Company. Menlo Park, California. 634 p.
- Bernardis, A.C., J.A .Fernández y M.C. Goldfarb. 2004. Impacto ambiental de la quema prescrita de un pastizal sobre la materia orgánica y el nitrógeno del suelo. Universidad Nacional del Noreste de Argentina. Argentina. 5p.
- Brown, J. K., Smith and J. Kapler. 2000. *Wildland fire in ecosystems: Effects of fire on flora*. Gen. Tech Rep. RMRS-GRT- 42-vol. 2. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 257 p.
- Casco, J.F. 1993. El uso del fuego en los pastizales del Noreste de la provincia de Corrientes en Biología y manejo de Fuego en ecosistemas naturales y modificados. Memoria del Seminario Taller. Estación Experimental Agropecuaria, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA INTA Santiago del Estero. Argentina. 139-140 p.
- CETENAL. 1978. Cartas técnicas, topográficas, edafológicas, uso de suelo, uso potencial G14C33 y G14C34. Dirección general de estudios del territorio nacional. Saltillo Coahuila México.
- CONABIO. 2012a. Portal sobre Geo información. Archivo Shape de edafología. Trabajado en Quantum GIS 1.8 Ver. Lisboa. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

- CONABIO. 2012b. Portal sobre Geo información. Archivo Shape de hidrología. Trabajado en Quantum GIS 1.8 Ver. Lisboa. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. [En línea] [Consultado: Abril del 2016]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONAFOR. 2010. Incendios forestales guía para comunidades. Comisión Nacional Forestal. Jalisco, México. 54 p.
- CONAFOR. 2012. Informe preliminar de los resultados de incendios en Coahuila. Comisión Nacional Forestal. Saltillo, Coahuila, México.
- CONAFOR. 2013. Reporte semanal de resultados de incendios forestales del 01 de enero al 26 de diciembre del 2013. Comisión Nacional Forestal. México. 21 p.
- Cooper, C.F. 1974. The Ecology of fire. Ecology, Evolution, and Population Biology. Edition Wilson, E.O, freeman and Company. San Francisco. USA. 132 p.
- Daniel, T.W., J.A. Helms y F.S. Backer. 1982. Principios de silvicultura. 2da ed. en inglés y 1a ed. en español. Editorial McGraw-Hill de México, S.A. de C.V. 492 p.
- Debano, L.F. 1991. The effect to fire on soil properties. Proceeding management and productivity of western Montana Forest soils. Forest service. Intermountain research station General Technical. Oregon, USA. 156 p.
- Encina, D.A., A. Mata y Valdés. R.J. 2008a. Aspectos estructurales, composición florística y caracterización ecológica del bosque de oyamel de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Bol. Soc. Bot. Méx. 83: 13-24.
- Encina, D.A., Zárate, L.A., Estrada, C.E, Valdés. R., J. y Villarreal., Q, J.A. 2008b. Composición y aspectos estructurales de los bosques de encino de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Acta. Bot. Mex. 86: 9-38.

- ESA. 2002. Ecological Society of America. [En línea] [Consultado: jueves 10 de junio de 2014]. Disponible en: <http://www.esa.org/>.
- FAO. 2009. El problema de los incendios forestales. Food and Agriculture organization of the United Nations. [En línea] [Consultado, febrero en 2014]. Disponible en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/29145/icode/>.
- 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, Italia. (Disponible también en: [www.fao.org/forestry/site/7949/en/](http://www.fao.org/forestry/site/7949/en/)).
- 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, Italia. 83 p.
- Flores, J.G. 2009. Ecología del fuego y su impacto en los ecosistemas forestales. Impacto ambiental de incendios forestales. 1ª edición. Mundi prensa. México, S.A. de C.V. 325 p.
- García, E.A. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, adaptado a las condiciones de la República Mexicana. 4ed. corregida y aumentada. México, D. F. 217 p.
- Gil, L., Lopez, R., Garcia, A.A. and Gonzalez, I. 2009. Seed provenance and fire-related reproductive traits of *Pinus pinaster* in central Spain. Int. J. Wildland Fire 18 1003-1009.
- Gómez. P.A. and Vásquez. Y.C. 1974. Studies on secondary succession of tropical lowlands: the life cycle of secondary species. In: Proceedings of the First International Congress of Ecology. The Hague, HO. 336-342.
- Gómez, S.P. 2009. Composición, estructura, aspectos ecológicos y cambio de uso de suelo del Matorral Submontano de rosáceas de la Zapalinamé,

- Saltillo, Coahuila. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 107p.
- Gucker, L.C. and S.C. Bunting. 2011. Canyon Grassland Vegetation Changes Following Fire in Northern Idaho. *Western North American Naturalist*. 71(1): 97-105.
- Huston, M. and T. Smith. 1987. Plant succession: life history and competition. *The American Naturalist* 130 (2):168-198.
- INEGI. 2004. Guía para la interpretación de la Carta Edafológica. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, D.F. 27p.
- ITTO.1997. ITTO guidelines on fire management in tropical forests. ITTO Policy Development Series N° 6. International tropical timber organization. Yokohama, Japan. 43 p.
- Komarek, E.U. 1967. Ecology conference. Edited by Ronald E. M.K., E.M. Galley. Tallahassee, Florida, USA. 261 p.
- Meganck, R. y Carrera, L.J. 1981. Plan de manejo para el uso múltiple de Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro- OEA. Saltillo, Coahuila.
- Moscovich, F. y Lacorte, S. 2003. Fuego prescrito en el manejo de pastizales. *La Palanca* 5:3 – 9.
- Mostacedo, B. y Fredericksen S.T. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, Bolivia. 87 p.
- Myers, L.R. 2006. Convivir con el fuego. Manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el manejo integral del fuego. Iniciativa global para el manejo del fuego. Tallahassee, USA. 36 p.

- Mueller D, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. Inc. Nueva York. USA. 547 p.
- Ortega, B.V., Rodríguez, T. D. y H.C. Martínez. 2003. Ecología del fuego en bosques de *Pinus hartwegii*. Tesis de la División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. 196 p.
- Rivera, G.M. 2015. Efectos de quema prescrita en la estructura y diversidad de especies en la reforestación de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 52p.
- Rodríguez, T.D.A. 1996. Incendios forestales mundiprensa- Universidad Autónoma de Chapingo. México, D.F. 151 p.
- Sánchez, H. y R. Ma. 2007. Tipos de incendios y su relación con la recuperación y diversidad del estrato herbáceo, en el parque nacional el Chico, Hidalgo. Facultad de estudios superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 27 p.
- Seefeldt, S., S.M. Germino and K. DiCristina. 2007. Prescribed fires in *Artemisia tridentata* sp. *vaseyana* steppe have minor and transient effects on vegetation cover and composition. International Association of Vegetation Science. Applied Vegetation Science 10 (2): 249-256.
- DOF .2007. Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007. Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario. [En línea] [Consultado, 23 de abril de 2016]. Disponible en: <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3331/1/nom-015-semarnat-sagarpa-2007.pdf>.
- Smith, D.A. 1986. The practice of Silviculture. Eighth Edition. John Wiley. USA. 237–49 p.

- Spurr, D.A. y Barnes, B. V. 1992. Ecología forestal. AGT Editor. S. S. México, D.F. 690 p.
- TNC. 2004. El fuego, los ecosistemas y la gente. 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. and L'Part, J. 1980. Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire vegetation. Languedoc, France. 57 p.
- Trabaud, L. 1998. Recuperación y regeneración de ecosistemas mediterráneos incendiados. Serie Geográfica. Incendios forestales. Departamento de Geografía y el servicio de publicación de la Universidad de Alcalá, España. Alcalá, España. 37-47 p.
- Trollope, W.S.W. 1993. Effects of the fire regime on grassland and savanna rangelands in southern Africa. Pro. Int. Grassld. Cong. New Zealand-Australia. 8 p.
- Velázquez, P.H.A. 2013. Efectos de los incendios en la composición y estructura de la vegetación en Sierra la Purísima Cuatro Ciénegas, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 84p.
- Vose, J.M. and A.S. White. 1987. Processes of understory seedling recruitment 1 year after prescribed fire in an Arizona *Pine ponderosa* community. Flagstaff. AZ. USA. 11 p
- Williams, J.E., R.J. Whelan and A.M. Gill. 1994. Fire and environmental heterogeneity in Southern temperate forest ecosystems: implications for management. Aust. J. Bot: 42. 125 – 137.
- Worthington, R. D. and R. D. Corral 1987. Some effects of fire on shrubs and succulents in a Chihuahuan Desert community in the Franklin Mountains, El

Paso County, Texas. In: Contributed papers of the second symposium on resources of the Chihuahuan desert regions. The Chihuahuan Desert Research Institute. Alpine, TX, USA. 9 p.

## 9. ANEXOS

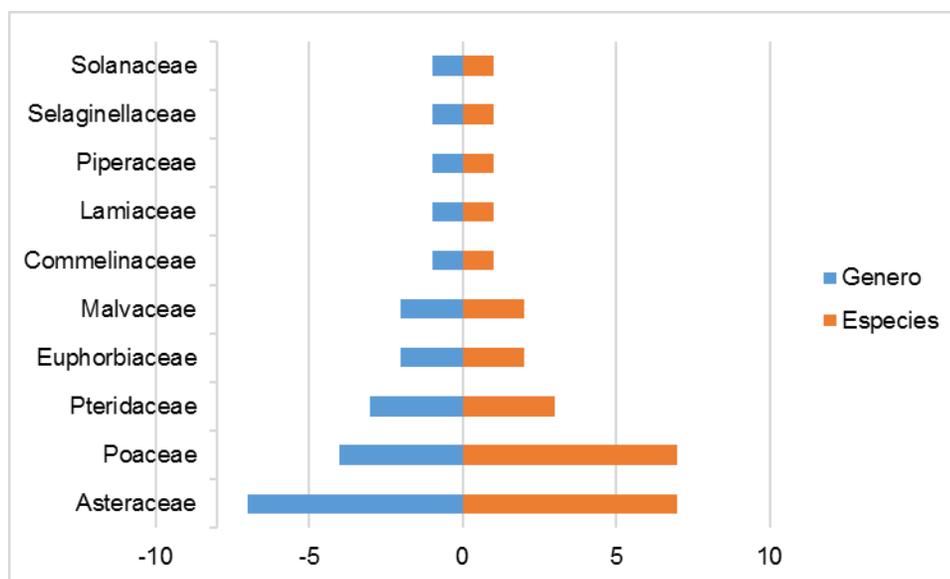
ANEXO 1. Coordenadas del área de estudio en Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS84.

Sitio	X	Y	Área
1	297750	2803961	INCENDIADA
3	297664	2803934	INCENDIADA
5	297418	2804059	INCENDIADA
7	297640	2804152	INCENDIADA
Sitio	X	Y	Área
2	297774	2803961	NO INCENDIADA
4	297660	2803918	NO INCENDIADA
6	297434	2804077	NO INCENDIADA
8	297621	2804187	NO INCENDIADA

ANEXO 2. Listado florístico del estrato herbáceo del área no incendiada.

Familia	Género	Especie	Autor
Asteraceae	<i>Ageratina</i>	<i>calophylla</i>	King, Robert Merrill, Robinson, Harold Ernest
	<i>Ageratum</i>	<i>corymbosum</i>	Zuccagni
	<i>Artemisia</i>	<i>ludoviciana</i>	Nuttall, Thomas
	<i>Baccharis</i>	<i>potosina</i>	Gray, Asa
	<i>Dyssodia</i>	<i>pinnata</i>	(Cav.) B.L. Rob.
	<i>Erigeron</i>	<i>pubescens</i>	Hairy Fleabane
	<i>Koanophyllon</i>	<i>folium</i>	
Commelinaceae	<i>Callisia</i>	<i>navicularis</i>	Hunt, David Richard
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>prostrata</i>	Aiton, William
	<i>Tragia</i>	<i>racemosa</i>	G. B. Hinton
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>roemeriana</i>	Scheele, George Heinrich Adolf
Malvaceae	<i>Ayenia</i>	<i>microphylla</i>	Gray, Asa
	<i>Sida</i>	<i>spinosa</i>	Small, John Kunkel
Piperaceae	<i>Peperomia</i>	<i>bracteata</i>	Hill, Arthur William

Poaceae	<i>Aristida</i>	<i>schiedeana</i>	Rinius, Ruprecht, Franz Josef
	<i>Bouteloua</i>	<i>curtipendula</i>	Torrey, John
		<i>gracilis</i>	Lagasca Segura, Mariano
	<i>Muhlenbergia</i>	<i>dubia</i>	Fournier, Eugène Pierre Nicolas
		<i>glauca</i>	Mez, Carl Christian
		<i>rigida</i>	Kunth, Karl (Carl) Sigismund
	<i>Stipa</i>	<i>multinode</i>	Valdés Reyna, Barkworth
Pteridaceae	<i>Argyrochosma</i>	<i>microphylla</i>	Windham, Michael D.
	<i>Astrolepis</i>	<i>sinuata</i>	D.M. Benham, Windham
	<i>Cheilanthes</i>	<i>alabamensis</i>	Kunze, Gustav
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i>	<i>lepidophylla</i>	Zhang, Li-Bing Zhou, Xin-Mao
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>verrucosum</i>	Schlechtendal, Diederich Franz



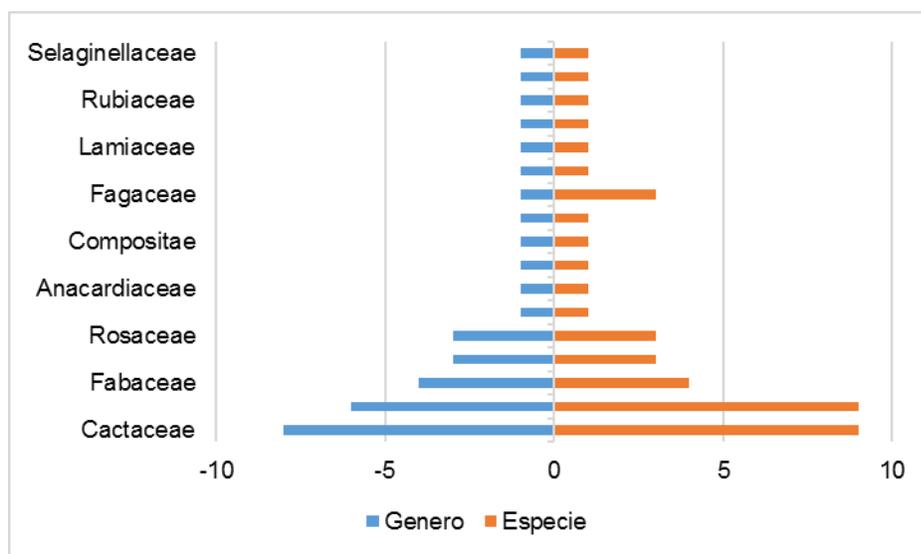
ANEXO 3. Composición florística del estrato herbáceo del área no incendiada.

ANEXO 4. Listado florístico del estrato arbustivo del área no incendiada.

Familia	Género	Especie	Autor
Agavaceae	<i>Agave</i>	<i>scabra</i>	Ortega, Casimiro
Anacardiaceae	<i>Rhus</i>	<i>virens</i>	Gray, Asa
Asparagaceae	<i>Agave</i>	<i>lechuguilla</i>	John Torrey
	<i>Dasyllirion</i>	<i>cedrosanum</i>	Trelease, William

	<i>Nolina</i>	<i>cespitifera</i>	Trelease, William
Asteraceae	<i>Brickellia</i>	<i>veronicifolia</i>	Gray, Asa
		<i>wrightii</i>	R.M. King, H. Rob
	<i>Ageratum</i>	<i>corymbosum</i>	Zuccagni
	<i>Chrysactinia</i>	<i>mexicana</i>	Gray, Asa
	<i>Gymnosperma</i>	<i>glutinosum</i>	Lessing, Christian Friedrich
	<i>Stevia</i>	<i>tomentosa</i>	Robinson, Benjamin Lincoln
	<i>Verbesina</i>	<i>hypomalaca</i>	Turner, Billie Lee
		<i>rothrockii</i>	B.L. Rob, Greenm.
Berberidaceae	<i>Berberis</i>	<i>trifoliolata</i>	Moricand
Cactaceae	<i>Echinocereus</i>	<i>enneacanthus</i>	Benson, Lyman David
		<i>stramineus</i>	Engelm. Rümple
	<i>Epithelantha</i>	<i>micromeris</i>	Weber Britton, Rose
	<i>Escobaria</i>	<i>dasyacantha</i>	Hunt, David Richard
	<i>Ferocactus</i>	<i>hamatacanthus</i>	Muehlenpf Britton, Rose
	<i>Mammillaria</i>	<i>formosa</i>	
	<i>Neolloydia</i>	<i>conoidea</i>	Britton, Nathaniel Lord Rose, Joseph Nelson
	<i>Opuntia</i>	<i>engelmannii</i>	Salm Dyck
	<i>Turbinicarpus</i>	<i>beguinii</i>	Mosco, Zanovello
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>	<i>flaccida</i>	Schltld.
Fabaceae	<i>Calliandra</i>	<i>conferta</i>	Bentham, George
Fabaceae	<i>Dalea</i>	<i>bicolor</i>	Humboldt, Bonpland
	<i>Eysenhardtia</i>	<i>texana</i>	George Heinrich Adolf
Fagaceae	<i>Mimosa</i>	<i>biuncifera</i>	Robinson, Benjamin Lincoln
	<i>Quercus</i>	<i>intricata</i>	Trelease, William
Fagaceae Garryaceae		<i>Quercus</i> <i>Garrya</i>	<i>pringlei</i>
	<i>striatula</i>		Trelease
	<i>ovata</i>		Bentham, George
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>greggii</i>	Gray, Asa
Rhamnaceae	<i>Condalia</i>	<i>spathulata</i>	Gray, Asa
Rosaceae	<i>Cercocarpus</i>	<i>fothergilloides</i>	Kunth, Karl (Carl) Sigismund
Rosaceae Rubiaceae	<i>Lindleya</i>	<i>mespiloides</i>	Kunth, Karl (Carl) Sigismund
	<i>Purshia</i>	<i>plicata</i>	Henrickson, James Solberg
	<i>Bouvardia</i>	<i>ternifolia</i>	Schlechtendal, Diederich Franz Leonhard von

Rutaceae	<i>Ptelea</i>	<i>trifoliata</i>	Linnaeus, Carl von
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i>	<i>lepidophylla</i>	Spring, Antoine Frédéric

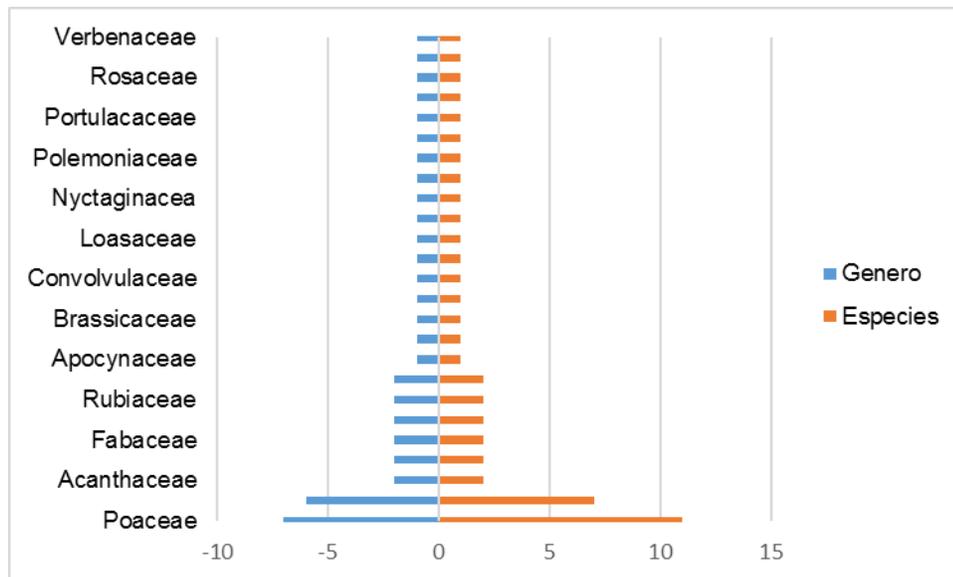


ANEXO 5. Composición florística del estrato arbustivo del área no incendiada.

ANEXO 6. Listado florístico del estrato herbáceo del área incendiada.

Familia	Género	Especies	Autor
Acanthaceae	<i>Dyschoriste</i>	<i>linearis</i>	Torr, A. Gray Kuntz
	<i>Siphonoglossa</i>	<i>pilosella</i>	Spring, Antoine Frédéric
Apocynaceae	<i>Mandevilla</i>	<i>karwinskii</i>	Hemsley, William Botting
Asparagaceae	<i>Echeandia</i>	<i>flavescens</i>	Cruden, Robert William
Asteraceae	<i>Ageratina</i>	<i>calaminthifolia</i>	R.M. King, H. Rob
		<i>calophylla</i>	R.M. King, H. Rob
	<i>Ageratum</i>	<i>corymbosum</i>	Zuccagni
	<i>Artemisia</i>	<i>ludoviciana</i>	Nuttall, Thomas
	<i>Chaetopappa</i>	<i>parryi</i>	A. Gray
	<i>Dyssodia</i>	<i>pinnata</i>	(Cav.) B.L. Rob
	<i>Heliopsis</i>	<i>parvifolia</i>	A. Gray
Brassicaceae	<i>Lesquerella</i>	<i>fendleri</i>	(A. Gray) S. Watson
Commelinaceae	<i>Aneilema</i>	<i>karwinskiana</i>	Woodson, Robert Everard

Convolvulaceae	<i>Dichondra</i>	<i>brachypoda</i>	Wooton & Standl
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>nutans</i>	Lagasca Segura, Mariano
	<i>Tragia</i>	<i>racemosa</i>	G. B. Hinton
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>sanguineus</i>	Rydberg, Per Axel
	<i>Dalea</i>	<i>bicolor</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd
Linaceae	<i>Linum</i>	<i>rupestre</i>	(A. Gray) Engelm. ex A. Gra
Loasaceae	<i>Mentzelia</i>	<i>hispida</i>	Willdenow, Carl Ludwig von
Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>spinosa</i>	Small
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis</i>	<i>oblongifolia</i>	Heimerl, Anton
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>latifolia</i>	Kunth
Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>curtipendula</i>	Torrey, John
		<i>gracilis</i>	Lagasca Segura, Mariano
		<i>hirsuta</i>	P.M. Peterson, Romasch
	<i>Erioneuron</i>	<i>avenaceum</i>	(Kunth) Tateoka
	<i>Lycurus</i>	<i>phleoides</i>	Kunth
	<i>Muhlenbergia</i>	<i>dubia</i>	E. Fourn
		<i>glauca</i>	(Nees) Mez
	<i>Panicum</i>	<i>hallii</i>	Vasey
	<i>Piptochaetium</i>	<i>angustifolium</i>	Valencia & Costas
		<i>fimbriatum</i>	(Kunth) Hitchc
<i>Stipa</i>	<i>eminens</i>	Cavanilles, Antonio José (Joseph)	
Polemoniaceae	<i>Loeselia</i>	<i>coerulea</i>	G. Don
Polygonaceae	<i>Eriogonum</i>	<i>atrorubens</i>	Engelm
Portulacaceae	<i>Portulaca</i>	<i>pilosa</i>	D. Legrand
Pteridaceae	<i>Cheilanthes</i>	<i>alabamensis</i>	Kunze, Gustav
	<i>Pellaea</i>	<i>cordata</i>	Smith, John
Ranunculaceae	<i>Clematis</i>	<i>drummondii</i>	Torr. & A. Gray
Rosaceae	<i>Vauquelinia</i>	<i>corymbosa</i>	Bonpland, A. J. A.)
Rubiaceae	<i>Crusea</i>	<i>diversifolia</i>	W.R. Anderson
	<i>Hedyotis</i>	<i>nigricans</i>	(Lam.) Fosberg
Rubioideae	<i>Bouteloua</i>	<i>ternifolia</i>	Schlechtendal, Diederich Franz
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i>	<i>lepidophylla</i>	(Hook. & Grev.) Spring
		<i>pilifera</i>	A. Braun
Verbenaceae	<i>Verbena</i>	<i>neomexicana</i>	(A. Gray) Briq

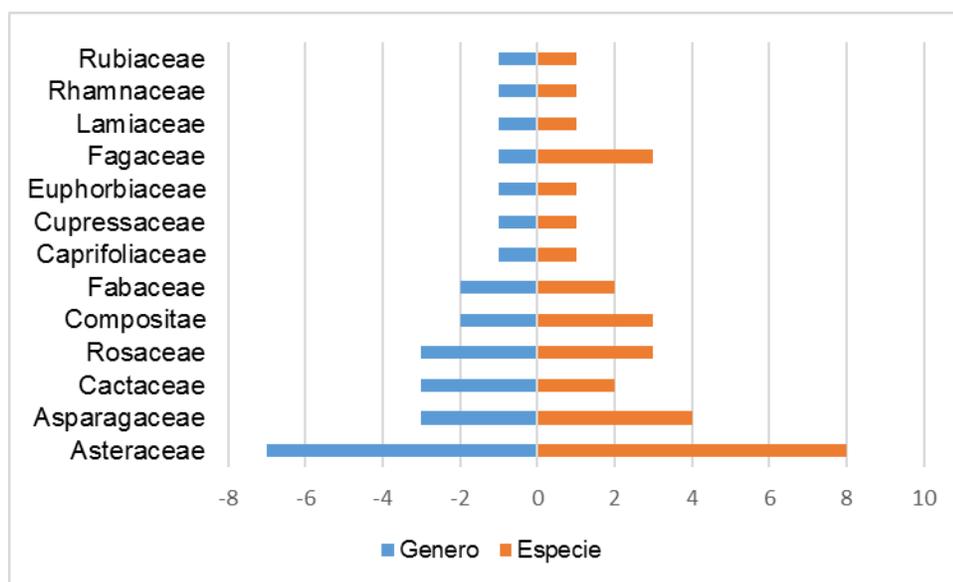


ANEXO 7. Composición florística del estrato herbáceo del área incendiada.

ANEXO 8. Listado florístico del estrato arbustivo del área incendiada

Familia	Género	Especie	Autor
Asparagaceae	<i>Agave</i>	<i>scabra</i>	Ortega, Casimiro Gómez
		<i>lechuguilla</i>	John Torrey
	<i>Dasyllirion</i>	<i>cedrosanum</i>	Trelease, William
	<i>Nolina</i>	<i>cespitifera</i>	Trelease, William
Asteraceae	<i>Brickellia</i>	<i>veronicifolia</i>	(Kunth) A. Gray
	<i>Chrysactinia</i>	<i>mexicana</i>	Gray, Asa
	<i>Gymnosperma</i>	<i>glutinosum</i>	Lessing, Christian Friedrich
	<i>Stevia</i>	<i>serrata</i>	Cavanilles, Antonio José
		<i>tomentosa</i>	Kunth
	<i>Tithonia</i>	<i>tubiformis</i>	(Jacq.) Cass.
	<i>Verbesina</i>	<i>hypoglauca</i>	Sch. Bip. ex Klatt
	<i>Viguiera</i>	<i>dentata</i>	(Cav.) Spreng.
	<i>Ageratina</i>	<i>calophylla</i>	(Greene) R.M. King & H. Rob
sp			
<i>Ageratum</i>	<i>corymbosum</i>	Zuccagni	
Cactaceae	<i>Echinocereus</i>	<i>stramineus</i>	Rümppler, Karl Theodor
	<i>Mammillaria</i>	sp	
	<i>Opuntia</i>	<i>engelmannii</i>	Salm-Dyck
Caprifoliaceae	<i>Symphoricarpos</i>	<i>microphyllus</i>	Kunth, Karl (Carl) Sigismund
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>	<i>flaccida</i>	Schltldl.

Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	<i>suaveolens</i>	Torrey, John
Fabaceae	<i>Calliandra</i>	<i>conferta</i>	Benth. George
	<i>Mimosa</i>	<i>biuncifera</i>	Benth.
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>intricata</i>	Trelease, William
		<i>pringlei</i>	Seemen
		<i>striatula</i>	Trelease
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>greggii</i>	Gray, Asa
Rhamnaceae	<i>Ceanothus</i>	<i>greggii</i>	A. Gray
Rosaceae	<i>Lindleya</i>	<i>mespiloides</i>	Kunth, Karl (Carl) Sigismund
	<i>Purshia</i>	<i>plicata</i>	Henrickson, James Solberg
	<i>Vauquelinia</i>	<i>corymbosa</i>	Bonpl.
Rubiaceae	<i>Bouvardia</i>	<i>ternifolia</i>	(Cav.) Schltl.



ANEXO 9. Composición florística del estrato arbustivo del área incendiada.

ANEXO 10. Estructura del estrato herbáceo del área no incendiada

Especies	Alt Med (CM)	Dom Real (%)	Den (Ind/Ha)	Den Real (%)	Frec Real (%)	Val Imp (%)
<i>Achnatherum multinode</i>	9	0.02	2500	0.592	3.333	1.318
<i>Ageratina calophylla</i>	23	4.86	12500	2.959	3.333	3.718
<i>Ageratum corymbosum</i>	8	0.07	2500	0.592	3.333	1.334
<i>Argyrochosma microphylla</i>	13	0.19	2500	0.592	3.333	1.374
<i>Aristida schiedeana</i>	13	0.16	7500	1.775	3.333	1.758
<i>Aristida</i> sp	24	13.07	20000	4.734	3.333	7.047
<i>Artemisia ludoviciana</i>	16	3.79	40000	9.467	3.333	5.530
<i>Astrolepis sinuata</i>	4	0.07	2500	0.592	3.333	1.334
<i>Ayenia microphylla</i>	7	0.65	10000	2.367	3.333	2.118
<i>Baccharis potosina</i>	6	0.07	2500	0.592	3.333	1.334
<i>Bouteloua curtispindula</i>	40	13.87	22500	5.325	3.333	7.512
<i>Bouteloua gracilis</i>	60	11.6	32500	7.692	3.333	7.568
<i>Callisia navicularis</i>	4	1.0	12500	2.959	3.333	2.433
<i>Cheilanthes alabamensis</i>	4	0.15	7500	1.775	3.333	1.754
<i>Dyssodia pinnata</i>	8	0.50	5000	1.183	3.333	1.674
<i>Erigeron pubescens</i>	12	0.30	2500	0.592	3.333	1.411
<i>Euphorbia prostrata</i>	4	0.72	15000	3.550	3.333	2.535
<i>Koanophyllum solidaginifolium</i>	23	1.85	77500	18.343	3.333	7.843
<i>Muhlenbergia dubia</i>	27	20.76	30000	7.101	3.333	10.399
<i>Muhlenbergia glauca</i>	25	1.00	2500	0.592	3.333	1.642
<i>Muhlenbergia rigida</i>	34	4.5	17500	4.142	6.667	5.106
<i>Peperomia bracteata</i>	11.5	0.26	5000	1.183	6.667	2.704
<i>Salvia roemeriana</i>	12	0.44	2500	0.592	3.333	1.456
<i>Selaginella lepidophylla</i>	2	19.48	77500	18.343	6.667	14.830
<i>Sida spinosa</i>	16	0.19	2500	0.592	3.333	1.374
<i>Solanum verrucosum</i>	9	0.07	2500	0.592	3.333	1.334
<i>Tragia racemosa</i>	5	0.160	5000	1.183	3.333	1.559
<b>TOTAL</b>	<b>15.5</b>	<b>100</b>	<b>422500</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

ANEXO 11. Estructura del estrato arbustivo de área no incendiada.

Especies	Alt Med (cm)	Dom Real (%)	Den (Ind/Ha)	Den Real (%)	Frec Rel (%)	Val Imp. (%)
<i>Agave scabra</i>	32	2.16	200	0.32	2.82	1.77
<i>Ageratina calophylla</i>	79	0.14	475	0.76	1.41	0.77
<i>Ageratina</i> sp	72	3.58	350	0.56	1.41	1.85
<i>Ageratina</i> sp	10	0.01	50	0.08	1.41	0.50
<i>Ageratina wrightii</i>	38	0.04	250	0.40	1.41	0.62
<i>Ageratum corymbosum</i>	56.75	2.83	225	0.36	1.41	1.53
<i>Berberis trifoliolata</i>	68.5	3.71	1875	3.01	2.82	3.18
<i>Bouvardia ternifolia</i>	55.6	2.52	950	1.53	4.23	2.76
<i>Brickellia veronicifolia</i>	39.5	0.06	225	0.36	2.82	1.08
<i>Calliandra conferta</i>	29.5	1.68	26775	43.05	4.23	16.32
<i>Cercocarpus fothersgilloides</i>	172.5	0.37	125	0.20	2.82	1.13
<i>Chrysactinia mexicana</i>	34	0.07	400	0.64	2.82	1.18
<i>Condalia spathulata</i>	68	0.01	25	0.04	1.41	0.49
<b>Otras Especies (43)</b>	75.9	81.44	25900	41.64	64.79	62.62
<b>Total</b>	78.5	100	62200	100	100	100

ANEXO 12. Estructura del estrato herbáceo del área incendiada

Especies	Alt Med. (CM)	Dom Real (%)	Den (Ind/Ha)	Den Real (%)	Frec. Real (%)	Val Imp. (%)
<i>Ageratina calophylla</i>	10.0	5.3	55000	5.56	1.67	4.18
<i>Ageratum corymbosum</i>	10.0	0.1	2500	0.25	1.67	0.67
<i>Aneilema karwinskiana</i>	35.0	0.6	7500	0.76	1.67	1.02
<i>Artemisia ludoviciana</i>	28.0	6.8	152500	15.40	1.67	7.94
<i>Astragalus sanguineus</i>	18.0	0.6	10000	1.01	1.67	1.10
<i>Astragalus</i> sp.	6.0	0.1	2500	0.25	1.67	0.67
<i>Bouteloua curtipendula</i>	59.0	15.2	25000	2.53	3.33	7.00
<i>Bouteloua gracilis</i>	25.0	3.1	17500	1.77	1.67	2.17
<i>Bouteloua hirsuta</i>	46.0	1.6	5000	0.51	1.67	1.25
<i>Bouvardia ternifolia</i>	10.3	5.6	80000	8.08	5.00	6.24
<i>Chaetopappa parryi</i>	21.0	1.1	7500	0.76	1.67	1.19
<i>Cheilanthes alabamensis</i>	14.5	2.1	25000	2.53	3.33	2.66
<i>Clematis drummondii</i>	5.0	0.3	7500	0.76	1.67	0.89

<i>Crusea diversifolia</i>	24	2.8	5000	0.51	1.67	1.66
<i>Dalea bicolor</i>	22.	0.2	5000	0.51	1.67	0.78
<i>Dychondra brachypoda</i>	2.0	1.6	15000	1.52	1.67	1.60
<i>Dyschoriste linearis</i>	9.0	1.3	30000	3.03	1.67	1.99
<b>Otras especies (30)</b>	21	51.5	53500	54.0	63.3	56.28
<b>Total</b>	20.	100	990000	100	100	100

### ANEXO 13. Estructura del estrato arbustivo de área incendiada

Especies	Alt Med. (CM)	Dom Real (%)	Den (Ind/Ha)	Den Real (%)	Frec. Real (%)	Val Imp. (%)
<i>Agave scabra</i>	40	0.55	450	0.73	3.28	1.52
<i>Ageratina calophylla</i>	40	1.08	1500	2.44	1.64	1.72
<i>Ageratina sp</i>	42	3.61	2725	4.42	3.28	3.77
<i>Ageratum corymbosum</i>	45	1.63	1725	2.80	4.92	3.12
<i>Bouvardia ternifolia</i>	36.33	0.87	2525	4.10	4.92	3.30
<i>Brickellia sp.</i>	44	0.10	75	0.12	1.64	0.62
<i>Brickellia veronicifolia</i>	44.5	1.11	375	0.61	3.28	1.67
<i>Calliandra conferta</i>	33	1.26	1400	2.27	1.64	1.72
<i>Ceanothus greggii</i>	36	0.25	50	0.08	1.64	0.66
<i>Chrysactinia mexicana</i>	24	2.43	2375	3.86	4.92	3.73
<i>Croton suaveolens</i>	23	0.31	225	0.37	1.64	0.77
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	100.5	11.63	875	1.42	6.56	6.54
<i>Echinocereus stramineus</i>	13	0.02	400	0.65	1.64	0.77
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	40.3	0.70	475	0.77	4.92	2.13
<i>Juniperus flaccida</i>	73	0.24	25	0.04	1.64	0.64
<i>Lindleya mespiloides</i>	65	0.10	25	0.04	1.64	0.59
<i>Mammillaria sp</i>	4	0.03	75	0.12	1.64	0.60
<i>Mimosa biuncifera</i>	64.7	4.59	450	0.73	4.92	3.41
<i>Nolina cespitifera</i>	86.4	6.89	600	0.97	6.56	4.81
<i>Opuntia engelmannii</i>	21	0.10	150	0.24	3.28	1.21
<i>Purshia plicata</i>	41.3	1.52	600	0.97	4.92	2.47
<i>Quercus intricata</i>	36.8	15.05	21550	34.98	4.92	18.32
<i>Quercus pringlei</i>	72.3	10.15	6750	10.96	4.92	8.67
<i>Quercus striatula</i>	83	21.92	6100	9.90	1.64	11.15
<i>Salvia greggii</i>	30	0.09	75	0.12	1.64	0.62

<i>Stevia serrata</i>	50	0.01	25	0.04	1.64	0.56
<i>Stevia sp</i>	71	3.11	3125	5.07	1.64	3.28
<i>Stevia tomentosa</i>	48	0.72	675	1.10	1.64	1.15
<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	64	0.12	275	0.45	1.64	0.73
<i>Thitomio tubaeformis</i>	58	0.84	400	0.65	1.64	1.04
<i>Vauquelinia corymbosa</i>	67	1.78	150	0.24	1.64	1.22
<i>Verbesina hypomalaca</i>	59	1.90	1850	3.00	1.64	2.18
<i>Viguiera dentata</i>	53	1.01	400	0.65	1.64	1.10
TOTAL	51.39	100	61600	100	100	100

ANEXO 14. Especies con grado significancia y sin grado de significancia del estrato herbáceo del área incendiada y el área no incendiada.

Especies	Área incendiada (No. individuos)	Área no incendiada (No. individuos)	P-value	Significancia
<i>Ageratina calaeminthifolia</i>	1	0	0.65822	NS
<i>Ageratina calophylla</i>	22	5	0.27285	NS
<i>Ageratum corymbosum</i>	1	1	0.88210	NS
<i>Argyrochosma microphylla</i>	0	1	0.65822	NS
<i>Aristida schiedeana</i>	0	3	0.04201	S
<i>Aneilema karwinskiana</i>	3	0	0.61831	NS
<i>Artemisia ludoviciana</i>	61	16	0.08435	NS
<i>Astragalus sanguineus</i>	4	0	0.44802	NS
<i>Astrolepis sinuata</i>	0	1	0.65822	NS
<i>Ayenia microphylla</i>	0	4	0.01131	S
<i>Baccharis potosina</i>	0	1	0.65822	NS
<i>Bouteloua curtispindula</i>	10	9	0.14719	NS
<i>Bouteloua gracilis</i>	7	13	0.00113	S
<i>Bouteloua hirsuta</i>	2	0	0.88210	NS
<i>Bouvardia ternifolia</i>	32	0	0.00032	S
<i>Callisia navicularis</i>	0	5	0.00310	S
<i>Chaetopappa parryi</i>	3	0	0.61831	NS
<i>Cheilanthes alabamensis</i>	10	3	0.81929	NS
<i>Clematis drummondii</i>	3	0	0.61831	NS
<i>Crusea diversifolia</i>	2	0	0.88210	NS
<i>Dalea bicolor</i>	2	0	0.88210	NS
<i>Dychondra brachypoda</i>	6	0	0.24798	NS
<i>Dyschoriste linearis</i>	12	0	0.04980	S
<i>Dyssodia pinnata</i>	27	2	0.01049	S

<i>Echeandia flavescens</i>	4	0	0.44802	NS
<i>Eriogonum atrorubens</i>	1	0	0.65822	NS
<i>Erioneuron avenaceum</i>	1	0	0.65822	NS
<i>Erigeron pubescens</i>	0	1	0.65822	NS
<i>Euphorbia prostrata</i>	0	6	0.00086	S
<i>Euphorbia nutans</i>	12	0	0.04980	S
<i>Hedyotis nigricans</i>	9	0	0.10906	NS
<i>Heliopsis parvifolia</i>	3	0	0.61831	NS
<i>Koanophyllum solidaginifolium</i>	0	31	0.00000	S
<i>Lequerella fendleri</i>	1	0	0.65822	NS
<i>Linum rupestre</i>	1	0	0.65822	NS
<i>Loeselia coerulea</i>	1	0	0.65822	NS
<i>Lycurus phleoides</i>	10	0	0.08374	NS
<i>Mandevilla karwinskii</i>	30	0	0.00054	S
<i>Mentzelia hispida</i>	1	0	0.65822	NS
<i>Mirabilis oblongifolia</i>	3	0	0.61831	NS
<i>Muhlenbergia dubia</i>	14	12	0.09918	NS
<i>Muhlenbergia glauca</i>	14	1	0.08942	NS
<i>Muhlenbergia rigida</i>	0	7	0.00024	S
<i>Oxalis latifolia</i>	6	0	0.24798	NS
<i>Panicum hallii</i>	1	0	0.65822	NS
<i>Pellaea cordata</i>	2	0	0.88210	NS
<i>Peperomia bracteata</i>	0	2	0.16132	NS
<i>Piptochaetium angustifolium</i>	1	0	0.65822	NS
<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	6	0	0.24798	NS
<i>Portulaca pilosa</i>	2	0	0.88210	NS
<i>Salvia roemeriana</i>	0	1	0.65822	NS
<i>Selaginella lepidophylla</i>	2	31	0.00000	S
<i>Selaginella pilifera</i>	11	0	0.06450	NS
<i>Sida spinosa</i>	7	1	0.49176	NS
<i>Siphonoglossa pilosella</i>	1	0	0.65822	NS
<i>Solanum verrucosum</i>	0	1	0.65822	NS
<i>Stipa eminens</i>	6	0	0.24798	NS
<i>Tragia racemosa</i>	2	2	0.73498	NS
<i>Vauquelinia corymbosa</i>	1	0	0.65822	NS
<i>Verbena neomexicana</i>	7	0	0.18742	NS

ANEXO 15. Especies con grado de significancia y sin grado de significancia del estrato arbustivo del área incendiada y el área no incendiada.

<i>Especies</i>	Área incendiada (No. individuos)	Área no incendiada (No. individuos)	P-value	Significancia
<i>Agave lechuguilla</i>	125	175	0.0046	S
<i>Agave scabra</i>	18	8	0.0727	NS
<i>Ageratina calophylla</i>	60	19	4.6461	NS
<i>Ageratina sp</i>	109	2	0.0000	S
<i>Ageratina wrightii</i>	0	10	0.0046	S
<i>Ageratum corymbosum</i>	69	9	1.2278	NS
<i>Bouvardia ternifolia</i>	101	38	6.9604	NS
<i>Berberis trifoliolata</i>	0	75	0.0000	S
<i>Brickellia veronicifolia</i>	15	9	0.2951	NS
<i>Condalia spathulata</i>	0	1	0.9961	NS
<i>Calliandra conferta</i>	56	1071	0.0000	S
<i>Ceanothus greggii</i>	2	0	0.4751	NS
<i>Cercocarpus fothersgilloides</i>	0	5	0.0752	NS
<i>Chrysactinia mexicana</i>	95	16	4.7073	NS
<i>Croton suaveolens</i>	9	0	0.0072	S
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	35	27	0.3508	NS
<i>Dalea bicolor</i>	0	3	0.2515	NS
<i>Echinocereus stramineus</i>	16	5	0.0271	S
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	0	12	0.0015	S
<i>Epithelantha micromeris</i>	0	6	0.0422	S
<i>Escobaria dasyacantha</i>	0	1	0.9961	NS
<i>Eysenhardtia texana</i>	0	8	0.0137	S
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	0	1	0.9961	NS
<i>Garrya ovata</i>	0	10	0.00460	S
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	19	12	0.26781	NS
<i>Juniperus flaccida</i>	1	9	0.02777	S
<i>Lindleya mespiloides</i>	1	4	0.37667	NS
<i>Mammillaria formosa</i>	0	6	0.04229	S
<i>Mimosa biuncifera</i>	18	57	1.19100	NS
<i>Nolina cespitifera</i>	24	9	0.01339	S
<i>Neolloydia conoidea</i>	0	35	9.5372	NS
<i>Opuntia engelmannii</i>	6	7	0.9860	NS
<i>Purshia plicata</i>	24	29	0.60519	NS
<i>Ptelea trifoliolata</i>	0	2	0.48367	NS

<i>Quercus intricata</i>	862	376	0.00000	S
<i>Quercus pringlei</i>	270	153	1.95009	NS
<i>Quercus striatula</i>	244	112	2.83771	NS
<i>Rhus virens</i>	0	15	0.00031	S
<i>Salvia greggii</i>	3	9	0.15319	NS
<i>Selaginella lepidophylla</i>	0	3	0.25151	NS
<i>Stevia serrata</i>	1	0	0.99613	NS
<i>Stevia tomentosa</i>	27	22	0.54293	NS
<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	11	0	0.00240	S
<i>Thitomio tubaeformis</i>	16	0	0.00015	S
<i>Turbinicarpus beguinii</i>	0	1	0.99613	NS
<i>Vauquelinia corymbosa</i>	6	0	0.03993	S
<i>Verbesina hypomalaca</i>	74	1	0.00000	S
<i>Verbesinia rothrockii</i>	0	101	0.00000	S
<i>Viguiera dentata</i>	16	0	0.00001	S