

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Composición y Estructura del Matorral Submontano de Rosáceas Posterior a un
Incendio Forestal en la Sierra Zapalinamé, Saltillo, Coahuila

Por:

JOSÉ SILVERIO ÁVILA SÁNCHEZ

INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Composición y Estructura del Matorral Submontano de Rosáceas Posterior a un
Incendio Forestal en la Sierra Zapalinamé, Saltillo, Coahuila
Por:

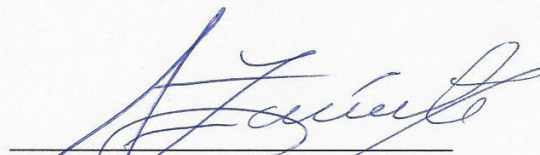
JOSÉ SILVERIO ÁVILA SÁNCHEZ

INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

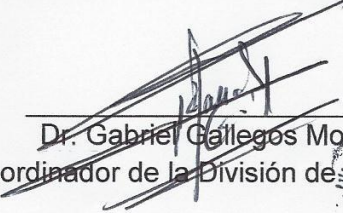
INGENIERO FORESTAL

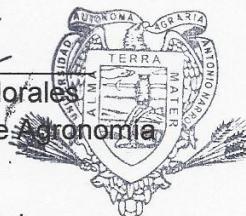
Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Alejandro Zarate Lupercio
Asesor Principal


Dra. Gabriela Ramirez Fuentes
Coasesor


M.C. Juan Antonio Encina Dominguez
Coasesor Externo


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México Coordinación
Mayo 2016 División de Agronomía

DEDICATORIA

A mis Padres, Esperanza del Carmen Sánchez Uruñuela y José Miguel Ávila Curiel, por amarme y quererme, por todo el esfuerzo, confianza y dedicación que le tienen a sus hijos, sus enseñanzas de la vida y ayudarme a conseguir mis metas de la vida. Por respetar mis sueños y permitirme seguirlos.

A mis hermanos Esperanza Ávila Sánchez y Miguel Ángel Ávila Sánchez y familia en general por brindarme amor, amistad y ser incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por prestarme la vida y permitirme culminar parte de mi carrera profesional, cuidando siempre de mí, con su gran amor que tiene y guiándome por el buen camino evitando siempre el mal.

A mi ALMA TERRA MATER por abrirme las puertas a su casa de estudio, brindarme los conocimientos necesarios para mi formación profesional y el grandioso plan de estudios que ofreció.

A mis padres por darme la vida y ser un pilar esencial en mi vida, por enseñarme que lo más importante en la vida es la familia, fortalecer en sus hijos el valor del respeto, responsabilidad y honestidad. Estar presentes en las buenas y en las malas, todos los sacrificios que hicieron por sus hijos y ellos mismos para que cada uno tenga una educación.

A mis hermanos Esperanza Ávila Sánchez y Miguel Ángel Ávila Sánchez, por brindarme su apoyo en todo tipo de situación, brindarme consejos y ser un gran ejemplo profesionalmente y de familia que tengo.

Al Dr. Alejandro Zarate Lupercio por su valioso tiempo de ayuda, revisión, guía y consejos para la elaboración de esta investigación. Por brindarme su amistad y sugerencias para mi vida profesional.

Al M. C. Juan Encina Domínguez por su valioso tiempo y apoyo en la identificación de especies, revisión y redacción del presente estudio. Por sus sabios consejos, amistad y apoyo.

A la Dra. Gabriela Ramírez Fuentes, por su tiempo dedicado en la investigación, revisiones y consejos y su gran amistad.

Al M.C. Andrés Nájera Díaz, por ser un profesor con gran disciplina dentro y fuera del salón de clases y repartirnos esos valores, por proporcionarme la oportunidad de realizar esta investigación, sus ideas y consejos durante toda la carrera.

Al Ing. Adin Helber Velázquez Pérez por su valiosa ayuda tanto en trabajo de campo como captura y procesamiento de datos, por su amistad y compañerismo y consejos.

En general a todos mis maestros dentro y fuera del departamento forestal que me impartieron alguna clase durante la carrera, por las enseñanzas y conocimientos que brindaron.

A PROFAUNA A.C. por su apoyo y contribución en las mediciones de campo de esta investigación, especialmente a Juan Cárdenas, Rafael Cárdenas, Efraín Ramírez, Armando Ramírez y Marco Herrera.

A mis compañeros de generación que siempre me apoyaron durante la carrera, por sus consejos y amistad, largos trabajos en equipo, debates con grandes enseñanzas y buenas experiencias y diversión durante nuestras prácticas de campo o viajes de estudio. En particular a Quetzal Sandoval T. por su ayuda y colaboración de las mediciones de campo y captura de datos de esta investigación.

Al equipo de futbol americano de la UAAAN por brindarme una oportunidad para ejercitarme, eliminar el estrés y salir de la rutina diaria, por brindarme los valores de disciplina, respeto, responsabilidad, trabajo en equipo y puntualidad.

A mis amigos Hugo Sandoval, Pablo Gandarillas, Alejandra Ayala, Jimena Echeveste, Israel Arreola, Mehír Domínguez, Luis Vergara, Jaziel Zurita, por la gran amistad y hermandad que viví en la ciudad de Saltillo.

+

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
ÍNDICE	IV
INDICE DE CUADROS.....	VI
INDICE DE FIGURAS	VII
INDICE DE ANEXOS	VIII
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 JUSTIFICACIÓN	2
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. <i>Incendios de Vegetación</i>	4
2.1.2 <i>Régimen del Fuego</i>	4
2.1.3 <i>Diversidad</i>	4
2.2 ECOLOGÍA DEL FUEGO.....	4
2.2.1 <i>Clasificación de Ecosistemas con respecto a su Dependencia del Fuego</i>	5
2.2.1.1 Ecosistemas Independientes del Fuego	5
2.2.1.2 Ecosistemas Sensibles al Fuego	5
2.2.1.3 Ecosistemas Dependientes del Fuego.....	5
2.2.1.4 Ecosistemas Influidos por el Fuego	6
2.2.2 <i>Regímenes del Fuego</i>	6
2.2.3 <i>Sucesión Vegetal</i>	7
2.2.4 <i>Adaptación de Plantas</i>	7
2.2.4.1 Resistentes	7
2.2.4.2 Germinadoras	8
2.2.4.3 Sembradoras.....	8
2.2.4.4 Invasoras	8
2.2.4.5 Evasoras	8
2.2.5 <i>Daños a la Flora y Fauna</i>	8
2.3 MANEJO DEL FUEGO.....	9
2.4 INVESTIGACIONES RELACIONADAS AL ESTUDIO REALIZADO	10
3 MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	11
3.2 ASPECTOS ABIÓTICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO.	12
3.2.1 <i>Fisiografía</i>	12
3.2.2 <i>Hidrología</i>	13
3.2.3 <i>Geología</i>	13
3.2.4 <i>Edafología</i>	13
3.2.5 <i>Clima</i>	14

3.3 ASPECTOS BIÓTICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO	14
3.3.1 <i>Vegetación</i>	14
3.3.2 <i>Descripción de los Tipos Vegetación en el Área de Estudio:</i>	15
3.3 DISEÑO DE MUESTREO	16
3.4 PROCESAMIENTO DE DATOS	19
3.4.1 <i>Atributos Dasométricos de la Vegetación</i>	19
3.4.2 <i>Obtención de Índices</i>	20
Valor de Importancia Relativa	20
Índice de Shannon-Weaver.....	20
Índice de Margalef	21
Índice de Similitud de Sørensen	22
Coeficiente de Complementariedad.....	22
3.4.3 <i>Análisis Estadístico Prueba de t de Diversidad</i>	23
4 RESULTADOS	25
4.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL MATORRAL SUBMONTANO DE ROSÁCEAS	25
4.1.1 <i>Área Afectada por el Incendio</i>	25
4.1.2 <i>Área No Afectada por el Incendio</i>	25
4.2 ASPECTOS ESTRUCTURALES DEL MATORRAL SUBMONTANO DE ROSÁCEAS	26
4.2.1 <i>Área Afectada por el Incendio</i>	26
4.2.2 <i>Área No Afectada por el Incendio</i>	28
4.3 DIVERSIDAD ALFA.....	30
4.3.1 <i>Índice de Diversidad Específica Shannon-Weaver</i>	30
4.3.2 <i>Índice Riqueza de Especies de Margalef</i>	31
4.4 DIVERSIDAD BETA	32
4.4.1 <i>Índice de Similitud de Sørensen</i>	33
4.4.2 <i>Coeficiente de Complementariedad</i>	33
4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO PRUEBA DE T DE DIVERSIDAD.....	34
4.6 COBERTURA DEL MATORRAL SUBMONTANO DE ROSÁCEAS	35
4.6 CARGA DE COMBUSTIBLES DEL MATORRAL SUBMONTANO DE ROSÁCEAS	36
5 DISCUSIÓN	37
5.1 COMPOSICIÓN DE ESPECIES	37
5.2 ASPECTOS ESTRUCTURALES DEL ESTRATO ARBUSTIVO	39
5.3 ASPECTOS ESTRUCTURALES DEL ESTRATO HERBÁCEO.....	40
5.4 DIVERSIDAD ALFA.....	41
5.4.1 <i>Índice de Shannon</i>	41
5.4.2 <i>Índice de Margalef</i>	41
5.5 DIVERSIDAD BETA	42
5.5.1 <i>Índice de Similitud de Sørensen</i>	42
5.5.2 <i>Coeficiente de Complementariedad</i>	42
6 CONCLUSIONES	43
7 RECOMENDACIONES	45
8 LITERATURA CITADA	46
9 ANEXO	53

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1.- COMPOSICIÓN DE ESPECIES POR ESTRATO Y POR TIPO DE SITIO.....	32
CUADRO 2.- VALORES GENERADOS POR LA PRUEBA DE T STUDENT DE DIVERSIDAD DEL PROGRAMA PAST (PALEONTOLOGICAL STATISTICS).....	35
CUADRO 3.- COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL MATORRAL SUBMONTANO DE ROSÁCEAS CON MATORRALES SIMILARES DE MÉXICO.....	38

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.- UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN LA ZONA CONURBADA SALTILLO, ARTEAGA Y LA SIERRA ZAPALINAMÉ	11
FIGURA 2.- UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	12
FIGURA 3. MÉTODO DE SELECCIÓN DE SITIOS.....	16
FIGURA 4. PARCELA DE 100M ² Y CUADRANTE 1M ²	17
FIGURA 5.- ESPECIES CON MAYOR VIR DEL ESTRATO ARBUSTIVO.....	27
FIGURA 6.- ESPECIES CON MAYOR VIR DEL ESTRATO HERBÁCEO	28
FIGURA 7.- ESPECIES CON MAYOR VIR DEL ESTRATO ARBUSTIVO.....	29
FIGURA 8.- ESPECIES CON MAYOR VIR DEL ESTRATO HERBÁCEO	30
FIGURA 9.- ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WEAVER	31
FIGURA 10.- ÍNDICE DE RIQUEZA DE ESPECIES DE MARGALEF	32
FIGURA 11.- ÍNDICE DE SIMILITUD DE ESPECIES DE SØRENSEN	33
FIGURA 12.- COEFICIENTE DE COMPLEMENTARIEDAD.....	34
FIGURA 13.- COBERTURA DEL MATORRAL DE ROSÁCEAS EN M ²	35

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.- ATRIBUTOS ESTRUCTURALES PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO EN LAS ÁREAS AFECTADAS Y NO AFECTADAS	53
ANEXO 2.- LISTADO FLORÍSTICO DEL MATORRAL SUBMONTANO DE ROSÁCEAS DEL ÁREA ESTUDIADA.....	61
ANEXO 3.- COORDENADAS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SITIOS (SRC: WGS84:UTM Z14N)	65
ANEXO 4.- CARTOGRAFÍA DIGITAL DE LAS ÁREAS IMPACTADAS Y NO IMPACTADAS	66
ANEXO 5.- IMÁGENES FOTOGRÁFICAS DE LAS ÁREAS AFECTADAS Y NO AFECTADAS.....	67

RESUMEN

La Sierra Zapalinamé se localiza en el sureste del estado de Coahuila, es un área natural protegida decretada en 1996 por el gobierno estatal como zona de conservación ecológica. El Matorral Xerófilo y bosque de Pino Piñonero son los principales tipos de vegetación. La presente investigación se realizó con el objetivo de comparar los efectos de un incendio en la composición y estructura de la vegetación de Matorral Submontano de Rosáceas. Se evaluaron 10 sitios de muestreo de forma selectiva, siendo 5 sitios dentro del área afectada por el incendio y 5 sitios fuera del área afectada; con parcelas de 100 m² para medir el estrato arbustivo y cuadros de 1 m² para el estrato herbáceo. Se calcularon los atributos de la vegetación (Densidad, Frecuencia, Dominancia y Altura), para estimar Valor de Importancia Relativa (VIR), Índice de diversidad Shannon-Weaver, Índice de Riqueza de Margalef, Índice de Similitud y Coeficiente de Complementariedad. Se utilizó la prueba t student modificada por Magurran para evaluar si existen diferencias significativas entre las dos áreas. Se registraron 104 especies distribuidas en 32 familias; 42 especies del estrato arbustivo y 62 especies para el estrato herbáceo. Los resultados indican que existe una mayor diversidad de especies en los sitios no afectados por el incendio (H' =herbáceo 3.64 nats/3.53 nats; H' =Arbustivo 3.36 nats/3.26 nats). En el estrato arbustivo la riqueza de especies fue mayor en sitios no afectados (D_{mg} = 4.72 nats); similar que el arbustivo, en el estrato herbáceo (D_{mg} = 6.85 nats). La composición de especies del estrato arbustivo (71%) mostró mayor similitud que el estrato herbáceo (45%). De acuerdo a la prueba de t de diversidad no existen diferencias significativas entre los dos tipos de áreas. Al reflexionar sobre este estudio, se sugiere que el incendio no afectó intensamente o de manera permanente la estructura del matorral de rosáceas, cambiando su composición no significativamente.

Palabras clave: Diversidad y Riqueza de especies, fuego, índice de diversidad

Correo Electronico; José Silverio Ávila Sánchez, avsasilverio@gmail.com

ABSTRACT

The Sierra Zapalinamé is located in the southeastern state of Coahuila, is a protected area decreed in 1996 by the state government as an ecological conservation area. The dryland shrubs and Pine forest are the main types of vegetation. This study was conducted to compare the effects of wildfire in the composition and structure of vegetation Submontaneous Rosacea Shrubs. 10 sampling sites were evaluated selectively, with 5 sites within the area affected by the fire and five sites outside the affected area; with plots of 100 m² to measure the shrub layer and boxes of 1 m² for the herbaceous layer. The attributes of vegetation (density, frequency, dominance and height) were calculated to estimate Relative Importance Value (RIV), Shannon-Weaver diversity Index, Margalef richness index, similarity index and coefficient of Complementarity, t test student diversity modified by Magurran to assess whether there are significant differences between the two areas studied. 104 species in 32 families were recorded; 42 species from the shrub layer and 62 species in the herbaceous layer. The results indicate that there is a greater diversity of species on sites not affected by the fire (Herbaceous = H' = 3.64 nats / 3.53 nats; Shrubs = H' = 3.36 nats / 3.26 nats). In the shrub layer species richness was higher in unaffected sites (D_{mg} = 4.72 nats), the same happened in the herbaceous layer (D_{mg} = 6.85 nats). The composition of species of the shrub layer showed greater similarity (71%) between affected and unaffected sites than the herbaceous layer (45%). According to the t test of diversity there are no significant differences between the two areas. Considering the results of this study, it suggests that the fire did not affect permanently or intensely the structure, changing its composition but not significantly.

1 INTRODUCCIÓN

En el 2011 el estado de Coahuila es afectado por gran cantidad de incendios, con un total de 424,540.73 ha, todo esto por las elevadas temperaturas y la ocurrencia de sequías que hubo en ese mismo año (SEMA, 2012). Poco más de 272 mil hectáreas pertenecían a matorrales, esto es 44.5% de la superficie de matorrales incendiada a nivel nacional ese año (SEMARNAT, 2012). En este mismo año, las principales causas de los incendios forestales fueron a causa de quemas asociadas a las actividades agropecuarias (36.3%), fogatas (13%) y fumadores (11.7%) (SEMARNAT, 2012).

A causa de los incendios que ocurrieron en 1998, el Gobierno del estado de Coahuila declaró como zonas de veda para el uso del fuego a todas las áreas boscosas del Estado de Coahuila de Zaragoza (Gobierno de Coahuila, 2006). Permitiendo el uso del fuego, en quemas controladas con permiso previo de la autoridad Municipal, SEMARNAT y acorde a los reglamentos, normas técnicas y Normas Oficiales Mexicanas (LFEC, 2008).

La supresión del fuego implica incendios catastróficos, contingencias nacionales o regionales, mayor contaminación y peligro para el ser humano y sus bienes. Sin embargo, tanto los incendios naturales como los originados por el ser humano también han ayudado a preservar diversos tipos de vegetación adaptados al fuego y a mantener la estructura y función de los ecosistemas (Rodríguez, 2001).

En la Sierra Zapalinamé decretada como “Zona Sujeta a Conservación Ecológica” (en los sucesivo ZSCESZ) el 15 de Octubre de 1996, por el Gobierno del Estado de Coahuila, se tiene un gran interés en el tema de los incendios forestales, ya que la gran mayoría de los incendios que han ocurrido dentro, ha sido a causa del hombre. Toman el primer lugar, la quema de basura para su descomposición, las fogatas de los paseantes descuidados, quemas a las orillas de las carreteras, o uno que otro accidente a la orilla de la carretera (Ochoa, 2006).

La vegetación del área protegida, está dominada por matorral xerófilo y bosques de pino piñonero. En el 2007, los matorrales xerófilos fueron la formación de vegetación dominante (36% de la superficie natural remanente, ocupan el 26% del territorio) y con menor superficie degradada en el país. La principal degradación de los matorrales es el sobrepastoreo, el 70% de los matorrales son sobreexplotados. En el período de 1998-2011, el 84.5% de la superficie total incendiada en el país correspondió a pastizales y matorrales (SEMARNAT, 2012).

Arce y Marroquín (1985) señalan que la riqueza florística es más alta en elevaciones bajas, donde existe mayor influencia de incendios, así como a causa de la cercanía del Matorral Submontano de Rosáceas, el cual domina en áreas adyacentes al bosque. De acuerdo con, Portes (2001), la ubicación de la mayoría de los incendios de la Sierra Zapalinamé se concentran en la exposición norte en áreas contiguas a la expansión de la mancha urbana.

La presencia y la severidad con que un incendio se desarrolla contribuyen a mantener o eliminar la dinámica de crecimiento de las especies, modificar su composición, diversificar la estructura de dimensiones y crear un mosaico heterogéneo de edades (Collins *et al.* 201; Omi, 2005; Phillips & Waldrop, 2008; Pomeroy, 2006)

Keeley *et al.* (2003) mencionan que un factor importante para determinar la susceptibilidad de invasión de especies no deseadas o no nativas es la longitud de tiempo de colonización después del incendio. Al aumentar este tiempo, podemos esperar mayor oportunidad de colonización y mayor riesgo de invasión de especies no deseadas.

1.1 Justificación

Crear una base de conocimientos para justificar el manejo de incendios del Matorral Submontano de Rosáceas en la Sierra Zapalinamé.

1.2 Objetivo General

Generar información sobre el efecto del fuego en la composición y estructura del Matorral Submontano de Rosáceas en la Sierra Zapalinamé, Saltillo, Coahuila de Zaragoza.

1.3 Objetivos Específicos

Comparar los resultados de la composición y estructura de un área afectada por un incendio en relación a un área no afectada por un incendio.

Evaluar el efecto de los incendios forestales en la composición y estructura del matorral de rosáceas.

Comparar la carga de combustible y cobertura aérea de un área afectada por incendio en relación a un área no afectada por incendio

1.4 Hipótesis

Ho: No hay diferencias significativas en la composición y estructura de especies de la Sierra de Zapalinamé después de un incendio de vegetación.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Definiciones y Conceptos

2.1.1. Incendios de Vegetación

Rodríguez *et al.* (2002) sugiere que el término incendio forestal no es el adecuado para referirse en general a todo tipo de incendio que pueda ocurrir en todo ecosistema, si no, que nombrarlo como incendios de vegetación para referirse a todo tipo de vegetación ya sea natural, inducida por el hombre o secundaria.

2.1.2 Régimen del Fuego

Un régimen de fuego se puede definir como un conjunto de condiciones recurrentes del fuego que caracteriza a un ecosistema dado, las condiciones están inscritas en la frecuencia de los fuegos, comportamiento del fuego, severidad, momento y tamaño de la quema (Myers, 2006).

2.1.3 Diversidad

Diversidad Alfa: es la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, por lo tanto es a un nivel "local" (Villarreal *et al.* 2004).

Diversidad Beta: es la medida del grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre las comunidades que se encuentran en un área de mayor tamaño (Villarreal *et al.* 2004).

Riqueza de especies: número de especies por sitio de muestreo (Moreno, 2001)

2.2 Ecología del Fuego

Como dicen González y Wiscovich (2007), que la ecología del fuego es una rama de la ecología que se enfatiza en los fuegos silvestres o de vegetación y su relación con el ambiente que lo rodea. Los principales factores que se estudian son:

la dependencia de los fuegos, adaptación de las plantas y animales, historia de los fuegos, régimen de fuegos y los efectos de los fuegos en los ecosistemas.

Tres componentes son necesario para que un incendio se produzca y se propague, a esto se le llama “el triángulo del fuego” que está compuesto por: Combustible, Oxígeno y Calor. Combustible se refiere al material inflamable que se quema, que puede ser vegetación muerta, hojarasca, o madera muerta; El oxígeno, que siempre está presente en el aire; y por último, el calor, que se puede tomar como fuente de ignición que da la chispa, que puede ser, un rayo, fogata, cigarrillos, cerillos y lava (BLM).

2.2.1 Clasificación de Ecosistemas con respecto a su Dependencia del Fuego

Se identificaron cuatro categorías amplias de respuestas de la vegetación al fuego: dependientes e influenciados por el fuego que engloba 46% de las regiones del mundo, sensibles al fuego con un 36% e independientes del fuego con un 18% (Hardesty *et al.* 2005).

2.2.1.1 Ecosistemas Independientes del Fuego

Son demasiado fríos, húmedos o demasiado secos para poder quemarse, como lo pueden ser desiertos, tundra y bosques lluviosos.

2.2.1.2 Ecosistemas Sensibles al Fuego

Estas áreas carecen de adaptaciones para responder positivamente a los incendios, la mortalidad es alta, y la composición y estructura no tienden a inhibir la ignición o en otras palabras no son muy inflamables.

2.2.1.3 Ecosistemas Dependientes del Fuego

Son aquellos donde el fuego es esencial y las especies han desarrollado adaptaciones para responder positivamente al fuego y para facilitar su propagación, es decir la vegetación es inflamable y propensa al fuego. Se les puede llamar

también como ecosistemas adaptados al fuego o mantenidos por el fuego (Myers, 2006).

2.2.1.4 Ecosistemas Influidos por el Fuego

Estos ecosistemas pueden estar vinculados a ecosistemas dependientes o sensibles al fuego porque con frecuencia son los que se encuentra como zonas de transición entre estos dos (Myers, 2006).

2.2.2 Regímenes del Fuego

Un régimen de fuego adecuado es aquel que mantiene la viabilidad o la estructura, la composición y el funcionamiento deseados del ecosistema. No todos los regímenes del fuego adecuados son naturales, como lo ha hecho el hombre, ha modificado la vegetación para su conveniencia, ya sea cambio de uso de suelo o para pastoreo (Myers, 2006). Un régimen de fuego alterado o indeseable es cuando ha sido modificado por actividades humanas tales como la supresión y prevención de incendios, las quemas excesivas o inadecuadas la conversión del ecosistema o la fragmentación del paisaje (Hardesty *et al.* 2005).

Es por ello que Pantoja (2008) añade que el fuego tiene ciertos pros y contras, lo negativamente visto se presenta cuando estos regímenes del fuego son alterados, cuando hay demasiada intensidad o lo contrario cuando se suprime y no deja hacer su papel en el ecosistema. Visto desde el lado no ecológico, se dice que es malo cuando pone en peligro a la gente y daña a sus bienes y propiedades

Por lo tanto Pantoja (2008) explica que lo positivo en este caso puede verse en los incendios forestales naturales donde no se ha afectado su régimen natural, quemas prescritas, en las quemas controladas y en las quemas agropecuarias, siempre cuando el manejo del fuego se lleve de manera integral, es decir considerando los aspectos socioeconómicos, culturales, ecológicos y técnicos que intervienen.

2.2.3 Sucesión Vegetal

Trabaud (1998) ha realizado varios estudios para evaluar el efecto de los incendios forestales en diferentes comunidades vegetales, menciona que la evolución de la composición florística sigue un modelo idéntico para todas las comunidades; donde en el transcurso de los primeros meses siguientes al incendio existen pocas especies, pero la riqueza florística aumenta alcanzando los valores máximos entre el primer y el tercer año (debido sobre todo a las especies anuales que tienden a ocupar los espacios incendiados). Después de dos a tres años siguientes, el número de especies disminuye progresivamente. Luego a partir del quinto año esta riqueza tiende a estabilizarse.

Existen especies anuales que ocupan el espacio de un área quemada y son dominantes por periodos cortos hasta que especies perennes invaden el área, teniendo ventaja sobre las anuales por el crecimiento vegetativo de las perennes, las cuales establecen en suelos pobres debido a que presentan un buen sistema radicular (Daniel *et al.* 1982).

2.2.4 Adaptación de Plantas

Según el plan de estudios de *Table Rock (Beareu Land Management)*, las plantas se pueden clasificar en cinco categorías diferentes (Resistentes, Germinadoras, Sembradoras, Invasoras y Evasoras) en función a su adaptación y que algunas pueden encajar en varias categorías.

2.2.4.1 Resistentes

Especies que pueden sobrevivir a incendios moderados o de baja intensidad con poco o ningún daño. Las características de estas especies pueden ser: corteza gruesa, raíces profundas y desprendimiento de ramas bajas.

2.2.4.2 Germinadoras

Especies que resisten el fuego, germinan o rebrotan de sus raíces, troncos, ramas y/o corona después de una quemadura. Muchos arbustos son germinadores. Mientras las plantas madres son heridas en incendios los nuevos brotes crecen en suelos ricos de nutrientes y con menos competencia.

2.2.4.3 Sembradoras

Adaptadas para evadir al fuego, estas especies derraman gran cantidad de semillas que brotan después de un incendio. Crecen de los ricos nutrientes reciclados del suelo y con menos competencia.

2.2.4.4 Invasoras

Especies con poblaciones limitadas o desconocidas anterior a un incendio. Tienden a tener semillas que son transportadas fácilmente por el viento, animales o personas. Mayormente son especies no deseadas o malas hierbas que aparecen después de un disturbio.

2.2.4.5 Evasoras

Especies menos adaptadas a los incendios, crecen en zonas donde los incendios no ocurren con frecuencia. Especies de sucesión tardía, se encuentran en áreas cercanas al agua o elevaciones altas. Tienen cortezas delgada, raíces pocas profundas y gran cantidad de resina.

2.2.5 Daños a la Flora y Fauna

Las plantas puede sufrir dos tipos de daños por efecto del fuego: los directos, que están asociados a la desnaturalización de proteínas y la alteración en la movilización de lípidos, y los indirectos, que se derivan de los efectos del calor sobre el metabolismo. Por ello, la posibilidad de que una planta muera depende del grado de daño; en este sentido las plantas más grandes y vegetación arbustiva como los

chaparrales son las que tienen mayor posibilidad de sobrevivir, también las que presentan bulbos, macollos, tallos, flores o espigas que nacen juntos, corteza gruesa y follaje resistente al fuego y semillas de testa dura, todas estas características son las que les permite sobrevivir (Rodríguez, 1996; Juárez y Cano, 2007).

La mayoría de los animales y plantas del mundo están fuertemente adaptadas a disturbios periódicos creados por el fuego, estas adaptaciones son maneras de sobrevivir a los efectos de los incendios que ocurren. Flores (2009) menciona que algunas de estas adaptaciones tomando en cuenta a las especies vegetales son la corteza gruesa, que permite que no penetre el fuego a su interior, frutos serótinos que solo se abren con el fuego para después depositar las semillas en el sustrato; agresividad en la regeneración que significa que regenera lo más antes posible; cespitosidad que permite proteger a la yema principal de la plántula de los incendios en sí; rápido crecimiento juvenil y floración temprana.

2.3 Manejo del Fuego

Como dice Rodríguez (2001), en México aún falta para tener un buen manejo del fuego. El manejo del fuego es todo lo que un país puede hacer para: prevenir y combatir los incendios forestales, comprender como y con qué objetivos las comunidades rurales utilizan el fuego en las diferentes regiones ecológicas, como regular el uso del fuego, investigar la ecología del fuego y los impactos de los incendios en general.

Debido a ello Myers (2006) menciona que es necesario que las áreas forestales en aprovechamiento, las áreas naturales protegidas, plantaciones forestales, áreas con pago de servicios ambientales, entre otros, cuenten con un plan de manejo del fuego, sea este un documento independiente o como parte de plan de manejo general del área.

Abundando a eso Myers (2006) señala que para tener un buen uso del fuego se tiene que tomar en cuenta un manejo integral del fuego, que se define como un enfoque para hacer frente a los problemas y a las preocupaciones causados por los

incendios, esto integra 1) tres componentes técnicos del manejo: prevención, supresión y uso del fuego; 2) los atributos ecológicos clave del fuego, es decir, el régimen de fuego ecológicamente adecuado y 3) las necesidades socioeconómicas y culturales del uso del fuego junto con los impactos negativos que el fuego puede tener sobre la sociedad.

Podría ser posible que los incendios ocurridos en años pasados, hubieran sido menos graves y extensos si los gobiernos hubiesen tenido una mayor capacidad de protección contra incendios y su política contra todo tipo de fuego fuera tan estricta (Ladrach, 2009).

2.4 Investigaciones Relacionadas al Estudio Realizado

Velázquez (2013) realizó un comparativo de la composición y estructura de vegetación después de un incendio en la Sierra La Purísima, Cuatro Ciénegas, Coahuila. La vegetación estudiada fueron Matorral Desértico Rosetófilo y Matorral Submontano, éstos dos tipos de vegetación fueron beneficiados estructuralmente en la densidad, se encontró que el estrato herbáceo obtuvo una mayor diversidad de especies después del incendio.

Flores (2006) realizó un estudio sobre la frecuencia de incendios forestales, su relación con la precipitación y la riqueza de especies vegetales, en la cuenca del Río Magdalena, Distrito Federal, México, en tres comunidades vegetales de: *Pinus hartwegii*, *Abies religiosa* y Bosque de *Quercus*. Evaluando áreas incendiadas y no incendiadas. Obtuvieron un mayor número de especies en áreas incendiadas, excepto en el Bosque de *Quercus*.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del Área de Estudio

El área de estudio se encuentra en la zona sujeta a conservación ecológica de la Sierra Zapalinamé, ubicada al sureste del estado de Coahuila. Abarca los municipios de Saltillo y Arteaga, Coahuila de Zaragoza y geográficamente se encuentra dentro de las coordenadas UTM: 290054.05 longitud Oeste y 2794297.57 de Latitud Norte (PROFAUNA, 1998). El área de estudio “Loma Linda” se encuentra a una altura entre los 1947 a 1962 m.s.n.m., con las coordenadas UTM 299382.66 Longitud Oeste y 2803400.26 Latitud Norte. El incendio del área de estudio ocurrió en el mes de Abril del año 2005, la superficie afectada fue de 7.2 ha y la causa del incendio fue por descuido humano.

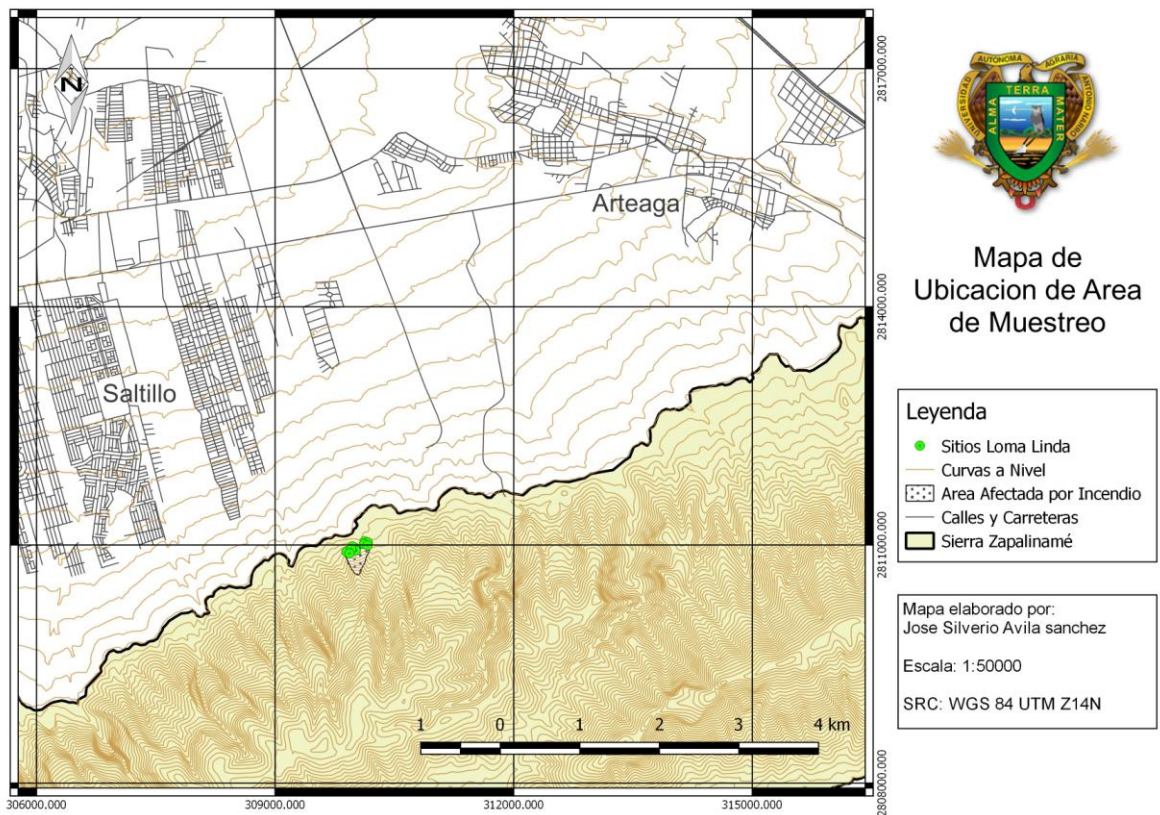


Figura 1.- Ubicación del área de estudio en la zona conurbada Saltillo, Arteaga y La Sierra Zapalinamé

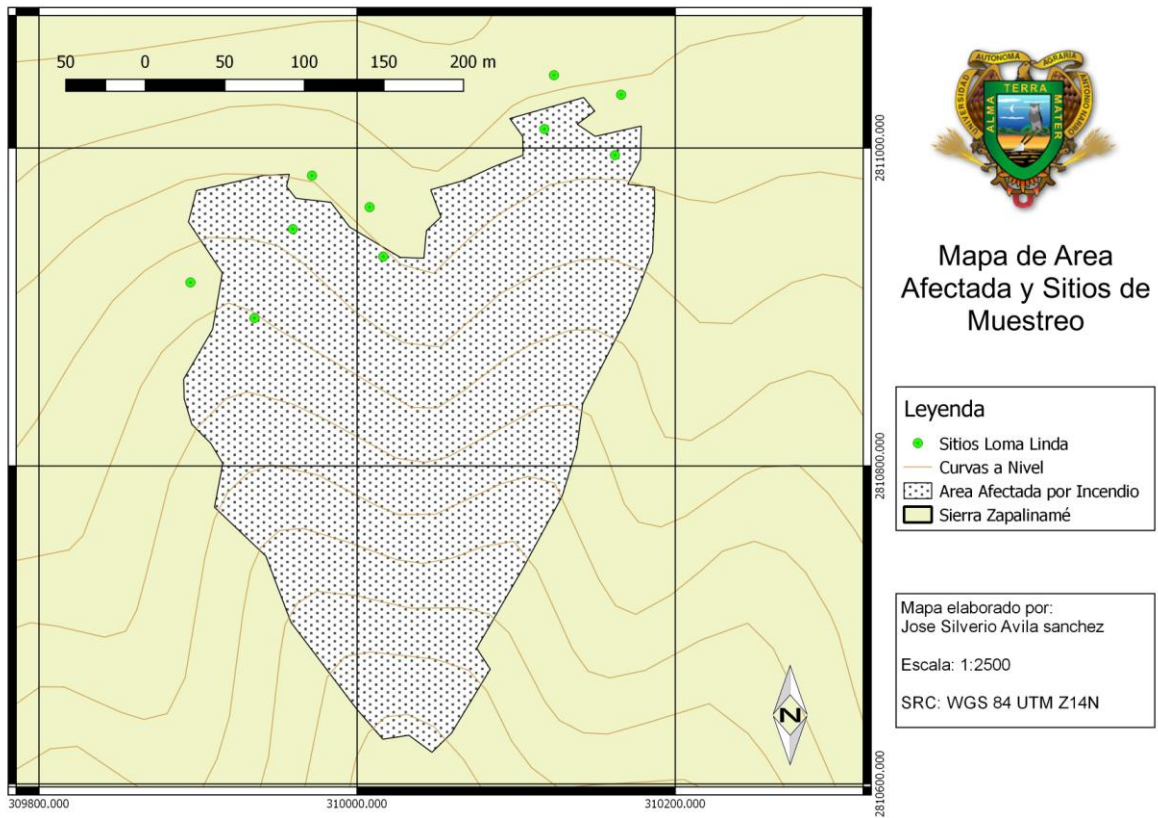


Figura 2.- Ubicación de sitios de muestreo del área de estudio

3.2 Aspectos Abióticos del Área de Estudio.

3.2.1 Fisiografía

La fisiografía montañosa de la Sierra de Zapalinamé se debe a que se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, que se extiende desde el centro del país hasta el extremo sureste del estado de Coahuila. La región incluye valles, planicies y montañas plegadas con topografía muy accidentada. Sin embargo el área de estudio se encuentra dónde están los abanicos pluviales, ladera baja y suelos aluviales que se encuentran cerca de la zona urbana (SPP, 1983).

3.2.2 Hidrología

La red hidrográfica a la cual pertenece la Sierra de Zapalinamé es a las vertientes del Golfo de México y cuencas cerradas del Norte y región hidrológica 24 “Bravo - Conchos”. Se presentan patrones de drenaje dendrítico y rectangular en las sierras mientras que para los valles son paralelos y dendríticos, la mayoría de las corrientes son intermitentes con régimen de avenidas turbulentas y de poca duración. La disponibilidad de agua superficial se localiza en la porción Sureste de la región, donde las mayores precipitaciones que ahí se dan y la presencia de unidades impermeables generan escurrimientos que pueden ser aprovechados. El área de estudio forma parte de la región hidrológica RH-24, cuenca hidrológica B y subcuenca E (SPP, 1983).

3.2.3 Geología

Las rocas del área son sedimentarias marinas del Jurásico y Cretácico; las calizas ocupan 43% del área, las areniscas y conglomerados 17%, mientras que las aluviales con un 30% del área. El sitio de estudio está formado por rocas calizas, cubierta superficialmente por suelos residuales, producto de la intemperización del horizonte superior y suelo vegetal (SPP, 1983).

3.2.4 Edafología

Abundan los suelos litosoles y rendzinas, prevalecen ambos en casi el 80% de la superficie del área. Los litosoles son superficiales y sobre yacen a la roca o caliche cementado, cubren 49% del área; los del tipo rendzina son pedregosos y someros, con una capa superficial de humus, sobre roca caliza o material rico en cal en el pie de monte y valles, representan 29%. En menor diferencia de porcentaje se localizan los xerosoles cálcico y feozem calcárico (CETENAL, 1977).

3.2.5 Clima

El clima presente en el área de estudio corresponde a un clima Bsok (x') (e), el cual se interpreta como clima seco, templado, con verano cálido extremo, temperatura media anual entre 12 y 18°C, la del mes más frío entre -3 y 18°C y la del mes más caliente superior a 18°C, con un régimen de lluvias intermedio entre el verano y el invierno (García, 1986).

El promedio de precipitación para la región es de 498 mm. La orografía y altitud determinan la presencia de 3 valores de precipitación media anual, siendo de 350 mm en el valle de Saltillo, de 450 mm en el macizo montañoso en sus exposiciones Norte y Noroeste y de 550 mm del parteaguas de la sierra hacia el Sureste (SPP, 1983). Las precipitaciones son de tipo convectivo coincidiendo con los meses calientes del año. Durante los meses secos (Octubre - Abril) tiene una variación mensual entre 6 y 36 mm y durante los meses húmedos (Mayo - Septiembre) el promedio mensual es de 75 mm.

3.3 Aspectos Bióticos del Área de Estudio

3.3.1 Vegetación

En general la cubierta vegetal de las áreas con exposición sur está representada por Matorral de Rosáceas abierto, Rosetófilos y Micrófilos. En las partes altas la vegetación está integrada por bosque de Pino y Oyamel, en los cañones se localizan bosques de Encino y, en las laderas bajas de exposición norte y oeste, se presenta el Matorral Submontano de Rosáceas (Marroquín, 1976).

El Matorral Submontano de Rosáceas se localiza principalmente en suelos superficiales, someros con poca pendiente, predominan en exposiciones noroeste y sur, en áreas cercanas a la urbanización, en altitudes que varían entre los 1,800 y 2,480 m, donde las especies del estrato superior alcanzan alturas de hasta 4 m (Arce y Marroquín, 1985).

3.3.2 Descripción de los Tipos Vegetación en el Área de Estudio:

Matorral de Rosáceas abierto: Distribuido en la exposición norte de la Sierra Zapalinamé a pie de monte entradas de cañones y abanicos aluviales. Corresponde al mismo tipo de vegetación que el Matorral de Rosáceas con encinos pero donde el término abierto es considerado como un efecto de algún uso o disturbio presente o pasado, reflejo de la desaparición gradual de algún componente principalmente *Quercus* y *Cercocarpus*. En estas áreas se presenta una alta incidencia de trazo de caminos, utilización como agostadero para cabras y sometido a procesos de urbanización. Se menciona que tiene mucho en común con la vasta zona de Chaparral de California; las especies dominantes son: *Lindleya mespiloides*, *Malacomeles denticulata*, *Cercocarpus mojadensis*, *Purshia plicata*. Como co-dominantes se encuentran: *Quercus saltillensis*, *Q. intricata*, *Ceanothus coeruleus*, *Mimosa biuncifera*, *Crataegus baroussana*, *Ceanothus greggi*, *Berberis trifoliolata* (Arce y Marroquín, 1985).

De las especies herbáceas: *Acalypha hederacea*, *Agave* sp., *Aristida* sp., *Artemisia ludoviciana*, *Astragalus sanguineus*, *Bouvardia ternifolia*, *Brickellia veronicaefolia*, *Bouteloua curtipendula*, *Chrysactinia mexicana*, *Castilleja tenuiflora*, *Croton pottsii*, *Euphorbia postrata*, *Gymnosperma glutinosum*, *Stevia salicifolia*, *Viguiera brevifolia*, *Loeselia scariosa*, *Loeselia coerulea*, *Verbena canescens*, *Salvia ballotaeflora*, *Tragia amblyodonta*, *Priva* sp., *Scutellaria suffrutescens* (Arce y Marroquín, 1985).

Zacatal: este tipo de vegetación es dominado por gramíneas. Se desarrolla preferentemente en suelos medianamente profundos de los valles, laderas con poca pendiente y mesetas. Es frecuente encontrarlos en pequeñas porciones combinados con otros tipos de vegetación. El género más común es *Bouteloa* (Arce y Marroquín, 1985).

3.3 Diseño de Muestreo

La selección de sitios para el muestreo se realizó mediante un diseño selectivo, los sitios se ubicaron de forma dirigida considerando las condiciones actuales de la vegetación de manera que la muestra sea representativa. El número de sitios se determinaron de acuerdo a la frecuencia de las especies en el área de estudio. Debido a que el incendio ocurrió en el 2005, y la investigación se realizó en el 2015, se decidió realizar un estudio de comparación de áreas aledañas, lo cual es un método utilizado para medir el proceso de sucesión después de un disturbio. El método consistió en seleccionar sitios de muestreo dentro del área afectada por incendio y sitios fuera del área no afectada para su comparación, tal como se observa en la figura 1. Los criterios para seleccionar los sitios fue: afectado por incendio y no afectado por el incendio, son: que se ubiquen lo más cercanos entre sí, debiendo ser lo más homogéneos posible en cuanto a la vegetación, pendiente, exposición, altitud, tipo de suelo y humedad (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

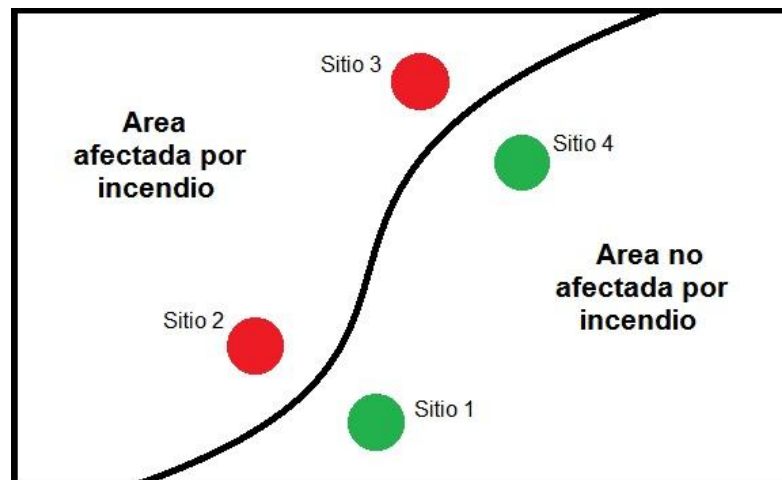


Figura 3. Método de selección de sitios

La toma de datos se realizó del día 03 de Junio del 2015 al 22 de Junio del 2015. Estableciendo 5 sitios de muestreo dentro del área afectada por incendio y 5 sitios en el área no afectada. Los sitios se registraron con sus respectivas coordenadas en un GPS Garmin® para que posteriormente se regresara a tomar la información de los sitios y el área.

Los sitios de muestreo fueron parcelas circulares, de acuerdo a (Mueller – Dombois y Ellenberg, 1974; Franco, 1985), los cuales recomiendan que para evaluar sitios de herbáceas y pastizales sean del método cuadrado, sin embargo, de acuerdo a las condiciones del área que tiene pendiente, pedregosidad y obstáculos se decidió evaluar los sitios con parcelas circulares de 100m² para el estrato arbustivo. Usando la misma metodología de (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Franco, 1985), por su facilidad de determinar la cobertura de especies se cuantificó el estrato herbáceo con cuadrantes pequeños de 1m², consiste en colocar un cuadrado de PVC (1m x 1m) sobre la vegetación para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de la vegetación (Mostacedo y Fredericksen, 2000). En estas áreas se pueden medir el número de individuos, la composición y estructura existentes en cada etapa sucesional. A continuación en la figura 4 se muestra cómo están distribuidas las parcelas junto con el cuadrante:

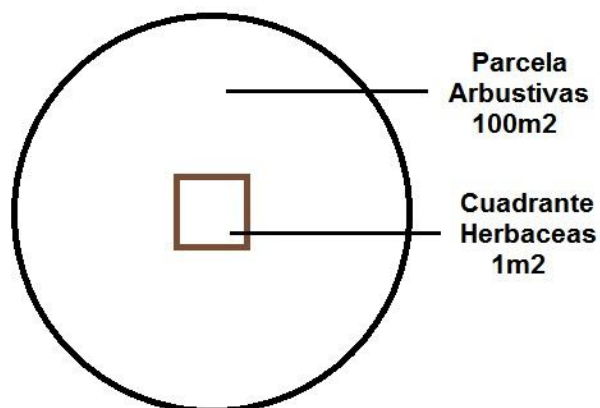


Figura 4. Parcela de 100m² y Cuadrante 1m².

Para la caracterización de los sitios de muestreo se tomaron las coordenadas del centro del sitio, y el tipo de vegetación; altitud, pendiente (porcentaje) y exposición. Para determinar la pendiente se realizó mediante el uso de una pistola Haga; la exposición se refiere a la orientación de la ladera con respecto al sol (Norte, Sur, Este u Oeste), es determinado mediante una brújula marca Suunto; la altitud (msnm) es obtenido por medio del GPS Garmin junto con las coordenadas del centro del

sitio. También se tomó fotografía general de la vegetación del sitio con una Cámara digital.

La delimitación del sitio de 100 m² para el estrato arbustivo se realizó utilizando cinta métrica de 30 m, considerando la compensación de la pendiente. El cuadrante de 1 m² para la medición del estrato herbáceo se colocó en el centro de la parcela de 100 m².

Las variables que se evaluaron para el estrato herbáceo y arbustivo fueron la cobertura por cada individuo por especie y la altura promedio por especie. Las mediciones se realizaron utilizando un flexómetro de 3 m. En el caso del cuadrante de 1m² se procedió a recolectar todo material orgánico y combustible que se encuentre dentro del cuadrante. Todos los datos anteriores se anotarán en un formato ya preestablecido para después agregarlos a la base de datos en la computadora.

De las especies no identificadas, se colectaron muestras botánicas con flor o fruto para su identificación. Posterior las muestras fueron prensadas y secadas en laboratorio, para su identificación. Para las especies en estatus de conservación listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies de difícil regeneración, se tomaron fotografías para su identificación.

En la medida que el intervalo de frecuencia de los incendios sea más largo, la acumulación de la carga de combustibles se incrementará, lo cual implica un aumento del potencial en la intensidad y severidad de sus efectos. Por ello al final de la medición y recopilación de datos de cada sitio se recortó y recolecto el material vegetativo que se encuentra dentro del cuadrante de un metro cuadrado, para determinar la carga de combustible dentro y fuera del área afectada y así poder predecir si el siguiente incendio será severo o no. Se utilizaron bolsas de papel del No. 30 para guardar el material. El material recolectado por 1 m², se introdujo a un horno de secado por 72 horas a ~65°C para eliminar el contenido de humedad.

3.4 Procesamiento de Datos

3.4.1 Atributos Dasométricos de la Vegetación

La información de campo se ordenó para llevar a cabo el análisis de datos, los cuales se capturaron con el software de Microsoft Excel®, para el procesamiento de datos se determinaron los siguientes atributos de la vegetación por medio de las siguientes ecuaciones (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

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

Dónde:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada m}^2}$$

La dominancia (estimador de biomasa: cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

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

Dónde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Cobertura de Copa m}^2}{\text{Área muestreada m}^2}$$

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

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

Dónde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de sitios que se presenta la especie}}{\text{Número total de sitios}}$$

3.4.2 Obtención de Índices

Valor de Importancia Relativa (VIR), define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam y Curtis, 1956), fue desarrollado por Curtis y Macintosh (1951), es un índice estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados. Su formula es:

$$\text{VIR} = \frac{\text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}}{3}$$

Moreno (2001), menciona que la diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, por lo cual se utilizaron dos índices:

Índice de Shannon-Weaver (H'), se refiere a la estructura numérica de la comunidad, es decir en la distribución proporcional de la abundancia de cada especie (Shannon, 1948; Magurran, 2004). Es uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica, refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Moreno, 2001). Su expresión matemática es:

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i)(LN.p_i)$$

Dónde:

p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i), $p_i = n_i/N$

n_i = número de individuos de las especies i

N = número de todos los individuos de todas las especies.

LN = Logaritmo natural

Índice de Margalef (D_{Mg}), esta basado en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica) (Margalef, 1969). Su expresión matemática es:

$$D_{mg} = \frac{S - 1}{LN \cdot N}$$

Dónde:

S = número de especies (riqueza de especies).

N = número total de individuos.

LN = Logaritmo natural

Se determinaron varios índices para la Diversidad Beta, que es el grado de cambio o remplazo en la composición de especies de diferentes comunidades en un paisaje (Moreno, 2001), se calcularon los siguientes índices:

Índice de Similitud de Sørensen (I_s), es un coeficiente de similitud cualitativo, este índice relaciona el número de especies en común con respecto a todas las especies encontradas en los dos sitios (Sørensen, 1948). Su expresión matemática es:

$$I_s = \frac{2c}{a + b}$$

Dónde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir, especies compartidas

El rango de este índice va de cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies.

Coficiente de Complementariedad (C_{AB}), El concepto de complementariedad se refiere al grado de disimilitud en la composición de especies entre pares de biotas (Colwell y Coddington, 1994). Para obtener el valor de complementariedad obtenemos primero dos valores:

- 1) La riqueza total para ambos sitios compartidos

$$S_{AB} = a + b - c$$

Dónde:

a= número de especies en el sitio A

b= número de especies en el sitio B

c= número de especies en común o compartidas entre los sitios A y B

2) El número de especies únicas a cualquiera de los dos sitios

$$U_{AB} = a + b - 2c$$

A partir de estos dos valores se calcula la complementariedad de los dos sitios A y B.

$$C_{AB} = \frac{U_{AB}}{S_{AB}}$$

Así, la complementariedad varía desde cero, cuando ambos sitios son idénticos en composición de especies; hasta uno, cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas (Colwell y Coddington, 1994).

3.4.3 Análisis Estadístico Prueba de *t* de Diversidad

Para comparar las especies presentes en el área afectada y no afectada por el incendio del año 2005, se realizó una prueba de *t* de diversidad (Shannon *t* test), descrita y aplicada por Hutcheson (1970), Poole (1974) y Magurran (1988), utilizando los datos de frecuencia (número de sitios en el que se encuentra la especie), obteniendo el nivel de significancia entre un área y otra. Se usó la prueba de *t* usando el programa PAST (PAleontological STatistics) Version 3.11 de Øyvind Hammer de la Universidad de Oslo (Hammer *et al.* 2001). Se estimó el índice de la siguiente manera:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln p_i - \frac{S-1}{2N}$$

Para estimar la varianza se tiene la siguiente expresión:

$$VarH' = \frac{\sum p_i (\ln p_i)^2 - [\sum (p_i \cdot \ln p_i)]^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2}$$

El estadístico de la prueba t está dado por:

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{\sqrt{\text{Var}H'_1 + \text{Var}H'_2}}$$

Los grados de libertad (gl) para la prueba se calculan como:

$$gl = \frac{(\text{Var}H'_1 + \text{Var}H'_2)^2}{\frac{(\text{Var}H'_1)^2}{N_1} + \frac{(\text{Var}H'_2)^2}{N_2}}$$

Cuando el valor de p-value (t de tablas) es menor al calculado de la prueba de t , existe diferencia significativa entre las dos áreas (área afectada y no afectada por el incendio).

4 RESULTADOS

4.1 Composición Florística del Matorral Submontano de Rosáceas

La composición florística del área de estudio estimada para el Matorral Submontano Rosáceas de la Sierra Zapalinamé, está integrada por 104 especies distribuidas en 32 familias diferentes. En el estrato arbustivo de ambas áreas se registraron 42 especies, distribuidas en 32 géneros y 18 familias. En el estrato herbáceo se registró 62 especies distribuidas en 57 géneros y 21 familias. Por lo tanto en el estrato herbáceo se encontró mayor riqueza de especies que en el estrato arbustivo. En el Anexo 2 se detalla la composición de especies registradas en este estudio.

4.1.1 Área Afectada por el Incendio

En el estrato arbustivo se registró 33 especies distribuidas en 24 géneros y 15 familias. Las familias con mayor número de taxa son: Asteraceae con 5 especies, Asparagaceae y Fabaceae con 4, Euphorbiaceae y Fagaceae con 3, Cactaceae, Lamiaceae y Rosaceae con 2, Apocynaceae, Berberidaceae, Ephedraceae, Plantaginaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae y Rutaceae con una especie cada una.

En el estrato herbáceo se registró 39 especies distribuidas en 38 géneros y 15 Familias. Las familias con mayor número de taxa son: Poaceae con 11 especies, Asteraceae con 10, Fabaceae con 3, Euphorbiaceae, Polemoniaceae y Verbenaceae con 2 y por ultimo Boraginaceae, Brassicaceae, Lamiaceae, Linaceae, Malvaceae, Orobanchaceae, Plantaginaceae, Polygonaceae y Pteridaceae con una especie cada una.

4.1.2 Área No Afectada por el Incendio

En el estrato arbustivo se registraron 33 especies distribuidas en 27 géneros y 16 familias. Las familias con mayor número de taxa son: Asteraceae con 5 especies, Fabaceae con 5, Asparagaceae con 4, Cactaceae y Lamiaceae con 3,

Euphorbiaceae y Rosaceae con 2 y Anacardiaceae, Berberidaceae Cupressaceae, Ephedraceae, Fagaceae, Oleaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae y Rutaceae con 1 especie cada uno.

En el estrato herbáceo se registró 41 especies distribuidas en 38 géneros y 16 Familias. Las familias con mayor número de taxa son: Asteraceae con 12 especies, Poaceae con 9, Euphorbiaceae con 3, Commelinaceae, Fabaceae, Malvaceae y Rubiaceae con 2 y Apocynaceae, Brassicaceae, Convolvulaceae, Linaceae, Onagraceae, Polemoniaceae, Polygonaceae, Pteridaceae y Ranunculaceae con 1 especie cada una.

4.2 Aspectos Estructurales del Matorral Submontano de Rosáceas

4.2.1 Área Afectada por el Incendio

En cuanto al Valor de Importancia Relativa (VIR), se tomaron en cuenta tres atributos de la vegetación (Densidad Relativa, Dominancia Relativa y Frecuencia Relativa), se encontraron de la siguiente manera: *Gymnosperma glutinosum* (16.01%), *Nolina cespitifera* (13.39%), *Agave lechuguilla* (10.49%), *Dasyllirion cedrosanum* (7.08%), *Purshia plicata* (5.55%) y *Croton suaveolens* (5.08%), el 81.2% de las especies (26 de 32) presentan valores de VIR inferiores a 5.0%.

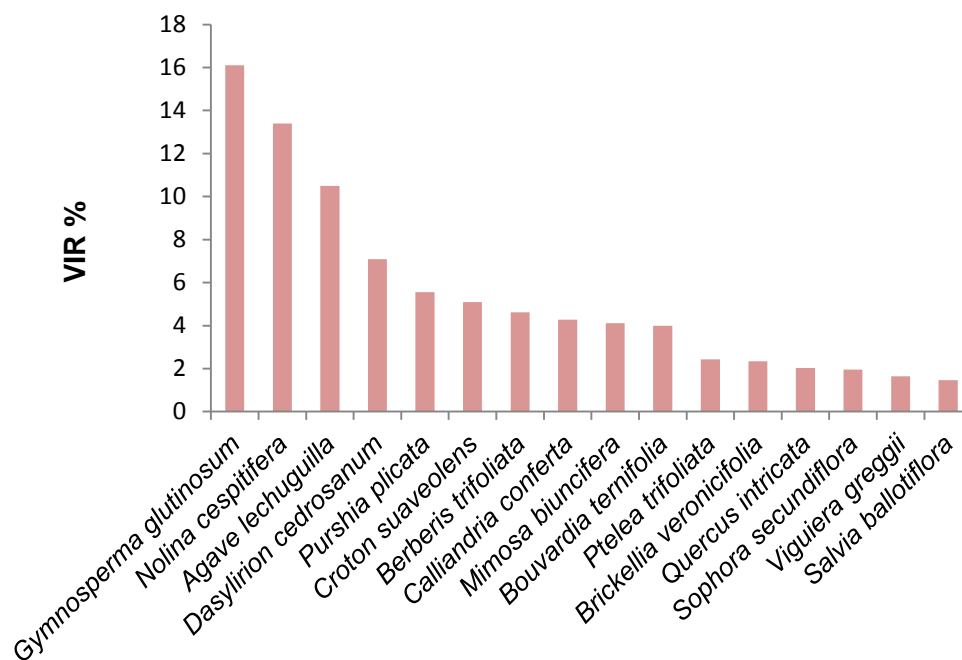


Figura 5.- Especies con mayor VIR del estrato arbustivo

En el estrato herbáceo las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR), fueron: *Chrysactinia mexicana* (15.67%), *Linum rupestre* (7.55%), *Wedelia acapulcensis* (7.54%), *Bouteloua curtipendula* (6.11%), *Dalea greggii* (5.94%) y *Nassella leucotricha* (5.92%), el 79.48% de las especies (31 de 39) presentan valores de VIR inferiores a 4.0%.

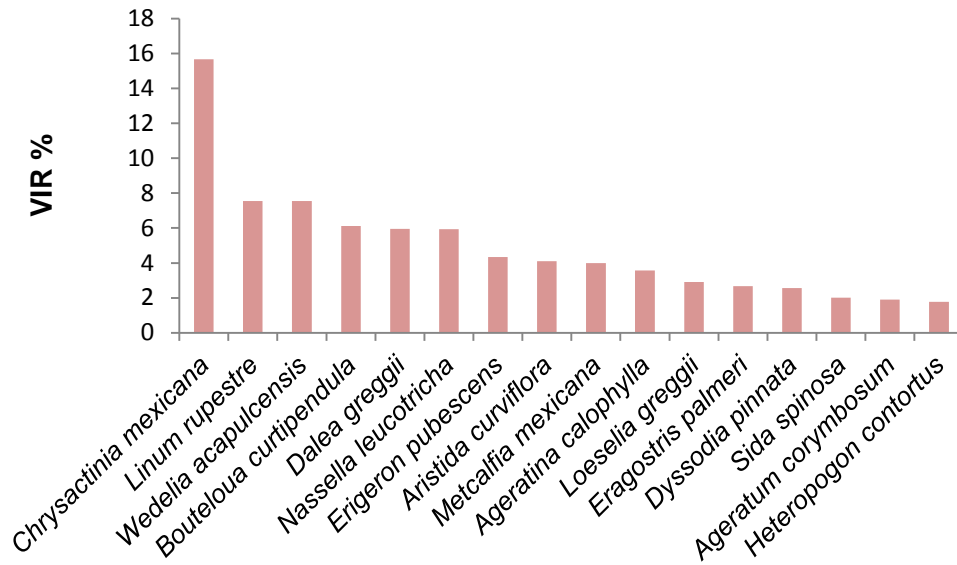


Figura 6.- Especies con mayor VIR del estrato herbáceo

4.2.2 Área No Afectada por el Incendio

Las 5 especies arbustivas que obtuvieron mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) fueron: *Dasyilirion cedrosanum* (13.37%), *Nolina cespitifera* (8.55%), *Agave lechuguilla* (8.40%), *Berberis trifoliata* (6.94%), *Mimosa biuncifera* (6.64%) y *Quercus intricata* (6.00%), el 78.78% de las especies (26 de 33) presentan valores de VIR inferiores a 5.0%.

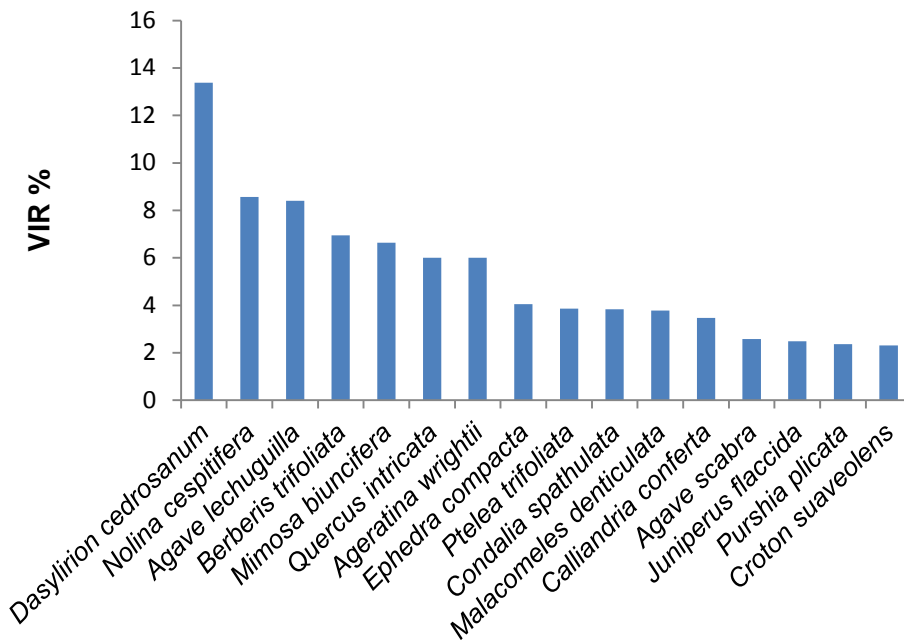


Figura 7.- Especies con mayor VIR del estrato arbustivo

Las 5 especies herbáceas con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR), fueron: *Bouteloua gracilis* (10.32%), *Chrysactinia mexicana* (8.57%), *Metcalfia mexicana* (8.10%), *Bouteloua curtipendula* (5.65%), *Bouteloua uniflora var. uniflora* (5.06%), *Dalea greggii* (4.54%) y *Hesperostipa neomexicana* (4.46%), el 80.48% de las especies (33 de 41) presentan valores de VIR inferiores a 4.0%.

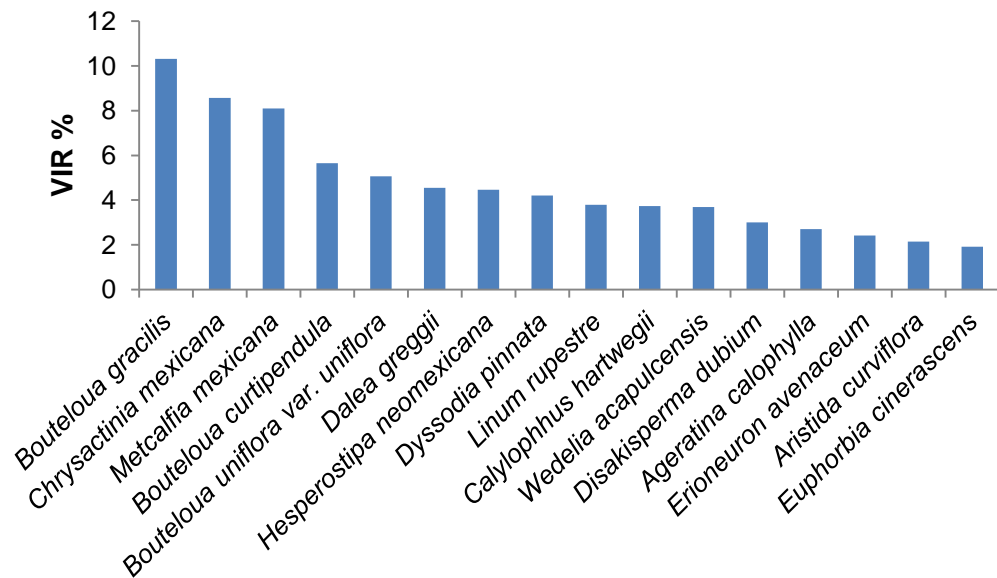


Figura 8.- Especies con mayor VIR del estrato herbáceo

4.3 Diversidad Alfa

4.3.1 Índice de Diversidad Específica Shannon-Weaver

El índice de diversidad refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. En la figura 9 muestra que existe una mayor diversidad de especies en el estrato arbustivo del área que no fue afectada por el incendio (3.36 nats) que en los sitios del área que si fue afectada por incendio (3.26 nats). En cuanto al estrato herbáceo se encontró que tiene mayor diversidad que el estrato arbustivo; en los sitios que no fueron afectados por el incendio fue mayor la diversidad (3.64 nats) que los sitios que si fueron afectados por el incendio (3.53 nats).

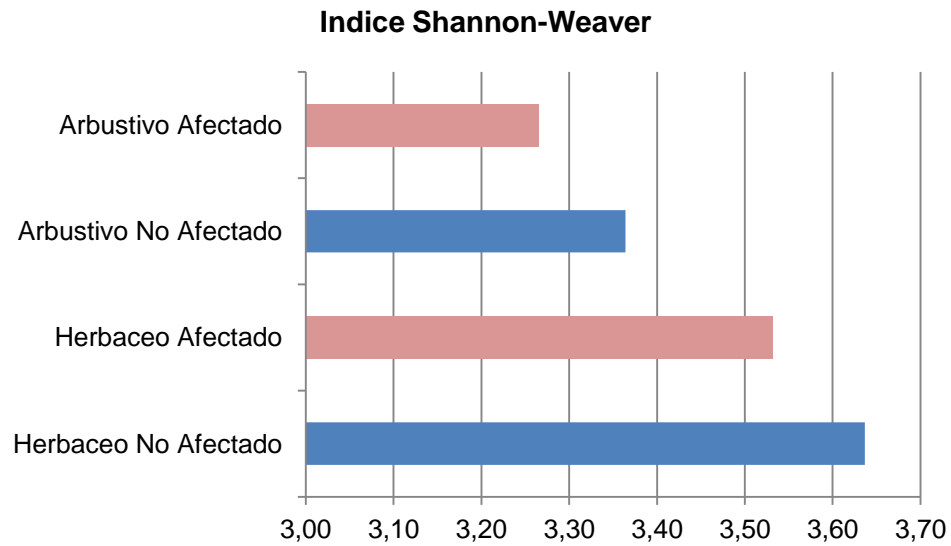


Figura 9.- Índice de diversidad de Shannon-Weaver

4.3.2 Índice Riqueza de Especies de Margalef

La figura 10 muestra que existe una mayor riqueza de especies en el estrato arbustivo del área que no fue afectada por el incendio (4.72 nats) que el área afectada por el incendio (4.64 nats). En el estrato herbáceo se encontró que tiene mayor riqueza de especies que el estrato arbustivo, por lo tanto en los sitios que no fueron afectados por el incendio fue mayor la riqueza de especies (6.85 nats) que los sitios que si fueron afectados por el incendio (6.19 nats).

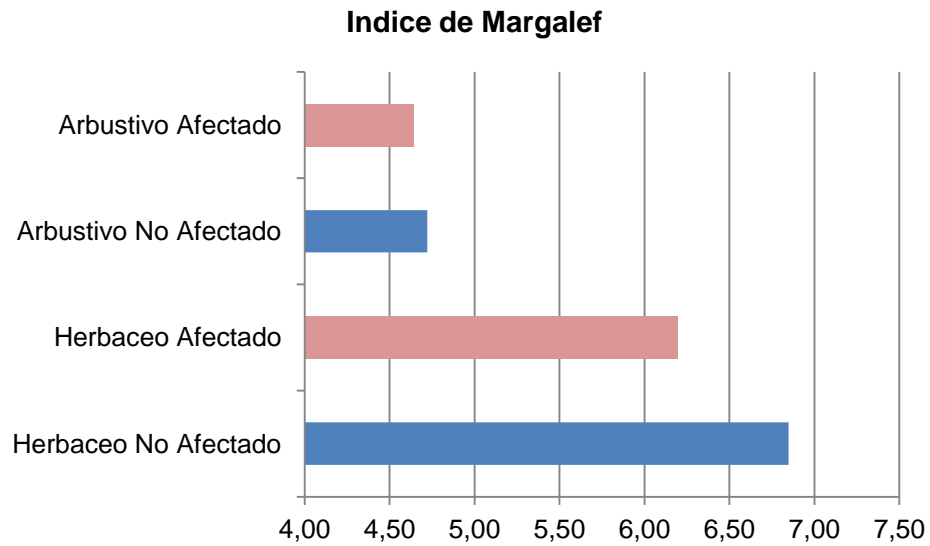


Figura 10.- Índice de Riqueza de Especies de Margalef

4.4 Diversidad Beta

En cuanto a la Diversidad Beta, es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades o paisaje (Moreno, 2001). A continuación se muestra el número de especies registradas por tipo de sitio.

Cuadro 1.- Composición de especies por estrato y por tipo de sitio

Estrato	Especies Totales Afectado	Especies Únicas Afectado	Especies totales No Afectado	Especies Únicas No Afectado	Especies Compartidas	Especies por Estrato
Arbustivo	33	10	32	9	23	42
Herbáceo	41	23	39	21	18	62
Especies en Total						104

4.4.1 Índice de Similitud de Sørensen

Este índice relaciona el número de especies en común con respecto a todas las especies encontradas en los dos sitios, dicho esto, se obtuvo un índice de similitud del 0.70 para el estrato arbustivo y un 0.45 para el estrato herbáceo. El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies, en este caso se tiene un 70.77% de similitud en el estrato arbustivo y un 45% en el estrato herbáceo.

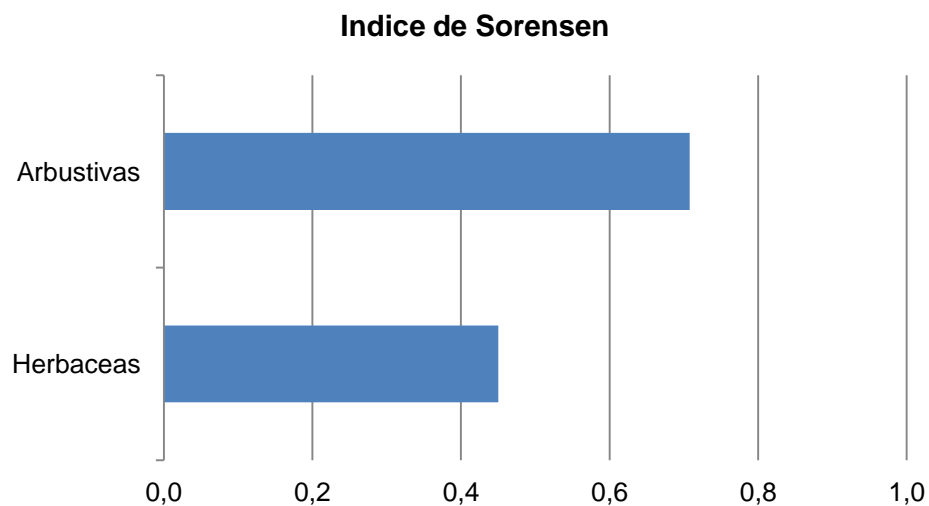


Figura 11.- Índice de Similitud de Especies de Sørensen

4.4.2 Coeficiente de Complementariedad

El concepto de complementariedad se refiere al grado de disimilitud en la composición de especies entre pares de biotas. La complementariedad varía desde cero (0), cuando ambos sitios son idénticos en composición de especies, hasta uno (1), cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas. Se registró un coeficiente de 0.4523 por ello el 45.23% es el porcentaje de disimilitud de especies que son complementarias entre los sitios afectados y no afectados en el estrato arbustivo; en el estrato herbáceo 0.7096, es decir un 70.96%.

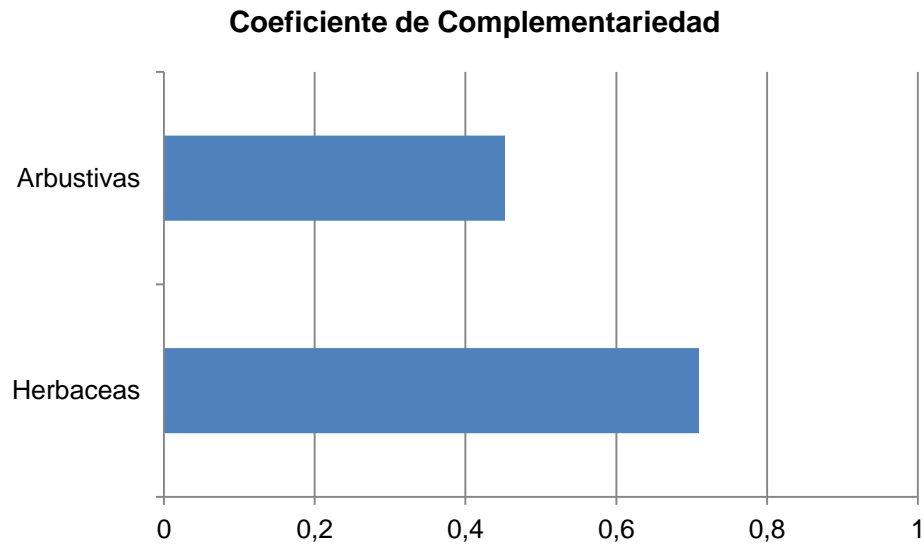


Figura 12.- Coeficiente de Complementariedad

4.5 Análisis Estadístico Prueba de *t* de Diversidad

Se realizó la Prueba de *t* de diversidad (Shannon *t* test) para comparar las especies presentes en el área afectada y no afectada por el incendio del año 2005, utilizando los datos de frecuencia (número de sitios en el que se encuentra la especie), se obtendrá el nivel de significancia entre un área y otra. De acuerdo con la prueba realizada para comparar estadísticamente los valores de diversidad entre el área afectada por incendio y la que no fue afectada por el incendio, se concluyó que en ambos estratos (arbustivo y herbáceo) no se tienen diferencias significativas, el valor de *t* para arbustivas (0.8311) fue menor que el valor de *t* de tablas ($gl=139$, $\alpha=0.05= 1.6449$) y para herbáceas el valor de *t* (0.7268) también fue menor que el valor de *t* de tablas ($gl=110$, $\alpha=0.05= 1.6449$). Lo anterior se puede observar en el cuadro 2.

Cuadro 2.- Valores generados por la prueba de t student de diversidad del programa PAST (PAleontological STatistics).

Prueba t student diversidad	Arbustivo	Herbáceo
Valor t:	0.83	0.73
Grados de libertad (gl):	139.27	110.89
α :	0.05	0.05
valor t de tablas:	1.64	1.64
p:	0.41	0.47
Diferencias significativas:	No	No

4.6 Cobertura del Matorral Submontano de Rosáceas

Se estimó la cobertura aérea que proporciona la vegetación al suelo. En el área no afectada por el incendio se estima que se tiene 11,269.65 m² por ha, siendo así 4,247.82 m² para arbustivas y 7,021.83 m² para herbáceas. En cuanto al área afectada se obtuvo 15,217.09 m² por ha, siendo 3,348.76 m² para arbustivas y 11,217.09 m² para herbáceas. Se muestra gráficamente a continuación:

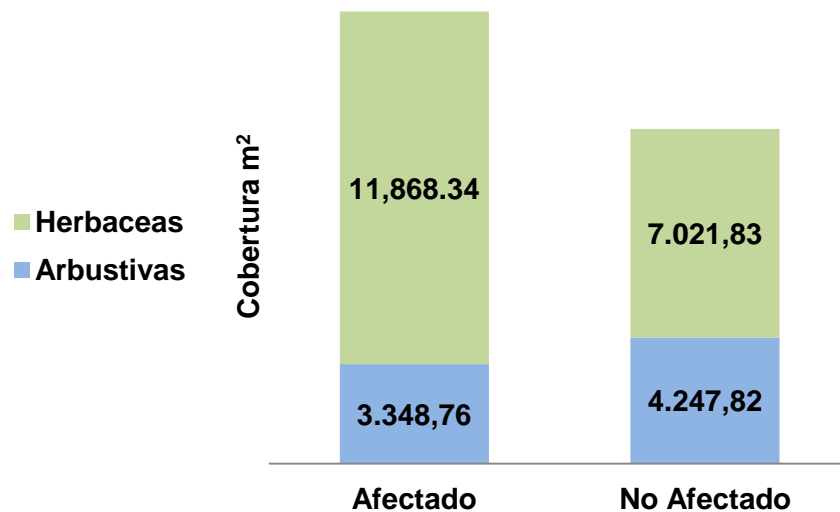


Figura 13.- Cobertura del matorral de rosáceas en m²

4.6 Carga de Combustibles del Matorral Submontano de Rosáceas

Se determinó la carga de combustible para el estrato herbáceo de parte de los cuadrantes de 1m², solo se recolectó de este tipo de estrato ya que es la forma de propagación más rápida para este tipo de vegetación. Los datos extrapolados indican que para el área que no fue afectada por el incendio existen 2.81 ton/ha de biomasa seca. En cuanto al área que si fue afectada por el incendio aumenta y cuenta con 3.21 ton/ha, con una diferencia de 0.4 ton/ha.

5 DISCUSIÓN

5.1 Composición de Especies

La riqueza florística registrada fue de 104 especies que representa el 3.24% de las 3,207 especies consideradas para Coahuila, de acuerdo a Villarreal (2001). Arce (1980) registro 409 especies y taxa intraespecíficos para la Sierra Zapalinamé. Lo cual las especies registradas representan el 25.43% de la flora. Mas específico, el 35.99% de las especies de este estudio, complementan las 289 taxa registradas por Gómez (2009) para el Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra Zapalinamé.

En ambos estratos las especies únicas (enlistadas en el anexo 1 y 2) de las áreas no afectadas tienen mayor Valor de Importancia Relativa (VIR). Teniendo las arbustivas mayor número de especies compartidas, los valores de VIR son más bajos para las especies únicas, 12.45% en sitios no afectados por el incendio y 8.95% para las especies únicas en sitios afectados. El estrato herbáceo presento un mayor remplazo de especies por la afectación del fuego en cuanto a las especies únicas, ya que las especies únicas de los sitios no afectados tienen un 42.30% de VIR y 31.32% para las de los sitios afectados por el incendio.

Esto indica que el VIR de las especies compartidas (23 especies) para el estrato arbustivo en general aumentó de 87.55% a 91.05%. En el estrato herbáceo se tienen menos especies compartidas (18 especies) que el arbustivo, por lo tanto, también aumenta el VIR del 57.7% a 68.68%.

Dentro de la composición de especies del matorral de rosáceas, se registró una especie listada en la, *Glandulicactus uncinatus*, que es especie endémica de México y se encuentra en la categoría de (A) amenazada (SEMARNAT, 2010). La especie se registró solo en los sitios donde no fue afectado por el incendio, a diferencia de Gómez (2009) que registró 5 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el cuadro 3 se muestra la comparación de la composición de las especies más predominantes en relación al VIR del Matorral Submontano de Rosáceas estudiado

en esta investigación además de estudios en Matorrales similares del noreste de México.

Cuadro 3.- Comparación de la composición del Matorral Submontano de Rosáceas con matorrales similares de México.

Comunidad Vegetal	Matorral Submontano de Rosáceas (Estudio presente)	Matorral Submontano de Rosáceas (Encina <i>et al.</i> 2012)	Matorral Desértico Rosetófilo (Flores, 2015)	Matorral Submontano (Alanís <i>et al.</i> 2015)
Localidad/ Estado	Sierra Zapalinamé, Coahuila	Sierra Zapalinamé, Coahuila	Sierra Zapalinamé, Coahuila	Contiguo a Mty, Nuevo León
Arbustivas				
<i>Agave lechuguilla</i>	x	x	x	x
<i>Ageratina wrightii</i>	x	x	x	
<i>Berberis trifoliata</i>	x	x	x	
<i>Bouvardia ternifolia</i>	x	x	x	
<i>Calliandra conferta</i>	x	x	x	
<i>Condalia spathulata</i>	x	x	x	
<i>Croton suaveolens</i>	x		x	
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	x	x	x	
<i>Ephedra compacta</i>	x		x	
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	x	x	x	x
<i>Mimosa biuncifera</i>	x	x	x	
<i>Nolina cespitifera</i>	x	x	x	
<i>Ptelea trifoliata</i>	x	x		
<i>Purshia plicata</i>	x	x	x	
<i>Quercus intricata</i>	x		x	
Herbáceas				
<i>Ageratina calophylla</i>	x	x	x	
<i>Aristida curviflora</i>	x		x	
<i>Bouteloua curtipendula</i>	x	x	x	
<i>Bouteloua gracilis</i>	x	x	x	
<i>Bouteloua uniflora var. uniflora</i>	x		x	
<i>Calylophus hartwegii</i>	x			
<i>Chrysactinia mexicana</i>	x	x	x	
<i>Dalea greggii</i>	x	x		
<i>Dyssodia pinnata</i>	x	x	x	
<i>Erigeron pubescens</i>	x	x		

<i>Hesperostipa neomexicana</i>	x		
<i>Linum rupestre</i>	x	x	
<i>Metcalfia mexicana</i>	x	x	x
<i>Nassella leucotricha</i>	x		
<i>Wedelia acapulcensis</i>	x	x	

5. 2 Aspectos Estructurales del Estrato Arbustivo

Comparando los Valores de importancia Relativa (VIR) se ve ciertos cambios y comportamientos de las especies frente al fuego. Como *Nolina cespitifera* que aumentó su VIR de 8.56% a 13.40% en sitios afectados por incendio, Flores (2015) al estudiar el matorral rosetófilo de la Sierra Zapalinamé estimó un VIR de 4.98% para *Nolina cespitifera*.

Dasyllirion cedrosanum disminuyó su VIR de 13.38% a 7.09% en sitios afectados, esta especie es importante también por su aprovechamiento para destilado y forraje ganadero. Velázquez (2013) registró un VIR de 18.86% a 10.02% en un Matorral Rosetófilo con Submontano después de un incendio, sin incendio, Gómez (2009) registró un valor de 1.59% para un Matorral Submontano de Rosáceas en la Sierra Zapalinamé.

Agave lechuguilla aumentó su porcentaje de VIR en sitios afectados de 8.40% a 10.49%. Alanís *et al.* (2015) estudió un Matorral Submontano contiguo al área metropolitana de Monterrey y registró para *Agave lechuguilla* un 2.59% de VIR. En cambio Velázquez (2013) reportó una disminución de 4.08% a 2.96% en el área incendiada de un Matorral Rosetófilo con Submontano.

Gymnosperma glutinosum especie considerada nativa del área pero presente en lugares perturbados y vegetación secundaria (Calderón y Rzedowski, 2005), es usada también para usos medicinales y elaboración de escobas. Muestra claramente un aumento considerable en VIR en los sitios afectados por incendio de 0.58% a 16.10%. Encina *et al.* (2012) muestra un 5.48% de VIR para *Gymnosperma glutinosum* dentro del matorral de rosáceas de la Sierra Zapalinamé. Alanís *et al.* (2015) registró un mayor porcentaje (7.67%) en el matorral Submontano.

Berberis trifoliata especie nativa del área, es importante para el área ya que proporciona alimento (frutos) a la fauna silvestre (aves y mamíferos), también es usada como protección para mamíferos pequeños por su follaje espinoso. En este estudio disminuyó su VIR en áreas afectadas por incendio de 6.94% a 4.61% VIR. Encina *et al.* (2012) obtuvo un VIR parecido para esta especie (4.74%) en el matorral de rosáceas de la Sierra Zapalinamé. Otro valor no muy diferente fue el que registro Gómez (2009) con un 4.84% VIR en el Matorral Submontano de Rosáceas.

5.3 Aspectos Estructurales del Estrato Herbáceo

Como se había dicho, el estrato herbáceo presentó mayor reemplazo de especies, es decir, con mayor número de especies únicas en cada área, por lo tanto menor número de especies compartidas. Existen especies anuales que ocupan los espacios después de un incendio, debido a que no hay competencia de especies perennes y son dominantes por periodos cortos. Las especies perennes después de un tiempo se adaptan fácilmente a suelos pobres debido a su buen sistema radicular (Daniel *et al.* 1982, Viedma *et al.* 2010).

Comparando lado a lado especies que suman mayor VIR, observamos que son las especies compartidas que son más representativas, al igual que en el estrato arbustivo. *Chrysactinia mexicana* es favorecida por el incendio y aumentó su VIR de 8.57% a 15.67%. Encina *et al.* (2012) y Gómez (2009) la mencionan como arbustiva y la registraron en áreas no perturbadas de Matorral Submontano de Rosáceas en la Sierra Zapalinamé con un VIR de 5.48% y 5.67% respectivamente.

Metcalfia mexicana es un zacate nativo, fue afectado o fue menos frecuente en los sitios afectados por el incendio, disminuyendo de 8.10% a 4.0%. Comparando con otros estudios, apareció con un VIR muy bajo.

Bouteloua curtipendula zacate nativo de México y que es pastoreado por el ganado, es una especie que rebrota rápido y tolerante al fuego, a causa de esto genera raíces y evita la erosión del suelo. Aumentó su VIR en sitios afectados por incendio de 5.65% a 6.12%. Encina *et al.* (2012) y Gómez (2009) al igual registraron esta especie con VIR de 4.36% y 4.83% respectivamente.

Otra especie que también favorecida por el incendio, fue *Linum rupestre*, esta especie es nativa de México, se presenta en áreas impactadas y crece fácilmente en laderas pedregosas. Su VIR aumentó de 3.79% a 7.55% en sitios afectados por incendio.

5.4 Diversidad Alfa

5.4.1 Índice de Shannon

Los Índices de Diversidad de Shannon muestran que la vegetación de los sitios no afectados por el incendio registró mayor diversidad de especies tanto en el estrato arbustivo (3.36nats) como el estrato herbáceo (3.64nats). Para el estrato herbáceo se obtuvo un mayor índice de diversidad que el estrato arbustivo ya que estas son las más aptas para rebrotar después de un disturbio. En el estudio realizado por Velázquez (2013), muestra lo contrario, ya que el registro Índices de Shannon-Weaver mayor del estrato herbáceo en los sitios incendiados que en los sitios no incendiados.

5.4.2 Índice de Margalef

Al estimar la riqueza específica por medio del índice de Margalef, los resultados muestran que el estrato herbáceo tiene mayor riqueza específica de especies (6.85 nats) que el estrato arbustivo (4.72 nats). El estrato arbustivo tuvo menor riqueza en los sitios afectados que los sitios no afectados por el incendio (4.72 nats) que los sitios afectados (4.64 nats); en cuanto a las herbáceas, presentó mayor riqueza de especies en sitios no afectados (6.85 nats) por el incendio que sitios no afectados (6.19 nats). Estos valores superan a los reportados por Mora *et al.* (2013) en un Matorral Espinoso Tamaulipeco con un índice de 2.26.

5.5 Diversidad Beta

5.5.1 Índice de Similitud de Sørensen

De acuerdo a las áreas evaluadas, el estrato arbustivo presenta una similitud del 70.77%, indicando una similitud media-alta, lo que puede ser posible a causa de que muchas de las especies arbustivas que se encuentran en el Matorral Submontano de Rosáceas sean tolerantes al fuego. En el estrato herbáceo se registró menos similitud (45%), por debajo de la media, esto al contrario del estrato arbustivo, las especies herbáceas son más sensibles al fuego y existe un mayor remplazo de especies. Alanís *et al.* (2010), evaluó el efecto de restauración ecológica post-incendio en la diversidad arbórea, y registro un coeficiente de similitud del 59.42%, un valor medio comparado a este estudio realizado. Miller y Findley (2001) mencionan que la recuperación de la vegetación depende del tipo de incendio, la severidad, el tiempo transcurrido desde el último incendio y la capacidad de las plantas presentes a resistir el calor. Por eso cada incendio y vegetación reaccionara de diferente forma a los disturbios ocurridos.

5.5.2 Coeficiente de Complementariedad

Este coeficiente es lo contrario al índice de Similitud de Sørensen, ya que al acercarse a 1 las comunidades tienden a ser diferentes, De acuerdo a los resultados obtenidos esto se confirma al ver que en el estrato arbustivo se registró un 45.23% de complementariedad y para el estrato herbáceo se registró un 70.96% de complementariedad.

6 CONCLUSIONES

Del estrato Arbustivo las especies más representativas se encontraron en ambas áreas (afectada y no afectada por el incendio). *Gymnosperma glutinosum* que se considera una especie dominante en sitios perturbados, se benefició significativamente por el incendio, aunque se considera nativa y tiene varios usos como medicinal o artesanal. En este estudio se pueden clasificar como tolerantes al fuego: *Nolina cespitifera*, *Dasyilirion cedrosanum*, *Agave lechuguilla*, *Berberis trifoliata* y *Mimosa biuncifera*.

En el estrato herbáceo se encontraron menos especies en los sitios no afectados por el incendio que en los sitios afectados por el incendio. Las especies consideradas ruderales que aparecieron con más frecuencia en los sitios afectados, y que se consideran nativas son: *Chrysactinia mexicana*, *Linum rupestre* y *Wedelia acapulcensis*. De las especies que se consideran tolerantes al fuego son las gramíneas: *Metcalfia mexicana*, *Bouteloua curtipendula* y *Aristida curviflora*.

La comunidad vegetal estudiada indica que existe una alta riqueza y diversidad de especies en ambos tratamientos comparados con otros tipos de vegetación similares estudiados de la región noreste de México.

Los estratos arbustivo y herbáceo tienen similares valores de diversidad y riqueza de especies. Lo cual, muestran una mayor riqueza y diversidad en los estratos herbáceos, comparados a los estratos arbustivos. Por lo tanto, en las áreas que no fueron afectadas por el incendio registraron mayor riqueza y diversidad que los sitios que fueron afectados por el incendio.

Con la debida consideración, de que no se realizó un muestreo aleatorio y que la intensidad de la muestra en el presente estudio fue baja, los resultados obtenidos, mediante la prueba t student de diversidad (Shannon *t* test), se acepta la hipótesis nula, que se puede interpretar que no hay diferencias significativas después de un incendio en la composición y estructura de un Matorral Submontano de Rosáceas en la Sierra Zapalinamé. Por lo cual estadísticamente los incendios no afectan de forma significativa la estructura del matorral estudiado, aunque si cambia su composición.

El Matorral Submontano de Rosáceas no es afectado significativamente por el incendio; existe remplazo de especies, pero no un daño irreversible que indique que se debe efectuar el control inmediato del incendio.

La cobertura aérea de ambos tratamientos es superior al 100%, existe un traslape de copas y una cobertura amplia al suelo. Siendo mayor la cobertura en sitios afectados por incendio.

La carga de combustible registrada muestra que se genera más biomasa en los sitios afectados por el incendio, lo cual al momento de ocurrir otro incendio, este se propagara con más facilidad y rapidez, debido a su continuidad horizontal y carga excesiva de combustible.

7 RECOMENDACIONES

Se recomienda que la selección de sitios sea de manera aleatoria y no selectiva, al igual que la intensidad de muestreo sea mayor para que los resultados sean significativos al área. Se considera que deberá realizarse este tipo de estudios con mayor área afectada, y conocer la intensidad o severidad del incendio, ya que el clima es muy variado y existen diferentes respuestas de vegetación ante los disturbios.

Se recomienda evitar áreas de pastoreo u otras acciones antropogénicas para futuras investigaciones, ya que esto afecta los resultados naturales que se busca obtener para estudios de diversidad y/o ecología del fuego. Con relación a lo anterior, se sugiere realizar investigaciones con otros tipos de disturbios como áreas de pastoreo, áreas adyacentes a zonas urbanas, a explotación de materiales pétreos o áreas abandonadas.

La presente investigación estudió la biodiversidad vegetal, por lo tanto es posible combinar con estudios de biodiversidad de fauna silvestre de la región, lo cual se puede comparar la posible preferencia de hábitat de las especies que se encuentren en áreas impactadas con la colocación de cámaras trampa y programas especializados para su registro.

Los resultados obtenidos en esta investigación se deben complementar con investigaciones, comparando diferentes tipos de estratos (herbáceo, arbustivo y arbórea) y comunidades vegetales.

El presente estudio fue realizado para proporcionar solo información de los hechos ocurridos y efectos que se observaron en los resultados. Se sugiere no seguir este estudio para basarse para realizar cambios en el programa de manejo de incendios, debido a que el estudio se realizó 10 años después del incidente y muchos factores alteran el comportamiento de la vegetación.

8 LITERATURA CITADA

- Alanís, R. E., Jiménez, P. J., Mora, O. A., Martínez, A. J. G., Mata, B. J. M., Chávez, C. A. C., Rubio, C. E. A. 2015. Estructura y Diversidad del Matorral Submontano contiguo al área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. *Acta Botánica Mexicana*. 113: 1-19.
- Alanís, R. E., Jiménez, P. J., Pando, M. M., Aguirre, C. O.A., Treviño, G. E.J., García, G. P.C. 2010. Efecto de la restauración ecológica post-incendio en la diversidad arbórea del parque ecológico Chipinque, México. *Madera y Bosques*. 16(4)39-54.
- Arce, G., L. 1980. Adición al estudio de la vegetación y la florística del Cañón San Lorenzo, Saltillo, Coahuila, México. Tesis. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N.L. 92 p.
- Arce, G.L. y Marroquín, J.S. 1985. Las unidades fisonómico-florísticas del cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila, México. *Biótica* 10: 369-393.
- BLM. Bureau of Land Management. [En Línea, Mayo 2016]. Capítulo de Introducción: Ecología de Incendios. Plan de estudios Table Rock. Oregon, USA. 5 p. <http://www.blm.gov/or/resources/recreation/tablerock/files/espanol/Ecologia-de-los-Incendios.pdf>
- Brown, J.K. 1974. Handbook for inventorying downed woody material. USDA Forest Service. General Technical Report INT – 16. Utah, USA. 24 p
- Calderón, G. y Rzedowski, J. 2005. Flora fanerogámica del valle de México. 2ª. Ed., 1ª. reimp., Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán. 1406 p.
- Cedeño, S.O. 1999. Incendios Forestales en México en 1998: magnitud, extensión, combate y control, Incendios Forestales y Agropecuarios: prevención e impacto y restauración de los ecosistemas. 1-18 p.
- Collins, B. M., Everett, R. G., y Stephens, S. L. 2011. Impacts of fire exclusion and recent managed fire on forest structure in old growth Sierra Nevada mixed-conifer forest. *Ecosphere*, 2(4), 2150-8925.

- Colwell, R. K. y Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 345: 101-118.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), 2009, Programa Nacional de Protección contra incendios Forestales. Resultados 2008. 39 p.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal. 2006. Los incendios forestales 2005. Comisión Nacional Forestal. Primera Edición 2006, Jalisco, México. 160 p.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2011. Estrategia y lineamientos de manejo del fuego en áreas naturales protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Tlalpan, México. 36 p.
- Cottam, G. y Curtis, J.T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37:451-460.
- Curtis, J.T. y Macintosh, R.P. 1951. An upland forest continuum in the pariré-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496.
- Daniel, T.W., Helms J.A. y Backer, F.S. 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.
- Encina, D. J. A., Gómez, P. S. G. y Valdés, R. J. 2012. Composición florística y ecología del Matorral Submontano de rosáceas de la Sierra Zapalinamé, Coahuila, México. *Journal of Botanical Research Institute of Texas* 6(1):143-156.
- Franco, J. 1985. Manual de ecología. Editorial trillas. México, D. F. 266 p.
- Flores, G.J.G. y Cabrera, R.O. 2009. Alteraciones del paisaje debido a los incendios forestales. Impacto ambiental de incendios forestales. 1ª Edición. Mundi prensa. México, S.A. de C.V. 325 p.
- Flores, H.C. 2015. Estructura y Diversidad del matorral desértico rosetófilo de la Sierra Zapalinamé, Coahuila, México. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. 69 p.
- Flores, R. A. 2006. Frecuencia de incendios forestales, su relación con la precipitación y la riqueza de especies vegetales, en la cuenca del Rio Magdalena. México. Distrito

Federal. Tesis profesional de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 54 p.

García, E. 1986, Apuntes de Climatología, 5ta edición. 155 p.

González, T. C., Wiscovich, T. S. 2007. Ecología de los Fuegos. 3p

Gómez, P.S. G. 2009. Composición, estructura, aspectos ecológicos y cambio de uso de suelo del matorral Submontano de rosáceas de la Sierra Zapalinamé, Saltillo, Coahuila, México. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. 107 p.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T. Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Paleontological Electronica 4(1): 9p.

Hardesty, J., Myers, R. Fulks, W. 2005. Fire, ecosystems and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue, The George Wright Forum, 22 (4): 100p

Hutcheson, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. Journal of Theoretical Biology 29:151-154.

Juárez, O., S. Cano, S.Z. 2007. El cuarto elemento y los seres vivos: Ecología del fuego. Ciencias 85, Enero-Marzo, 4-12. [En Línea].

<http://www.revistacienciasunam.com/es/50-revistas/revista-ciencias-85/309-el-cuarto-elemento-y-los-seres-vivos-ecologia-del-fuego.html>

Keeley J.E., Lubin D. y Fotheringham C.J. 2003 Fire and Grazing Impacts on Plant Diversity and Alien Plant Invasions in the Southern Nevada. Ecological Applications. Ecological Society of America.13(5):1355-1374 p.

Ladrach, W. 2009. Efecto del fuego en los ecosistemas agrícolas y forestales. ISTF Noticias. Sociedad Internacional de Forestales Tropicales. Maryland, USA. 20 p.

LFEC. Ley Forestal del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2008. Periódico Oficial del Gobierno del Estado. Decreto 531. Título V Capítulo II.

Magurran, A. E, 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press.

Magurran, A. E. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Science. Oxford, UK. 256 p.

- Margalef, R., 1969. El ecosistema pelágico del Mar Caribe. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, 29, 5-36.
- Marroquín, J.S. 1976. Ensayos Fitogeográficos: Vegetación y florística del noreste de México. I. Aspectos gincológicos en Coahuila. Revista Social Mexicana Historia Natural 36:69-101
- Miller, M. y Findley, J. 2001. Fire Effects Guide. National Wildfire Coordinating Group. National interagency fire center great basin area cache. Boise, Idaho, USA. 313 p.
- Mora, D.C.A. , Alanís R, E., Jiménez P, J., González T, M.A., Yerena Y, J. I., Cuellar R, L.G. 2013. Estructura, Composición Florística y Diversidad del Matorral Espinoso Tamaulipeco, México. Ecología Aplicada. 12(1)29-34.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.
- Mostacedo, B.T., Fredericksen, S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia. 87 p.
- Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. Inc. Nueva York. USA. 547 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, Florida. Estados unidos de América. 36 p.
- Ochoa, B, C. 2006. Programa de difusión de incendios forestales en la zona sujeta a conservación ecológica Sierra de Zapalinamé. Incendios Forestales. Mundi-Prensa México, 100p
- Omi, P. N. 2005. *Forest fires: A reference handbook*. Santa Barbara, California, USA: ABC-CLIO, Inc.
- Pantoja, C.V. 2008. Las dos caras del fuego:- Invitando a reflexionar sobre la “cara buena” y la “cara mala” del fuego. Informe Técnico del Equipo Global para el Manejo del Fuego 2008-1. The Nature Conservancy. Arlington, VA. 16 p.

- Phillips, R. J. y Waldrop, T. A. 2008. Change in vegetation structure and composition in response to fuel reducción and composition in response to fuel reduction treatments in the South Carolina Piedmont. *Forest Ecology Management*, 255, 3107-3116.
- Pommerening, A. 2006. Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis. *Forest Ecology Management*, 224, 266-277.
- Poole, R.W. 1974, An introduction to quantitative ecology, McGraw-Hill, New York.
- Portes V.L. 2001. Evaluación del cambio de uso de suelo y del paisaje regional en la Sierra Zapalinamé, Coahuila. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*. Coahuila, México. 2(1):41-51.
- Profauna.1998. Programa de manejo de la zona sujeta a conservación ecológica "Sierra de Zapalinamé". Secretaría desarrollo Social, Gobierno del estado de Coahuila. Saltillo, Coahuila. 179 p.
- Profauna. 2010. Programa de Manejo de la Sierra de Zapalinamé 2009 – 2010. Protección de la Fauna Mexicana. A.C. Saltillo. Coahuila. 289 p.
- Rodríguez, T.D.A., Rodríguez, A.M., Fernández, S.F. 2002. Educación e Incendios Forestales. Ediciones Mundi-Prensa. 201p.
- Rodríguez, T., D. A. 2001. ¿Hacia dónde vamos en materia de manejo del fuego en México? Memoria sobre foro de análisis sobre la problemática de los incendios en las áreas naturales protegidas del sur de México. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.11-12 p.
- Rodríguez, T., D. A. 1996. Incendios forestales. Mundi-prensa, México, S.A. de C.V.1ª ed. México, D.F. 617 p.
- Seefeldt, S.S., Germino, M., DiCristina, K. 2007. Prescribed fires in *Artemisia tridentatasp.* vaseyana steppe have minor and transient effects on vegetation cover and composition. *International Association of Vegetation Science. Applied Vegetation Science*.10 (2): 249-256.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Atlas geográfico del medio ambiente y recursos naturales. México. 2010

- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2012. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. México, DF. 2013.
- Shannon, C.E. y Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. The University of Illinois Press, Urbana, 117p.
- Sørensen, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter*, 5:1-34.
- SPP. 1983. Síntesis Geográfica de Coahuila. Dirección General de geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 163 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. 7:37-47.
- Velázquez, P.A.H. 2013. Efectos de incendios en la composición y estructura de la vegetación en la Sierra La Purísima, Cuatro Ciénegas, Coahuila. Tesis Profesional. Departamento Forestal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. 84 p.
- Viedma, O., Torres, I., Moreno, J. M. 2010. Estimación de la diversidad de la riqueza total de especies en una zona quemada un año después del fuego mediante quickbird. Serie Geográfica. Departamento de Ciencias Ambientales. Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, España. 16:71-80.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Villarreal, Q.J.A. 2001. Listados florísticos de México. XXIII Flora de Coahuila UNAM, Instituto de Biología. 137 p.



Walsh, B. 2007. The fire this time. Wildfires in California and their connections to climate change. *Revista Time*. 32-34p.

9 ANEXO

Anexo 1.- Atributos estructurales para el estrato arbustivo en las áreas afectadas y no afectadas

ARBUSTIVAS	VIR	VIR AFECTADO	Ambos Sitios
<i>Nolina cespitifera</i>	8.56	13.40	21.96
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	13.38	7.09	20.46
<i>Agave lechuguilla</i>	8.40	10.49	18.90
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.58	16.10	16.68
<i>Berberis trifoliata</i>	6.94	4.61	11.56
<i>Mimosa biuncifera</i>	6.64	4.11	10.75
<i>Quercus intricata</i>	6.01	2.03	8.03
<i>Purshia plicata</i>	2.37	5.55	7.92
<i>Calliandra conferta</i>	3.47	4.28	7.76
<i>Croton suaveolens</i>	2.31	5.09	7.40
<i>Ageratina wrightii</i>	6.00	0.98	6.97
<i>Ptelea trifoliata</i>	3.86	2.43	6.29
<i>Bouvardia ternifolia</i>	1.86	4.00	5.86
<i>Ephedra compacta</i>	4.05	1.43	5.49
<i>Condalia spathulata</i>	3.84	0.54	4.38
<i>Malacomeles denticulata</i>	3.78	0	3.78
<i>Agave scabra</i>	2.58	1.07	3.65
<i>Brickellia veronicifolia</i>	0.49	2.34	2.84
<i>Opuntia engelmannii</i>	2.05	0.78	2.83
<i>Salvia ballotiflora</i>	1.24	1.47	2.70
<i>Juniperus flaccida</i>	2.48	0	2.48
<i>Sophora secundiflora</i>	0	1.95	1.95
<i>Parthenium incanum</i>	1.17	0.64	1.81
<i>Mimosa zygophylla</i>	1.72	0	1.72
<i>Mimosa subinermis</i>	0.56	1.12	1.68
<i>Viguiera greggii</i>	0	1.65	1.65
<i>Croton dioicus</i>	0.68	0.94	1.62
<i>Quercus striatula</i>	0	1.14	1.14
<i>Salvia officinalis</i>	0.50	0.56	1.07
<i>Rhus virens</i>	0.99	0	0.99

ARBUSTIVAS	VIR	VIR AFECTADO	Ambos Sitios
<i>Mandevilla karwinskii</i>	0	0.86	0.86
<i>Croton fruticosus</i>	0	0.83	0.83
<i>Salvia greggii</i>	0.79	0	0.79
<i>Opuntia stenopetala</i>	0	0.78	0.78
<i>Lindleya mespiloides</i>	0	0.65	0.65
<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i>	0.63	0	0.63
<i>Quercus grisea</i>	0	0.57	0.57
<i>Acacia berlandieri</i>	0.56	0	0.56
<i>Penstemon barbatus</i>	0	0.52	0.52
<i>Glandulicactus uncinatus</i>	0.52	0	0.52
<i>Fraxinus greggii</i>	0.48	0	0.48
<i>Echinocereus stramineus</i>	0.48	0	0.48
	100	100	200

 Especies únicas en sitios no afectados por el incendio
 Especies únicas en sitios afectados por el incendio

HERBACEAS	VIR	VIR AFECTADO	Ambos Sitios
<i>Chrysactinia mexicana</i>	8.57	15.67	24.25
<i>Metcalfia mexicana</i>	8.10	4.00	12.10
<i>Bouteloua curtipendula</i>	5.65	6.12	11.77
<i>Linum rupestre</i>	3.79	7.56	11.35
<i>Wedelia acapulcensis</i>	3.70	7.55	11.24
<i>Dalea greggii</i>	4.55	5.95	10.49
<i>Bouteloua gracilis</i>	10.32	0	10.32
<i>Dyssodia pinnata</i>	4.21	2.56	6.77
<i>Ageratina calophylla</i>	2.70	3.58	6.28
<i>Aristida curviflora</i>	2.15	4.10	6.24
<i>Nassella leucotricha</i>	0	5.93	5.93
<i>Erigeron pubescens</i>	1.46	4.34	5.80
<i>Hesperostipa neomexicana</i>	4.47	0.72	5.19
<i>Bouteloua uniflora var. uniflora</i>	5.06	0	5.06

HERBACEAS	VIR	VIR AFECTADO	Ambos Sitios
<i>Calylophus hartwegii</i>	3.74	0	3.74
<i>Erioneuron avenaceum</i>	2.41	0.81	3.22
<i>Disakisperma dubium</i>	3.01	0	3.01
<i>Loeselia greggii</i>	0	2.91	2.91
<i>Sida spinosa</i>	0.86	2.01	2.87
<i>Eragostris palmeri</i>	0	2.67	2.67
<i>Muhlenbergia rigida</i>	1.41	0.73	2.14
<i>Tragia ramosa</i>	1.26	0.76	2.02
<i>Euphorbia cinerascens</i>	1.92	0	1.92
<i>Ageratum corymbosum</i>	0	1.90	1.90
<i>Heteropogon contortus</i>	0	1.78	1.78
<i>Eriogonum atrorubens</i>	1.67	0	1.67
<i>Chaetopappa ericoides</i>	0.93	0.73	1.66
<i>Phyllanthus polygonoides</i>	0.75	0.83	1.59
<i>Verbesina longipes</i>	1.57	0	1.57
<i>Panicum hallii</i>	0	1.52	1.52
<i>Hedeoma costata</i>	0	1.39	1.39
<i>Stevia tormentosa</i>	0.73	0.66	1.39
<i>Gilia rigidula</i>	0	1.36	1.36
<i>Evolvulus alsinoides</i>	1.32	0	1.32
<i>Argyrochosoma microphylla</i>	0	1.32	1.32
<i>Helianthella gypsophila</i>	1.27	0	1.27
<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	1.10	0	1.10
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	0	1.10	1.10
<i>Castilleja lanata</i>	0	1.07	1.07
<i>Callisia navicularis</i>	1.05	0	1.05
<i>Stenaria nigricans</i>	1.04	0	1.04
<i>Ayenia microphylla</i>	1.00	0	1.00
<i>Thelesperma simplicifolium</i>	0.96	0	0.96
<i>Maurandya antirrhiniflora</i>	0	0.96	0.96
<i>Verbena cadescens</i>	0	0.95	0.95
<i>Viguiera dentata</i>	0	0.94	0.94
<i>Desmodium grahamii</i>	0	0.92	0.92
<i>Schizachyrium sanguineum</i>	0	0.90	0.90
<i>Giliastrum acerosum</i>	0.89	0	0.89
<i>Verbesina coahuilensis</i>	0.89	0	0.89
<i>Latyrus parvifolius</i>	0.88	0	0.88

HERBACEAS	VIR	VIR AFECTADO	Ambos Sitios
<i>Lithospermum calycosum</i>	0	0.87	0.87
<i>Astrolepis integerrima</i>	0.83	0	0.83
<i>Clematis drummondii</i>	0.80	0	0.80
<i>Hedyotis palmeri</i>	0.77	0	0.77
<i>Physoria argyrea</i>	0	0.76	0.76
<i>Verbena neomexicana</i>	0	0.76	0.76
<i>Gibasis linearis</i>	0.74	0	0.74
<i>Spaerocardamum macropetalum</i>	0.74	0	0.74
<i>Cynanchum kunthii</i>	0.73	0	0.73
<i>Eriogonum ciliatum</i>	0	0.66	0.66
<i>Galactia brachystachya</i>	0	0.66	0.66
	100	100	200

	Especies únicas en sitios no afectados por el incendio
	Especies únicas en sitios afectados por el incendio

Especies Arbustivas No Afectadas	Altura media (cm)	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	VIR (%)	Índice Shannon
<i>Acacia berlandieri</i>	60.00	20	0.11	1.33	0.56	0.06
<i>Agave lechuguilla</i>	33.33	2,940	16.74	4.00	8.40	0.13
<i>Agave scabra</i>	20.00	480	2.73	4.00	2.58	0.13
<i>Ageratina wrightii</i>	32.67	2,140	12.19	4.00	6.00	0.13
<i>Berberis trifoliata</i>	91.25	800	4.56	5.33	6.94	0.16
<i>Bouvardia ternifolia</i>	24.33	260	1.48	4.00	1.86	0.13
<i>Brickellia veronicifolia</i>	17.00	20	0.11	1.33	0.49	0.06
<i>Calliandra conferta</i>	25.00	1,140	6.49	2.67	3.47	0.10
<i>Condalia spathulata</i>	78.00	420	2.39	4.00	3.84	0.13
<i>Croton dioicus</i>	15.00	100	0.57	1.33	0.68	0.06
<i>Croton suaveolens</i>	23.00	460	2.62	4.00	2.31	0.13
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	101.00	1,060	6.04	6.67	13.38	0.18
<i>Echinocereus stramineus</i>	13.00	20	0.11	1.33	0.48	0.06
<i>Ephedra compacta</i>	11.00	1,620	9.23	2.67	4.05	0.10
<i>Fraxinus greggii</i>	44.00	20	0.11	1.33	0.48	0.06
<i>Glandulicactus uncinatus</i>	6.00	40	0.23	1.33	0.52	0.06

Especies Arbustivas No Afectadas	Altura media (cm)	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	VIR (%)	Índice Shannon
<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i>	46.00	80	0.46	1.33	0.63	0.06
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	50.00	60	0.34	1.33	0.58	0.06
<i>Juniperus flaccida</i>	65.25	100	0.57	5.33	2.48	0.16
<i>Malacomeles denticulata</i>	120.50	120	0.68	5.33	3.78	0.16
<i>Mimosa biuncifera</i>	58.33	260	1.48	4.00	6.64	0.13
<i>Mimosa subinermis</i>	3.00	60	0.34	1.33	0.56	0.06
<i>Mimosa zygophylla</i>	62.50	240	1.37	2.67	1.72	0.10
<i>Nolina cespitifera</i>	64.75	1,800	10.25	5.33	8.56	0.16
<i>Opuntia engelmannii</i>	60.67	120	0.68	4.00	2.05	0.13
<i>Parthenium incanum</i>	40.00	260	1.48	1.33	1.17	0.06
<i>Ptelea trifoliata</i>	69.67	720	4.10	4.00	3.86	0.13
<i>Purshia plicata</i>	87.67	180	1.03	4.00	2.37	0.13
<i>Quercus intricata</i>	64.50	1,700	9.68	2.67	6.01	0.10
<i>Rhus virens</i>	32.50	40	0.23	2.67	0.99	0.10
<i>Salvia ballotiflora</i>	61.50	140	0.80	2.67	1.24	0.10
<i>Salvia greggii</i>	53.00	120	0.68	1.33	0.79	0.06
<i>Salvia officinalis</i>	50.00	20	0.11	1.33	0.50	0.06
Total	1,584.42	17,560	100	100	100	3.36

Especies Arbustivas Afectadas	Altura media (cm)	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	VIR (%)	Índice Shannon
<i>Agave lechuguilla</i>	44.40	2,120	13.27	7.14	10.49	0.19
<i>Agave scabra</i>	33.00	200	1.25	1.43	1.07	0.06
<i>Ageratina wrightii</i>	35.00	180	1.13	1.43	0.98	0.06
<i>Berberis trifoliata</i>	62.00	560	3.50	5.71	4.61	0.16
<i>Bouvardia ternifolia</i>	24.20	720	4.51	7.14	4.00	0.19
<i>Brickellia veronicifolia</i>	36.67	300	1.88	4.29	2.34	0.13
<i>Calliandra conferta</i>	23.00	1,020	6.38	4.29	4.28	0.13
<i>Condalia spathulata</i>	24.00	20	0.13	1.43	0.54	0.06
<i>Croton dioicus</i>	36.00	200	1.25	1.43	0.94	0.06
<i>Croton fruticosus</i>	32.00	140	0.88	1.43	0.83	0.06
<i>Croton suaveolens</i>	19.00	1,600	10.01	4.29	5.09	0.13
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	86.40	560	3.50	7.14	7.09	0.19
<i>Ephedra compacta</i>	10.00	440	2.75	1.43	1.43	0.06
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	58.35	3,780	23.65	5.71	16.10	0.16
<i>Lindleya mespiloides</i>	120.00	40	0.25	1.43	0.65	0.06
<i>Mandevilla karwinskii</i>	25.00	100	0.63	1.43	0.86	0.06

Especies Arbustivas Afectadas	Altura media (cm)	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	VIR (%)	Índice Shannon
<i>Mimosa biuncifera</i>	47.50	160	1.00	5.71	4.11	0.16
<i>Mimosa subinermis</i>	33.00	300	1.88	1.43	1.12	0.06
<i>Nolina cespitifera</i>	77.25	1,560	9.76	5.71	13.40	0.16
<i>Opuntia engelmannii</i>	32.67	60	0.38	1.43	0.78	0.06
<i>Opuntia stenopetala</i>	27.00	80	0.50	1.43	0.78	0.06
<i>Parthenium incanum</i>	19.00	40	0.25	1.43	0.64	0.06
<i>Penstemon barbatus</i>	36.00	20	0.13	1.43	0.52	0.06
<i>Ptelea trifoliata</i>	69.00	260	1.63	4.29	2.43	0.13
<i>Purshia plicata</i>	89.33	540	3.38	4.29	5.55	0.13
<i>Quercus grisea</i>	23.00	40	0.25	1.43	0.57	0.06
<i>Quercus intricata</i>	46.33	120	0.75	4.29	2.03	0.13
<i>Quercus striatula</i>	44.00	240	1.50	1.43	1.14	0.06
<i>Salvia ballotiflora</i>	60.00	180	1.13	2.86	1.47	0.10
<i>Salvia officinalis</i>	18.00	40	0.25	1.43	0.56	0.06
<i>Sophora secundiflora</i>	53.00	140	0.88	2.86	1.95	0.10
<i>Viguiera greggii</i>	43.00	220	1.38	1.43	1.65	0.06
Total	1,387.10	15,980	100	100	100	3.26

Especies Herbáceas No Afectadas	Altura media (cm)	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	VIR (%)	Índice Shannon
<i>Ageratina calophylla</i>	9.00	26,000	3.78	3.77	2.70	0.12
<i>Aristida curviflora</i>	42.00	10,000	1.45	3.77	2.15	0.12
<i>Astrolepis integerrima</i>	9.00	2,000	0.29	1.89	0.83	0.07
<i>Ayenia microphylla</i>	5.00	6,000	0.87	1.89	1.00	0.07
<i>Bouteloua curtipendula</i>	24.00	22,000	3.20	3.77	5.65	0.12
<i>Bouteloua gracilis</i>	19.00	114,000	16.57	5.66	10.32	0.16
<i>Bouteloua uniflora var. uniflora</i>	14.00	54,000	7.85	3.77	5.06	0.12
<i>Callisia navicularis</i>	4.00	8,000	1.16	1.89	1.05	0.07
<i>Calylophus hartwegii</i>	19.00	52,000	7.56	1.89	3.74	0.07
<i>Chaetopappa ericoides</i>	14.00	6,000	0.87	1.89	0.93	0.07
<i>Chrysactinia mexicana</i>	16.00	44,000	6.40	5.66	8.57	0.16
<i>Clematis drummondii</i>	12.00	2,000	0.29	1.89	0.80	0.07
<i>Cynanchum kunthii</i>	19.00	2,000	0.29	1.89	0.73	0.07
<i>Dalea greggii</i>	22.00	38,000	5.52	1.89	4.55	0.07
<i>Disakisperma dubium</i>	30.00	6,000	0.87	1.89	3.01	0.07
<i>Dyssodia pinnata</i>	18.00	46,000	6.69	1.89	4.21	0.07
<i>Erigeron pubescens</i>	20.00	6,000	0.87	1.89	1.46	0.07

Especies Herbáceas No Afectadas	Altura media (cm)	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	VIR (%)	Índice Shannon
<i>Eriogonum atrorubens</i>	5.00	14,000	2.03	1.89	1.67	0.07
<i>Erioneuron avenaceum</i>	37.00	14,000	2.03	1.89	2.41	0.07
<i>Euphorbia cinerascens</i>	3.00	16,000	2.33	1.89	1.92	0.07
<i>Evolvulus alsinoides</i>	6.00	14,000	2.03	1.89	1.32	0.07
<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	16.00	4,000	0.58	1.89	1.10	0.07
<i>Gibasis linearis</i>	7.00	2,000	0.29	1.89	0.74	0.07
<i>Giliastrum acerosum</i>	13.00	4,000	0.58	1.89	0.89	0.07
<i>Hedyotis palmeri</i>	12.00	2,000	0.29	1.89	0.77	0.07
<i>Helianthella gypsophila</i>	24.00	2,000	0.29	1.89	1.27	0.07
<i>Hesperostipa neomexicana</i>	58.50	12,000	1.74	3.77	4.47	0.12
<i>Latyrus parvifolius</i>	15.00	4,000	0.58	1.89	0.88	0.07
<i>Linum rupestre</i>	34.00	36,000	5.23	3.77	3.79	0.12
<i>Metcalfia mexicana</i>	52.00	50,000	7.27	1.89	8.10	0.07
<i>Muhlenbergia rigida</i>	38.00	8,000	1.16	1.89	1.41	0.07
<i>Phyllanthus polygonoides</i>	8.00	2,000	0.29	1.89	0.75	0.07
<i>Sida spinosa</i>	13.00	4,000	0.58	1.89	0.86	0.07
<i>Spaerocardium macropetalum</i>	16.00	2,000	0.29	1.89	0.74	0.07
<i>Stenaria nigricans</i>	19.00	4,000	0.58	1.89	1.04	0.07
<i>Stevia tormentosa</i>	5.00	2,000	0.29	1.89	0.73	0.07
<i>Thelesperma simplicifolium</i>	37.00	6,000	0.87	1.89	0.96	0.07
<i>Tragia ramosa</i>	12.00	6,000	0.87	1.89	1.26	0.07
<i>Verbesina coahuilensis</i>	9.00	4,000	0.58	1.89	0.89	0.07
<i>Verbesina longipes</i>	9.50	4,000	0.58	3.77	1.57	0.12
<i>Wedelia acapulcensis</i>	29.50	28,000	4.07	3.77	3.70	0.12
Total	774.50	688,000	100	100	100	3.64

Especies Herbáceas Afectadas	Altura media (cm)	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	VIR (%)	Índice Shannon
<i>Ageratina calophylla</i>	20.00	30,000	3.25	3.45	3.58	0.12
<i>Ageratum corymbosum</i>	12.00	34,000	3.68	1.72	1.90	0.07
<i>Argyrochosoma microphylla</i>	10.50	4,000	0.43	3.45	1.32	0.12
<i>Aristida curviflora</i>	35.43	30,000	3.25	5.17	4.10	0.15
<i>Bouteloua curtipendula</i>	29.33	50,000	5.41	5.17	6.12	0.15
<i>Castilleja lanata</i>	27.00	10,000	1.08	1.72	1.07	0.07
<i>Chaetopappa ericoides</i>	18.00	2000	0.22	1.72	0.73	0.07
<i>Chrysactinia mexicana</i>	28.50	80,000	8.66	3.45	15.67	0.12

Especies Herbáceas Afectadas	Altura media (cm)	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	VIR (%)	Índice Shannon
<i>Dalea greggii</i>	19.50	66,000	7.14	3.45	5.95	0.12
<i>Desmodium grahamii</i>	16.00	6,000	0.65	1.72	0.92	0.07
<i>Dyssodia pinnata</i>	12.50	36,000	3.90	3.45	2.56	0.12
<i>Eragostris palmeri</i>	34.00	24,000	2.60	1.72	2.67	0.07
<i>Erigeron pubescens</i>	20.50	44,000	4.76	6.90	4.34	0.18
<i>Eriogonum ciliatum</i>	7.00	2,000	0.22	1.72	0.66	0.07
<i>Erioneuron avenaceum</i>	11.00	4,000	0.43	1.72	0.81	0.07
<i>Galactia brachystachya</i>	9.00	2,000	0.22	1.72	0.66	0.07
<i>Gilia rigidula</i>	32.00	12,000	1.30	1.72	1.36	0.07
<i>Hedeoma costata</i>	12.00	14,000	1.52	1.72	1.39	0.07
<i>Hesperostipa neomexicana</i>	48.00	2,000	0.22	1.72	0.72	0.07
<i>Heteropogon contortus</i>	28.00	20,000	2.16	1.72	1.78	0.07
<i>Linum rupestre</i>	33.00	110,000	11.90	5.17	7.56	0.15
<i>Lithospermum calycosum</i>	13.00	6,000	0.65	1.72	0.87	0.07
<i>Loeselia greggii</i>	15.00	52,000	5.63	1.72	2.91	0.07
<i>Maurandya antirrhiniflora</i>	16.00	10,000	1.08	1.72	0.96	0.07
<i>Metcalfia mexicana</i>	80.00	8,000	0.87	1.72	4.00	0.07
<i>Muhlenbergia rigida</i>	28.00	2,000	0.22	1.72	0.73	0.07
<i>Nassella leucotricha</i>	32.50	84,000	9.09	3.45	5.93	0.12
<i>Panicum hallii</i>	20.00	8,000	0.87	1.72	1.52	0.07
<i>Phyllanthus polygonoides</i>	8.00	6,000	0.65	1.72	0.83	0.07
<i>Physoria argyraea</i>	17.00	4,000	0.43	1.72	0.76	0.07
<i>Schizachyrium sanguineum</i>	45.00	2,000	0.22	1.72	0.90	0.07
<i>Sida spinosa</i>	20.50	20,000	2.16	3.45	2.01	0.12
<i>Stevia tormentosa</i>	13.00	2,000	0.22	1.72	0.66	0.07
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	9.00	12,000	1.30	1.72	1.10	0.07
<i>Tragia ramosa</i>	18.00	4,000	0.43	1.72	0.76	0.07
<i>Verbena cadescens</i>	18.00	10,000	1.08	1.72	0.95	0.07
<i>Verbena neomexicana</i>	29.00	2,000	0.22	1.72	0.76	0.07
<i>Viguiera dentata</i>	22.00	8,000	0.87	1.72	0.94	0.07
<i>Wedelia acapulcensis</i>	20.25	102,000	11.04	6.90	7.55	0.18
Total	887.52	924,000	100	100	100	3.53

Anexo 2.- Listado Florístico del Matorral Submontano de Rosáceas del área estudiada.

	Anacardiaceae
<i>Rhus virens</i>	Lindh. ex A. Gray
	Apocynaceae
<i>Mandevilla karwinskii</i>	Hemsl.
	Asclepiadaceae
<i>Cynanchum kunthii</i>	Standl.
	Asparagaceae
<i>Agave lechuguilla</i>	Torr.
<i>Agave scabra</i>	Salm-Dyck.
<i>Dasyilirion cedrosanum</i>	Trel.
<i>Nolina cespitifera</i>	Trel.
	Asteraceae
<i>Ageratina calophylla</i>	(B.L. Rob.) R.M. King et H. Rob.
<i>Ageratina wrightii</i>	(A. Gray) R.M. King et H. Rob.
<i>Ageratum corymbosum</i>	Zucc.
<i>Brickellia veronicifolia</i>	(Kunth) A. Gray
<i>Chaetopappa ericoides</i>	(Torr.) G.L. Nesom
<i>Chrysactinia mexicana</i>	A. Gray
<i>Dyssodia pinnata</i>	(Cav.) Rob.
<i>Erigeron pubescens</i>	Kunth
<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	(Lees) R.M. King et H. Rob.
<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i>	DC.
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	(Spreng.) Less.
<i>Helianthella gypsophila</i>	B. L. Turner
<i>Parthenium incanum</i>	Kunth
<i>Stevia tormentosa</i>	Kunth
<i>Thelesperma simplicifolium</i>	A. Gray
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	Small
<i>Verbesina coahuilensis</i>	A. Gray
<i>Verbesina longipes</i>	Hemsl.
<i>Viguiera dentata</i>	(Cav.) Spreng.
<i>Viguiera greggii</i>	(A. Gray) Blake
<i>Wedelia acapulcensis</i>	Kunth var. hispida (Kunth) Strother

	Berberidaceae
<i>Berberis trifoliata</i>	Moric. var. glauca
	Boraginaceae
<i>Lithospermum calycosum</i>	(J.F. Macbr.) I.M. Johnst.
	Brassicaceae
<i>Physaria argyrea</i>	(A. Gray) O'Kane & Al-Shehbaz
<i>Spaerocardamum macropetalum</i>	
	Cactaceae
<i>Echinocereus stramineus</i>	(Engelm.) Ruempler
<i>Glandulicactus uncinatus</i>	(Galeotti) Backeberg.
<i>Opuntia engelmannii</i>	Engelm.
<i>Opuntia stenopetala</i>	Engelm.
	Commelinaceae
<i>Callisia navicularis</i>	(Ortgies) D.R.Hunt
<i>Gibasis linearis</i>	(Benth.) Rohweder
	Convolvulaceae
<i>Evolvulus alsinoides</i>	L.
	Cupressaceae
<i>Juniperus flaccida</i>	Schltld.
	Ephedraceae
<i>Ephedra compacta</i>	Rose
	Euphorbiaceae
<i>Croton dioicus</i>	Cav.
<i>Croton fruticosus</i>	Engelm. ex Torr.
<i>Croton suaveolens</i>	Torr.
<i>Euphorbia cinerascens</i>	Engelm.
<i>Phyllanthus polygonoides</i>	Spreng.
<i>Tragia ramosa</i>	Torr.
	Fabaceae
<i>Acacia berlandieri</i>	Benth.
<i>Calliandra conferta</i>	A. Gay
<i>Dalea greggii</i>	A. Gray
<i>Desmodium grahamii</i>	A. Gray
<i>Galactia brachystachys</i>	Benth.

<i>Lathyrus parvifolius</i>	S. Watson
<i>Mimosa biuncifera</i>	Benth.
<i>Mimosa subinermis</i>	8S. Watson) B. L. Turner
<i>Mimosa zygophylla</i>	A. Gray
<i>Sophora secundiflora</i>	(Ortega) Lag. ex DC.

Fagaceae

<i>Quercus grisea</i>	Liebm.
<i>Quercus intricata</i>	Trel.
<i>Quercus striatula</i>	Trel.

Lamiaceae

<i>Hedeoma costata</i>	A. Gray
<i>Salvia ballotiflora</i>	Benth.
<i>Salvia greggii</i>	A. Gray
<i>Salvia officinalis</i>	L.

Linaceae

<i>Linum rupestre</i>	(A. Gray) Engelm.
-----------------------	-------------------

Malvaceae

<i>Ayenia microphylla</i>	A. Gray
<i>Sida spinosa</i>	L.

Oleaceae

<i>Fraxinus greggii</i>	A. Gray
-------------------------	---------

Onagraceae

<i>Calylophus hartwegii</i>	(Benth.) P.H. Raven
-----------------------------	---------------------

Orobanchaceae

<i>Castilleja lanata</i>	A. Gray
--------------------------	---------

Plantaginaceae

<i>Maurandya antirrhiniflora</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.
<i>Penstemon barbatus</i>	(Cav.) Roth

Poaceae

<i>Aristida curviflora</i>	E. Fourn.
<i>Bouteloua curtipendula</i>	(Michx.) Torr.
<i>Bouteloua gracilis</i>	(Kunth) Griffiths
<i>Bouteloua uniflora</i> var. <i>uniflora</i>	Gould et Kapadia
<i>Disakisperma dubium</i>	(Kunth) P.M. Peterson & N.Snow
<i>Eragostris palmeri</i>	S. Watson

<i>Erioneuron avenaceum</i>	(Kunth) Tateoka
<i>Hesperostipa neomexicana</i>	(Thurb. ex J.M. Coult.)
<i>Heteropogon contortus</i>	(L.) Beauv. ex Roem. & Schult.
<i>Metcalfia mexicana</i>	(Scribn.) Conert
<i>Muhlenbergia rigida</i>	(Kunth) Kunth.
<i>Nassella leucotricha</i>	(Trin. & Rupr.) Pohl
<i>Panicum hallii</i>	L.
<i>Schizachyrium sanguineum</i>	(Retz.) Alst.

Polemoniaceae

<i>Gilia rigidula</i>	Benth.
<i>Giliastrum acerorum</i>	(A. Gray) Rydberg.
<i>Loeselia greggii</i>	S. Watson.

Polygonaceae

<i>Eriogonum atrorubens</i>	Engelm.
<i>Eriogonum ciliatum</i>	Torr.

Pteridaceae

<i>Argyrochosoma microphylla</i>	(Mettenius ex Kuhn) Windham
<i>Astrolepis integerrima</i>	(Hook.) D.M. Benham & Windham

Ranunculaceae

<i>Clematis drummondii</i>	Torr. Et A. Gray.
----------------------------	-------------------

Rhamnaceae

<i>Condalia spathulata</i>	A. Gray
----------------------------	---------

Rosaceae

<i>Lindleya mespiloides</i>	Kunth.
<i>Malacomeles denticulata</i>	(Kunth) G. N. Jones
<i>Purshia plicata</i>	(D. Don) Henrickson

Rubiaceae

<i>Bouvardia ternifolia</i>	(Cav.) Schlecht.
<i>Hedyotis palmeri</i>	A. Gray
<i>Stenaria nigricans</i>	(Lam.) Terrell

Rutaceae

<i>Ptelea trifoliata</i>	L.
--------------------------	----

Verbenaceae

<i>Verbena canescens</i>	Kunth.
--------------------------	--------

Verbena neomexicana

(A. Gray) Small

Anexo 3.- Coordenadas y Características de los sitios (SRC: WGS84:UTM Z14N)

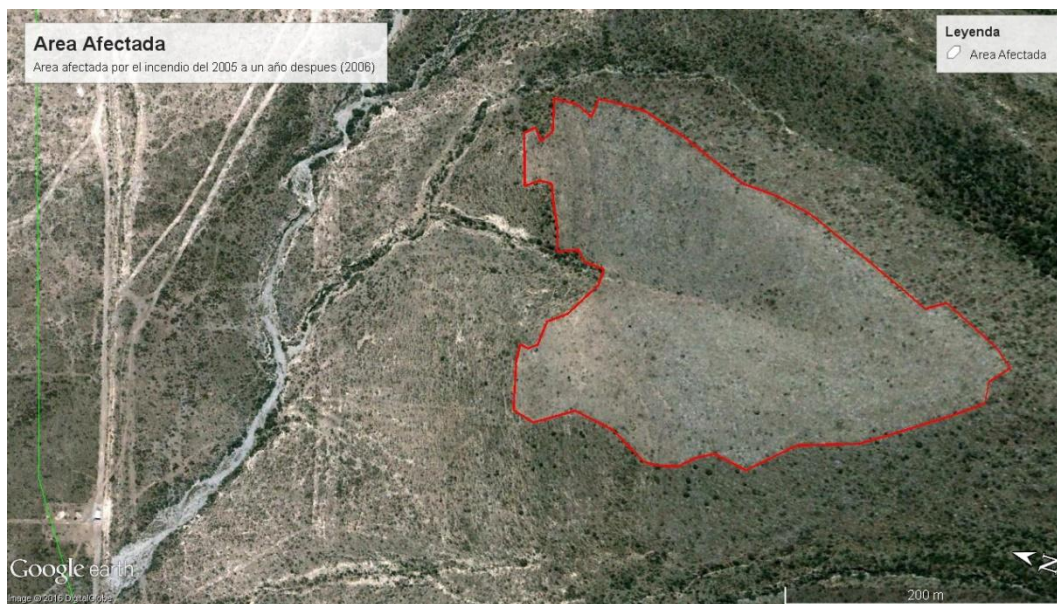
Sitio	Latitud (Y)	Longitud (X)	Afectado por incendio	Exposición	Pendiente (%)	Altitud m.s.n.m.
1	2810962.83 N	310007.90 E	NO	N	45	1,793
2	2810931.69 N	310016.51 E	SI	NE	50	1,832
3	2811011.95 N	310117.75 E	SI	NW	36	1,848
4	2811045.85 N	310123.82 E	NO	NW	34	1,848
5	2810995.53 N	310162.15 E	SI	N	45	1,902
6	2811033.59 N	310166.05 E	NO	NE	55	1,847
7	2810949.02 N	309959.64 E	SI	N	45	1,965
8	2810982.67 N	309971.67 E	NO	N	45	1,882
9	2810892.99 N	309935.46 E	SI	N	40	1,907
10	2810915.43 N	309895.25 E	NO	N	45	1,882

Anexo 4.- Cartografía digital de las áreas impactadas y no impactadas

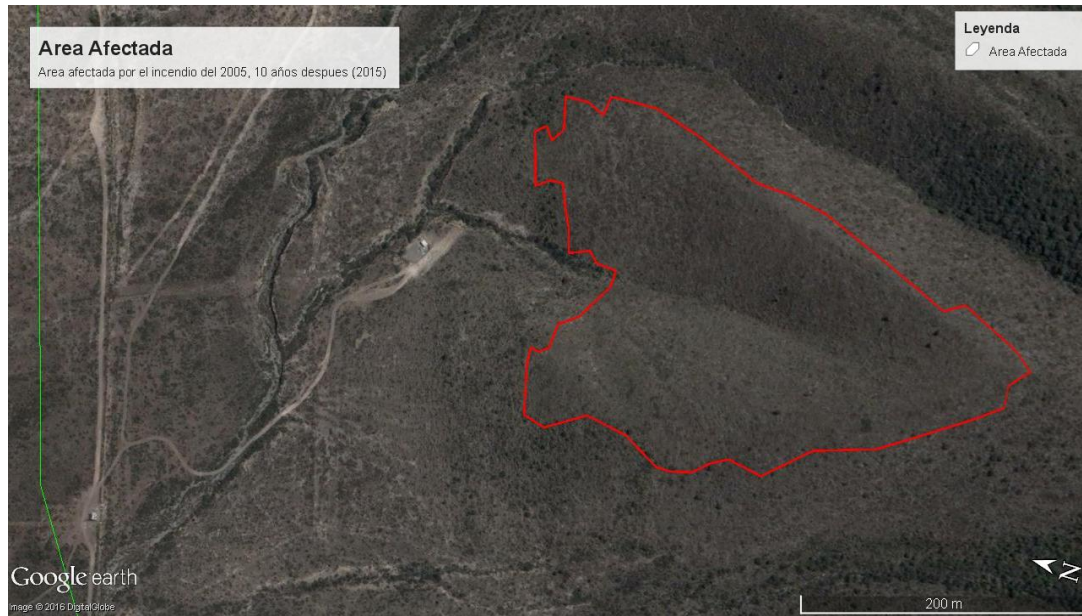
1.- Área de estudio antes del incendio (2003)



2.- Área de estudio un año después del incendio (2006)



3.- Área de estudio 10 años después del incendio (2015)



Anexo 5.- Imágenes fotográficas de las áreas afectadas y no afectadas

1.- Fotografía del área afectada por incendio



2.- Fotografía del área no afectada por incendio



3.- Fotografía del cuadro de herbáceas

