

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Efecto del Fuego en Vegetación Herbácea en la Reforestación de Zapalinamé
Saltillo, Coahuila

Por:

ARNULFO HERNÁNDEZ MORALES

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Efecto del Fuego en Vegetación Herbácea en la Reforestación de Zapalinamé
Saltillo, Coahuila

Por:

ARNULFO HERNÁNDEZ MORALES

TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL


Aprobada





M.C. Andrés Nájera Díaz
Asesor Principal



M.C. Celestino Flores López
Coasesor



Dra. Gabriela Ramírez Fuentes
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2013

DEDICATORIA

Arnulfo Hernández Zaragoza y Sara Morales Peréa:

Mis *Padres*, que me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia, mis conceptos y el empeño me ha permitido comprender cada día la difícil posición de ser padres, mi superación se las debo a ustedes; esto será la mejor de las herencias; lo dedico y lo agradeceré eternamente. En adelante pondré en práctica mis conocimientos y el lugar que en mi mente ocuparon los libros, ahora será de ustedes, esto, por todo el tiempo que les robé pensando en mí, pasaron muchas noches, muchos días alejados de ustedes y no fue en vano. A ti padre mío, que Dios te tenga en su santa gloria.

Raquel Hernández Morales:

No hay palabras para describir todo lo que me diste, tu vida, tu tiempo, tu esfuerzo y tu ayuda incondicional para mí fue muy importante y ha quedado plasmada en la culminación de este trabajo dedicado especialmente para ti. No olvido todos los momentos buenos y malos que pasé a tu lado, siempre creíste en mí y hasta lo último de tu existencia con nosotros no dejaste de luchar. Dios decidió llevarte a su lado, pero nos dejaste un legado, tus hijos seguiremos tu buen ejemplo, sin ti no hubiera podido realizar todas mis metas.

Lydia, Soledad, Ruth, Sara:

Son como mis hermanas mayores, con mucho amor y cariño por todos esos momentos compartidos e inolvidables que tuve con ustedes desde niño, porque han confiado en mí y me han apoyado en mis estudios sabiendo que jamás encontraré la forma de agradecer su constante apoyo y confianza, sólo espero que comprendan que mis ideales, esfuerzos y logros han sido también suyos e inspirados en ustedes.

Zurisdai y Salatiel:

Ustedes son mi complemento de familia, son la alegría de la casa, los quiero mucho y algún día me gustaría que siguieran el buen ejemplo que su mamá inculcó en mí, quiero transmitirlo a ustedes. El apoyo lo tendrán siempre y no duden en pedirlo ni un solo momento porque en ustedes veo grandes personas.

Hiram, Jesús, Daniel, Natán, Sarahí, Isaí, Lucio, Karen, Michelle, Jahaziel:

Familia, complemento de vida, hemos crecido, jugado, reído, peleado, trabajado juntos y ha habido buenos y malos momentos pero no olvidemos que somos la base de las nuevas generaciones de la familia *Hernández Morales* y debemos sentirnos orgullosos por haber crecido en un hogar con ambiente sano y bajo el buen ejemplo de *Arnulfo Hernández Zaragoza*. Muchos de ustedes ya no lo conocieron, pero les aseguro que si el viviera, estaría orgulloso de tenerlos como nietos. Demos buen ejemplo y sigamos creciendo por la senda de éxito.

A todos ustedes, con cariño...

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a *Díos* creador del universo por prestarme vida y permitirme culminar mi carrera profesional, acompañándome en cada momento de la vida, muchas veces caí, pero me levantó para continuar.

A mi Alma Mater la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por darme la oportunidad de formarme como Ingeniero Forestal.

Al Departamento Forestal, que me abrió sus puertas para enriquecer mis conocimientos en el ámbito forestal.

En especial agradezco al M.C. Andrés Nájera Díaz, por ser un profesor ejemplar que más allá de la enseñanza dentro de las aulas y llevar a cabo la dirección de este trabajo, compartió conmigo sus conocimientos, vivencias, experiencias, con ello enriqueció mis conocimientos y me ha brindado su amistad en todo este tiempo, la cual para mí ha sido muy valiosa.

Al M.C. Celestino Flores López por su valiosa asesoría en la elaboración de este trabajo de tesis, sus conocimientos y aportaciones fueron de gran utilidad para darle dirección al anteproyecto que fue planteado en un principio.

A la Dra. Gabriela Ramírez Fuentes, Gracias por esas primeras clases estudiantiles que tuve de su parte, sus extensos exámenes y sus largas practicas al bosque. Por el tiempo y las aportaciones que realizó a este documento.

Al M.C Juan Antonio Encina Domínguez, por apoyarme en los trabajos que se realizaron en campo, la identificación de las especies, sus correcciones a este trabajo y su tiempo para apoyarme en los resultados estadísticos.

A mis compañeros de la generación CVI, porque con ellos viví momentos maravillosos e inolvidables durante mi estancia en la Universidad a lo largo de nueve semestres, llegamos todos de lugares lejanos y partimos todos hacia distintos rumbos, gracias por su apoyo incondicional, recordemos los buenos y malos momentos que compartimos y a pesar de ello, al final triunfamos, hubo compañeros que se quedaron en el camino, pero así fue que Dios decidió para cada uno de nosotros. Y para los que si culminamos la carrera, les deseo el mejor de los éxitos dondequiera que se encuentren.

Al Equipo de Manejo de Combustibles Forestales (EMC-AN) parte esencial de mi formación durante la estancia en la Universidad, impulsor de varios proyectos, aprendizaje de nuevos conocimientos, vivencias y experiencias con mis compañeros de equipo que siempre serán recordadas, ustedes también fueron partícipes de este trabajo.

A Ing. Iris Gabriela Soto Moreno y Adín Helber Velázquez Pérez, su valioso apoyo fortaleció la culminación de este trabajo, muchas gracias por toda su ayuda y colaboración.

A todas aquellas personas que de una u otra manera participaron en este trabajo les agradezco su tiempo, su apoyo, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

Por último pero no menos importante quiero darte las gracias a ti. Alguien muy especial, que me ha devuelto una sonrisa, que me ofreciste un pan en tiempos difíciles, que pusiste de tu parte para que el acontecer diario fuera más llevadero, porque no olvido tu sonrisa que enamora, tu mirada que cautiva, tu entusiasmo para seguir luchando, tus consejos y tu valioso apoyo a cada momento de nuestros días. Sé que no te conozco mucho pero por el poco tiempo que llevo conociéndote puedo asegurar que eres una gran persona y una gran mujer.

A todos, Gracias...

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE ANEXOS	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general.....	3
1.2 Objetivo específico.....	3
2 REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 El Fuego y sus usos.....	4
2.2 Incendios forestales	5
2.3 Quemas prescritas.....	7
2.4 Fuego y su manejo en la Sierra Zapalinamé	8
2.5 Normatividad.....	8
3 MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 Localización del área de estudio.....	11
3.2 Clima.....	13
3.3 Edafología.....	13
3.4 Hidrología	13
3.5 Vegetación.....	14
3.5.1 Tipos de vegetación presente en el área de estudio.....	14
3.6 Levantamiento de la información de campo	14
3.7 Diseño y sitios de muestreo	15
3.8 Variables registradas en campo	16
3.9 Colecta de muestras botánicas.....	16
3.10 Procesamiento de las muestras botánicas en laboratorio.....	17
3.11 Podas.....	17
3.12 Realización de quemas prescritas	17
3.13 Análisis de la información	18

3.13.1 Obtención de índices.....	19
3.13.2 Prueba de t.....	20
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1 Carga de combustibles herbáceos.....	21
4.2 Peso seco del mantillo	21
4.3 Composición florística.....	21
4.4 Índice de Diversidad (Shannon-Wiener)	22
5 CONCLUSIONES.....	26
6 RECOMENDACIONES	27
7 LITERATURA CITADA.....	28

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Localización geográfica del área de estudio, aplicación de las quemas prescritas y colecta de datos.....	11
Cuadro 2. Índices de diversidad obtenidos para los años 2008 y 2009.	23
Cuadro 3. Valores estadísticos de las pruebas de t realizadas.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Macro localización del área de estudio	12
Figura 2. Figura del área de estudio con sus coordenadas.....	15
Figura 3. Diseño de muestreo utilizado en la toma de datos de campo.	16
Figura 4. Representación de familias encontradas en el área de estudio	22

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Composición florística en el año 2008.....	32
Anexo 2. Composición florística en el año 2009.....	32
Anexo 3. Comportamiento de los índices obtenidos por sitio en 2008 y 2009	33
Anexo 4. Listado de especies presentes antes y después de realizar las quemas prescritas.	33

RESUMEN

El presente estudio tiene como finalidad evaluar el efecto del fuego mediante el uso de quemas prescritas en la reforestación de la Sierra Zapalinamé, utilizándolo como una herramienta ecológica de manejo. Se decidió aplicar el uso del fuego realizando dos quemas prescritas en los años de 2008 y 2009 respectivamente a un área de la reforestación de Zapalinamé. Antes de la aplicación de las quemas prescritas, se tomaron datos dasométricos por especie que sirvieron de base para el análisis en laboratorio de la carga de combustibles por hectárea. Para las variables evaluadas se realizó la comparación de medias y análisis de varianza, también se determinaron los índices de diversidad. Se compararon los años de 2008 y 2009 con 24 y 15 sitios respectivamente, donde de cada sitio se obtuvo el Índice de Shannon y el valor de importancia de la vegetación herbácea. Los resultados indican que no hay diferencias significativas, entre la aplicación de las quemas prescritas en los índices de diversidad de especies; las especies favorecidas y que dominaron los sitios fueron de las familias *Aristida*, *Bouteloua*, *Erioneuron* e *Hilaria*. Aunado al comportamiento de las especies presentes en el área, hay factores externos de disturbio como el pastoreo y la falta de precipitación que ha acaecido sobre el norte del país, convirtiéndose en sequía. Lo anterior, nos lleva a reflexionar que una serie de factores han determinado que los efectos del uso del fuego no fueran los esperados, sin restar importancia al uso que se le debe dar al fuego como una herramienta ecológica de manejo en estos ecosistemas.

Palabras claves: Fuego, quemas prescritas, índice de diversidad, valor de importancia, Zapalinamé

ABSTRACT

The present study aims to assess the effect of the fire through the use of prescribed burnings in the reforestation of the Sierra Zapalinamé, fires using it as a tool of ecological management. It was decided to apply the use of fire by two prescribed burnings in the years of 2008 and 2009 respectively to an area of the reforestation of Zapalinamé. Data analyses were taken by species that served as a base for the analysis in the laboratory of the fuel load per hectare. For the evaluated variables was carried out the comparison of mean and variance analysis, also determined the diversity indices. Compared the years of 2008 and 2009 with 24 and 15 sites respectively, where each site obtained the Shannon indices and value of importance of herbaceous vegetation. The results indicate that there is no significant difference, between the applications of prescribed burnings in indices of diversity species; favored species and they dominated sites were of *Aristida*, *Bouteloua*, *Erioneuron* and *Hilaria* families. In addition to the behavior of the species present in the area, there are external factors of disturbance such as grazing and the lack of precipitation that has that occurred over the North of the country, turning it into drought. The above leads us to reflect that a number of factors have determined that the effects of the use of the fire were not expected, without pre-empting the use that should be given to the fire as an environmental management tool in these ecosystems.

Key Words: Fire, Prescribed burning, Diversity indices, value of importance
Zapalinamé

1 INTRODUCCIÓN

Como ya sucedía en la prehistoria, el hombre moderno sigue manteniendo una fascinación y un terror inmenso frente al fuego y no es para menos, cada temporada de incendios se pierden grandes masas forestales en todo el planeta. Se ha calculado una afectación anual a estos ecosistemas en más de 13 millones de hectáreas en promedio, en perjuicio del bosque (hábitat de la fauna silvestre), de la calidad del aire, del agua y del suelo, de la belleza escénica y del régimen hidrológico, entre muchos otros impactos de carácter ecológico y económico que perjudican a diversos sectores de la sociedad (Conafor, 2006).

Un incendio forestal es la perturbación que, con una ocurrencia y propagación no controlada, afecta selvas, bosques y vegetación de zonas áridas y semiáridas. La tendencia mundial es a incrementarse el número de incendios y la superficie afectada, situación que obliga a los países y a los diferentes niveles de gobierno que atienden los incendios, estén preparados para una mayor participación de las instituciones y organismos encargados de la educación e investigación y sobre todo de la sociedad en general, por lo tanto es esencial conocer las características de los regímenes del fuego: la frecuencia, la severidad y los efectos sobre la vegetación y el hábitat (Villers y López, 2004).

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 (Myers, 2006).

En México, durante los últimos años se ha desarrollado información sobre el impacto del fuego en los ecosistemas forestales, pero a pesar de su importancia en el manejo del fuego, no es posible aseverar que se tiene suficiente avance en el tema, la información sobre los efectos del fuego en la vegetación es importante debido a la relevancia de la flora en relación a otros factores como la fauna, el suelo, los combustibles y la hidrología; además la vegetación es la clave del manejo de los

recursos forestales; aunque se tiene información sobre el efecto del fuego en la vegetación, aún es mucho lo que se desconoce; esta carencia es mayor en países, como México, donde los estudios al respecto son muy escasos (Flores, 2009).

Shlisky *et al.*, (2007) mencionan que el evaluar, si los efectos del fuego serán perjudiciales, beneficiosos o benignos en México es poco, los ecosistemas dependientes del fuego incluyen bosques de pino, como en muchas otras partes del mundo, la información científica disponible para evaluar si los efectos de los incendios serán perjudiciales, beneficiosos o una combinación de ambos es relativamente escasa.

En el estado de Coahuila se tiene registrado que para el año 2011 fue uno de los más trágicos al registrarse 162 incendios que afectaron una superficie de 424540.73 hectáreas, encabezando Coahuila la estadística nacional de las entidades federativas con mayor superficie afectada durante todo el año (Conafor, 2011).

Debido a su importancia como fuente principal de abastecimiento de agua para la ciudad de Saltillo, la Sierra de Zapalinamé fue decretada como “Zona Sujeta a Conservación Ecológica” en lo sucesivo (ZSCESZ) el 15 de Octubre de 1996, por el Gobierno del Estado de Coahuila. El polígono de la ZSCESZ, incluye un área reforestada de aproximadamente 1300 ha, denominada reforestación de la UAAAN, área que ha registrado incendios forestales, lo que ha generado la movilización coordinada de distintas dependencias y grupos voluntarios para realizar labores de control y extinción de incendios (Profauna, 1998).

Flores y Rodríguez, (2006) mencionan que la ZSCESZ tiene un interés muy especial sobre los incendios forestales, ya que la mayoría de ellos son ocasionados por el hombre. Las causas más comunes que han ocasionado incendios a la fecha han sido la quema de basura, las fogatas mal atendidas, las quemas a orilla de carretera.

El presente estudio se realizó para evaluar los efectos del fuego, mediante la aplicación de dos quemas prescritas en los años de 2008 y 2009 sobre la vegetación

herbácea para determinar principalmente los cambios en la composición y la diversidad de especies.

Con la finalidad de incrementar los trabajos relacionados a los efectos del fuego en este tipo de vegetación, el presente trabajo se ha enfocado a determinar las diferencias que se generan al aplicar el fuego a un área reforestada con género *Pinus halepensis* Mill mediante la aplicación de dos quemas prescritas en años distintos.

1.1 Objetivo general

Determinar el efecto del fuego, aplicando quemas prescritas sobre vegetación herbácea en la reforestación de la Sierra Zapalinamé.

1.2 Objetivo específico

Evaluar el efecto de las quemas prescritas en la composición y diversidad de especies herbáceas.

2 REVISION DE LITERATURA

2.1 El Fuego y sus usos

El fuego que el hombre ha aplicado a la vegetación, ha ayudado a mantener y extender tipos de vegetación, como son los pastizales, sabanas y muchos de los pinares, pero también se ha utilizado en demasía en muchos ecosistemas, al extremo de que, junto con el sobrepastoreo, contribuyen a la deforestación, erosión, reducción de la biodiversidad, contaminación del aire, alteración del régimen hidrológico y a la pérdida de hábitat para la fauna silvestre (Rodríguez, 2000).

Al enfocar al fuego como una cuestión de conservación, es determinante reconocer y comprender los diferentes papeles que el fuego cumple en los ecosistemas del mundo. En su evaluación mundial preliminar del fuego como amenaza a la conservación, The Nature Conservancy (TNC) identificó cuatro categorías amplias de respuesta de la vegetación al fuego: ecosistemas dependientes o mantenidos por el fuego, ecosistemas sensibles al fuego, ecosistemas influidos por el fuego y ecosistemas independientes del fuego.

Dicho informe se basó en el efecto predominante del fuego a nivel de biomasa y de ecorregión, reconociendo que dentro de las ecorregiones puede haber una variedad de ecosistemas y hábitats cuyas respuestas difieren del efecto predominante del fuego (Myers, 2006).

El fuego es un proceso natural que ha jugado un papel importante en la formación de nuestro medio ambiente y en el mantenimiento de la biodiversidad en todo el mundo. Los beneficios e impactos del fuego son amplios; la mayoría de los hábitats terrestres dependen del fuego para su sostenibilidad ecológica (Shlisky *et al.*, 2007).

La evolución del manejo del fuego en nuestro país requiere de muchos y variados esfuerzos. Uno muy importante es el extensionismo, el entrar en contacto

con los poseedores de la tierra para capacitarles y también para tomar su conocimiento y hacerlo extensivo (Rodríguez *et al.*, 2002).

El empleo del fuego como instrumento de manejo de la vegetación es muy habitual en muchos de los ecosistemas de México y por utilizar con frecuencia el fuego resulta factible que se establezca y se perpetúe un estadio o condición del pastizal (Rzedowski, 1978).

Rodríguez, (1996) señala que el fuego, cuando es de baja intensidad, aumenta la diversidad de plantas herbáceas y estimula el crecimiento, particularmente de las leguminosas nativas y se mejoran los niveles nutritivos en las especies forrajeras después del incendio.

2.2 Incendios forestales

De acuerdo con Spurr y Barnes, (1980) las alteraciones más obvias en el bosque son las que destruyen parcial o completamente la estructura forestal, matando y arrasando los árboles de la masa arbórea y otras plantas en el sotobosque. Los factores principales que causan la destrucción forestal e inician la sucesión forestal secundaria son: los incendios, la acción del viento y las actividades de desmonte.

Rodríguez *et al.*, (2002) señalan que los incendios relativamente frecuentes sobre diferentes áreas en la vegetación de una región, a la larga ayudan a que la vegetación tenga diferentes edades en diferentes partes y otros grupos en otros sitios. Es decir el fuego contribuye a crear heterogeneidad, que a su vez favorece la diversidad, ya que diferentes grupos de hierbas, arbustos y animales prevalecerán en cada una de tales porciones del bosque.

Desde el punto de vista ecológico, el fuego constituye un disturbio; esto es, un evento súbito que daña a los organismos de una comunidad, dejando espacios abiertos para que otros seres vivos lo colonicen. La perturbación que provoca el fuego en las comunidades consiste en la reducción de la biomasa de algunas plantas y la muerte de otras (Juárez y Cano, 2007)

Rodríguez *et al.*, (2002) mencionan que entre los incendios benéficos están: los que provocan la emisión de brotes tiernos de zacate, con los que el pastor alimenta al ganado durante la época de sequía; se favorece la existencia de muchos pinares adaptados al fuego y que son de gran importancia comercial por el valor que representa su madera, sin olvidar su posible uso recreativo; el fuego crea una cama de cenizas que beneficia a la germinación de las semillas de los pinos y el establecimiento del renuevo; los incendios propician la existencia de mosaicos con distintos estratos de vegetación.

Manejo de incendios son todas las actividades necesarias para la protección de los valores del bosque susceptibles al fuego y el uso del fuego con el fin de satisfacer los objetivos del manejo de tierras (ITTO, 1997). También la FAO (2007) indica que es el fuego que se enciende como acción de manejo o incendio forestal que se desarrolla dentro de la prescripción, es decir, el fuego se limita a un área predeterminada y produce el comportamiento del fuego y las características requeridas para lograr el tratamiento prescrito programado del incendio y los objetivos del manejo de los recursos.

Así mismo, dentro del programa de manejo de la Sierra Zapalinamé se plantean medidas de manejo de combustibles y restauración, a través de quemas controladas y prescritas a nivel experimental. Como complemento se evaluarán los sitios incendiados en la misma temporada o en temporadas pasadas, para conocer los cambios en la vegetación en relación a las áreas circundantes (Profauna, 2010).

Para la Sierra Zapalinamé los incendios que han ocurrido en la ZSCSZ han sido provocados por actividades humanas en su mayoría, no obstante también los han registrado de origen natural. Las áreas más afectadas se encuentran en la exposición noroeste de la Sierra, frente a las ciudades de Saltillo y Arteaga, prueba de ello se tiene el incendio registrado en el año 2008 en la zona llamada La Encantada se originó a causa de una fogata, teniéndose una superficie afectada de 300 ha (Profauna, 2010).

2.3 Quemadas prescritas

De acuerdo con (Flores, 2009) las quemadas prescritas se pueden definir como la aplicación de consciente del fuego en un área definida y delimitada, bajo condiciones climáticas conocidas de bajo riesgo, para la consecución de uno o más objetivos dentro del manejo de los recursos forestales. Además señala que las quemadas prescritas tienen objetivos diversos como; la reducción de material combustible, la preparación de sitios para la regeneración, controlar la vegetación, crear diversidad necesaria para la vida silvestre, mejorar el forraje para pastoreo, nutrición, saneamiento, eliminación de restos de corta, mejorar los pastizales, mejorar el paisaje, facilitar el acceso, perpetuar las especies que se benefician con la quema, entre otros.

El fuego prescrito es la aplicación de quemadas controladas bajo condiciones de combustible y climáticas definidas a fin de cumplir con objetivos de manejo del suelo o ecológicos que involucran un plan escrito. Los objetivos generalmente incluyen efectos deseados del fuego en cada quema, más una tendencia a largo plazo o meta de la aplicación del fuego a lo largo del tiempo, es decir, una meta de régimen del fuego (Myers, 2006).

Además Flores (2009) indica que las quemadas de baja intensidad pueden aumentar la disponibilidad, calidad y cantidad de hierbas y pastos; incluso al eliminarse el material viejo y seco y propiciarse el rebrote material más fresco, en estos casos se debe de administrar la aplicación de las quemadas.

La prescripción de quemadas ligeras y periódicas tienen ventajas, como la disminución de riesgos para el ser humano, las plantas y los animales, la reducción de la pérdida de suelos, el control de plagas y enfermedades, la eliminación de combustibles, el control de la vegetación dominante y competitiva, la protección del banco de semillas, el mantenimiento de la diversidad, la estimulación de plantas de interés económico como los pinos y los zacates (Juárez y Cano, 2007).

2.4 Fuego y su manejo en la Sierra Zapalinamé

Los incendios son las mayores perturbaciones naturales que alteran a la Sierra de Zapalinamé, pero en el Programa de Manejo de la Sierra Zapalinamé en su componente de manejo del fuego, se pretende disminuir el número de los incendios provocados y vigilar aquellos cuyo origen sea natural, coordinadamente con las autoridades competentes y pobladores del área; incluyendo el uso del fuego con fines de conservación y restauración (Profauna, 2010).

Villers y López, (2004) mencionan que se entenderá como manejo del fuego a todo lo que en un país, estado y región se hace para prevenir y combatir los incendios forestales; comprender cómo, cuándo y con qué objetivos las comunidades rurales usan el fuego; regular el uso del fuego; investigar la ecología del fuego y los impactos de los incendios y en general, investigar la ciencia del fuego y aplicar el nuevo conocimiento en el manejo de la tierra; hacer uso del fuego en la administración de los ecosistemas para preservarlos, restaurarlos o hacerlos producir y educar e informar a los usuarios del fuego y a la opinión pública.

2.5 Normatividad

De acuerdo con la Ley Forestal del estado de Coahuila (2008) se establece que para realizar cualquier tipo de quema en terrenos forestales y preferentemente forestales, los interesados deberán tramitar el permiso correspondiente ante la autoridad y en toda quema que se realice se deberá cumplir con lo siguiente:

- a. Iniciar la quema si el horario y las condiciones climáticas son las propicias para ello;
- b. No efectuar la quema de manera simultánea con predios colindantes
- c. Circular con línea corta fuegos o guardarrayas el área que se pretende quemar;
- d. La quema deberá iniciarse de arriba hacia abajo en los terrenos con pendientes de menos de quince grados y en los terrenos planos, en sentido contrario a la dirección dominante del viento;

e. En terrenos colindantes con áreas de bosque o vegetación forestal continua, el propietario deberá contar con el apoyo de personal especializado en control de incendios forestales para garantizar el resguardo de las mismas.

Para el estado de Coahuila existe un decreto de veda para uso del fuego publicado en el periódico oficial el viernes 31 de marzo de 2006 donde se prohíbe el uso de fuego en las zonas de veda en las siguientes modalidades:

1.- Fogatas a cielo abierto para:

- a) Recreación;
- b) Preparación de alimentos;
- c) Chamusco de nopales y maguey;
- d) Festejos campestres; y
- e) Demás de naturaleza semejante a las enunciadas.

2.- Quemadas para:

- a) La preparación de forrajes para el ganado;
- b) El mantenimiento de caminos y brechas de conducción eléctrica;
- c) Los esquilmos agrícolas en áreas aledañas a zonas con vegetación;
- d) Basura o desperdicios contaminantes, y
- e) Demás de naturaleza similar a los enunciados.

Se eximen de estas prohibiciones las fogatas y quemadas que se realicen en áreas que cumplan con los requisitos mínimos de seguridad y de control de fuego, bajo la absoluta responsabilidad de quién o quienes lo estén utilizando, previa inspección y autorización expedida por la Subsecretaría de Recursos Naturales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Coahuila (Periódico oficial, 2006).

Considerando la normatividad en nuestro país, la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007; establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario para ordenar la participación social y de gobierno en la detección y el

combate de los incendios forestales; coordinando gobierno y las instituciones encargadas refuerzan la asistencia técnica necesaria para el uso del fuego y la aplicación de quemas prescritas (DOF, 2009).

La Norma Oficial señala que la *Quema controlada*, es la aplicación del fuego en áreas forestales o agropecuarias mediante la utilización empírica de las características del combustible, de la topografía y de las condiciones meteorológicas, traducidas en la estimación práctica del comportamiento del fuego. Se ejecuta con la utilización de equipo y herramientas para conducir y regular su magnitud. Por lo general se realiza con base en la experiencia práctica. Y que la *Quema prescrita*, es la aplicación controlada del fuego a combustibles forestales en su estado natural o modificado, bajo condiciones ambientales específicas que llevan a confinar el fuego en un área predeterminada y al mismo tiempo, producir una intensidad calórica y velocidad de propagación requeridas para cumplir objetivos planeados de manejo de recursos naturales, que se realiza de acuerdo a los procedimientos legales y técnicos establecidos en la presente Norma, que se efectúan en terrenos forestales, preferentemente forestales y temporalmente forestales (DOF, 2009).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del área de estudio

El área de estudio se localiza en la Reforestación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) dentro de la ZSCESZ del municipio de Saltillo, Coahuila, México (Cuadro 1, Figura 1); es una zona de transición entre el Desierto Chihuahuense y la Sierra Madre Oriental, que se ubica entre los 25°15'00" - 100°47'14.5" de latitud Norte y entre los 25°25'58.35 - 101°05'3.8" de longitud Oeste. El área protegida ZSCESZ y su área de amortiguamiento comprenden todo el macizo montañoso de la sierra y parte de los valles, pertenece a la subprovincia de la Gran Sierra Plegada; el macizo incluye valles, planicies y elevaciones plegadas al Norte y al Este colinda con la carretera 57 (México - Piedras Negras), al Oeste con la carretera 54 (Saltillo – Zacatecas) (Profauna, 1998).

Cuadro 1. Localización geográfica del área de estudio, aplicación de las quemas prescritas y colecta de datos.

Área	Municipio	Coordenadas	
		Latitud N	Longitud W
Reforestación	Saltillo	25°20'41"	101°01'34"
Zapalinamé		25°20'40"	101°01'36"
		25°20'35"	101°01'31"
		25°20'34"	101°01'33"

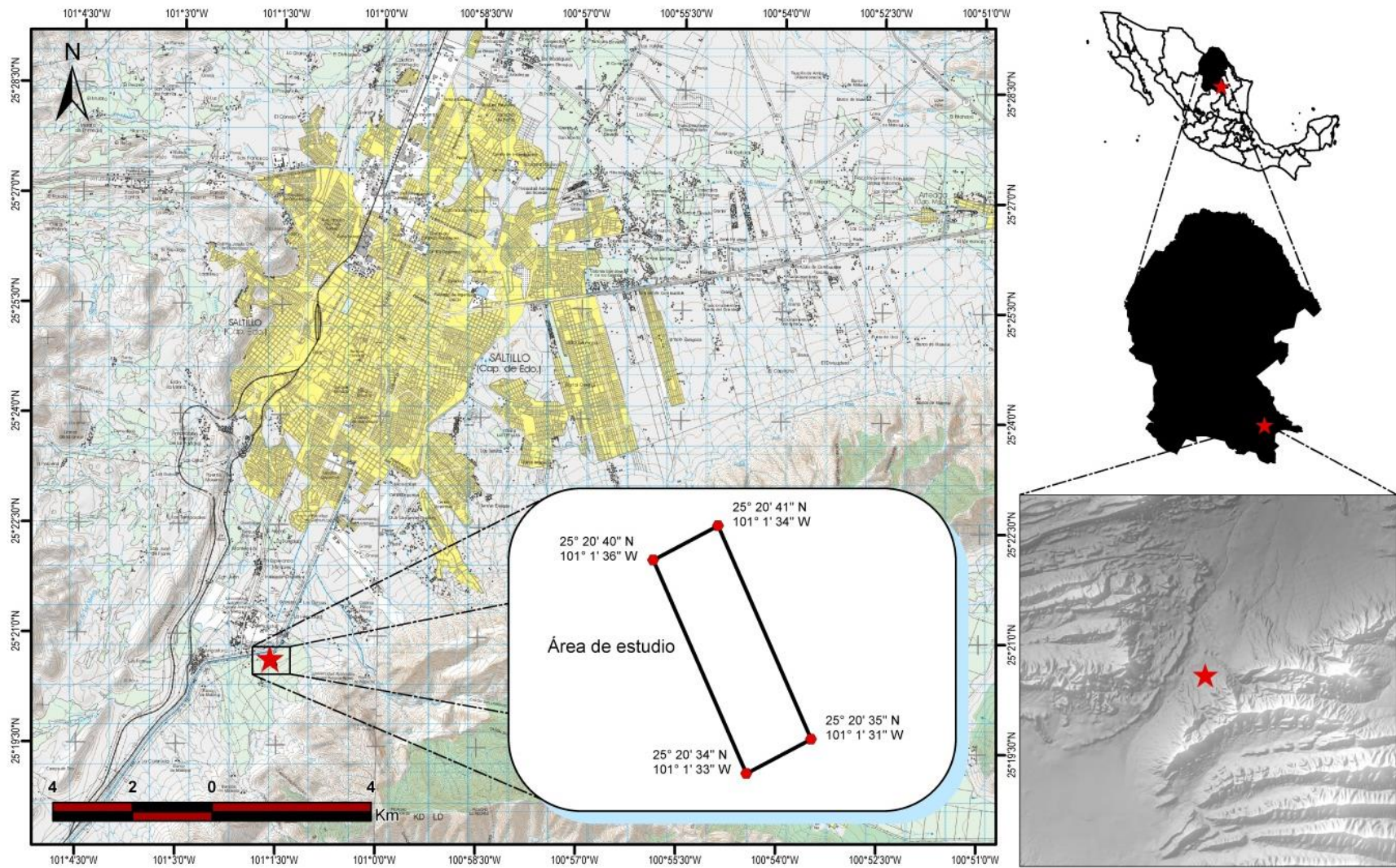


Figura 1. Macro localización del área de estudio

3.2 Clima

El clima presente en el área de estudio corresponde a un clima BSokw”(e), seco, templado, extremoso en las partes bajas de la zona y templado C(wo) en las altas, hacia la parte Sur del macizo montañoso el clima es semiárido, llegando a ser subhúmedo en el Sureste, la temperatura media anual es de 18°C. La precipitación promedio es 498 mm, de tipo convectivo y ocurre durante el verano (Profauna, 1998).

3.3 Edafología

Las rocas del área son sedimentarias marinas del Jurásico y Cretácico; las calizas ocupan 43% del área, las areniscas y conglomerados 17%. El sitio de estudio está formado por roca caliza, cubierta superficialmente por suelos residuales, producto de la intemperización del horizonte superior y suelo vegetal. Abundan los suelos litosoles y rendzinas, prevaleciendo ambos en casi 80% de la superficie del área. Los litosoles son superficiales y sobreyacen 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 proporción se localizan los xerosoles cálcico y feozem calcárico (Profauna, 1998).

3.4 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 turbulento 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 (Profauna, 1998).

3.5 Vegetación

La distribución y abundancia de los diferentes tipos de vegetación es el resultado de la interacción de numerosos factores del medio físico natural, tanto biótico como abiótico. Su presencia y distribución informa de las condiciones ecológicas de un lugar. Sin embargo, en el pasado reciente, la vegetación es modificada directa o indirectamente por las acciones del hombre, de tal manera que la condición presente de la cubierta vegetal refleja también la historia de uso y manejo de ésta y de otros recursos asociados como son el suelo, la fauna, recursos hidráulicos (Profauna, 1998).

El área de estudio presenta varios tipos de cubiertas vegetales y dentro de ellos en su composición, debido a disturbios tales como aprovechamientos forestales, extracción de suelo, incendios y sobrepastoreo, que han dado lugar a un mosaico de tipos de vegetación y composición florística.

3.5.1 Tipos de vegetación presente en el área de estudio

Considerándose dentro de estos a la plantación de *Pinus halepensis*, combinado con estrato arbustivo, estrato herbáceo y pastizal de *Hilaria swallenii* Cory; representado principalmente por los géneros: *Agave*, *Mimosa*, *Acacia*, *Nassella*, *Rhus*, *Buddleja*, *Opuntia*, *Berberis*, *Ceanothus*, *Euphorbia*, *Brickellia*, *Amelanchier*, *Nolina*, *Acalypha*, *Muhlenbergia*, *Stipa*, *Lycurus*, *Bouteloua* (Profauna, 2010).

3.6 Levantamiento de la información de campo

El rodal de *Pinus halepensis* considerado para la aplicación de las quemadas prescritas y para determinar los efectos del fuego en la vegetación herbácea y el pastizal, presenta las características idóneas para la aplicación del uso del fuego; el

cual fue delimitado en una superficie de 01-02-00 hectáreas con fines de investigación (Figura 2).



Figura 2. Figura del área de estudio con sus coordenadas.

3.7 Diseño y sitios de muestreo

El muestreo sistemático es fácil de llevar a cabo en el campo, y por tanto, a diferencia de las muestras irrestrictas aleatorias y las muestras aleatorias estratificadas, está menos expuesto a errores de selección, proporcionando mayor información (Bautista, 2004).

Para el estudio de la vegetación se seleccionaron un total de 24 sitios para registrar la información de campo en la primera toma de datos y 15 sitios para la segunda de manera sistemática. Se estableció el sitio y en su punto central, un cuadrante de 1 m².

El método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. Los cuadrantes hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación a los transectos. El método consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. Actualmente los cuadrantes pueden ser utilizados para muestrear cualquier clase de plantas (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Además de ser considerado el sistema de muestreo sistemático, ubicando los sitios de muestro en toda el área, se consideró equidistancias entre hileras y sitios (Figura 3).

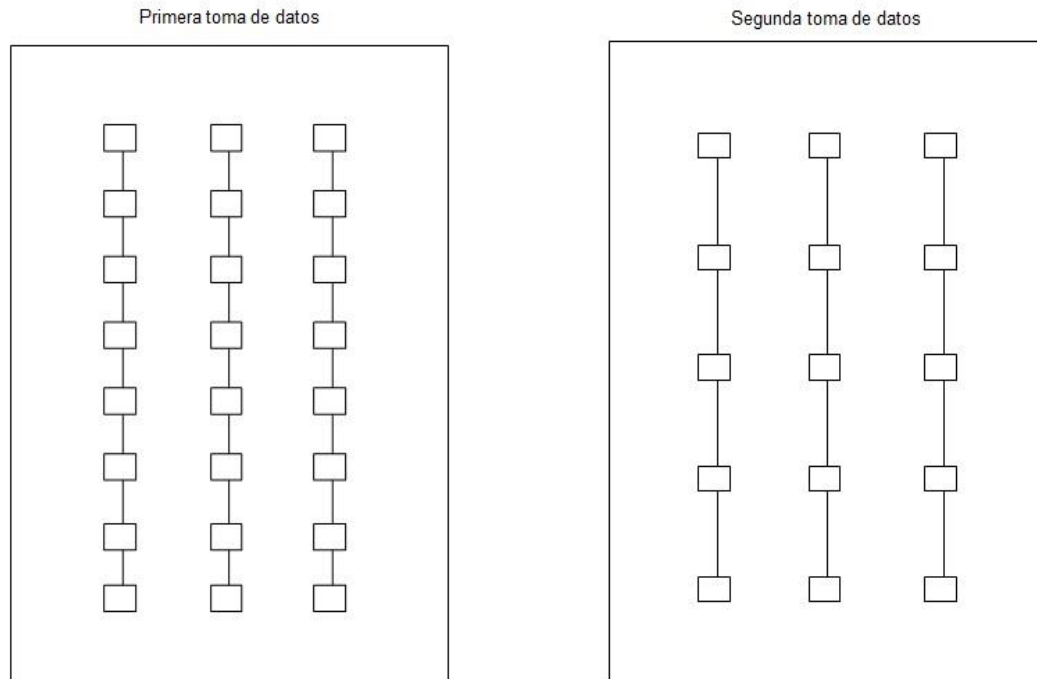


Figura 3. Diseño de muestreo utilizado en la toma de datos de campo.

3.8 Variables registradas en campo

Las variables que se cuantificaron dentro de cada cuadrante, de cada especie muestreada, tanto de pastizales y herbáceas fueron: la altura total promedio por especie en centímetros, la cobertura de cada una de las especies en centímetros; la altura y la cobertura se midieron con flexómetro.

3.9 Colecta de muestras botánicas.

Primeramente se tomaron los datos de las especies herbáceas y posteriormente las de pastizales y al final se procedió a realizar la colecta de todas las especies encontradas en el cuadrante de acuerdo con el método de colecta y

prensado de (Bridson y Forman, 1992). Las especies cortadas a nivel de suelo mineral se colocaron en bolsas de papel etiquetadas.

3.10 Procesamiento de las muestras botánicas en laboratorio.

La etapa de laboratorio se desarrolló en el Laboratorio del Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), donde las muestras botánicas colectadas se herborizaron e identificaron.

Todo el material colectado de las diferentes muestras obtenidas de cada cuadrante, fueron secadas en estufas de secado por lapso de 72 horas a una temperatura promedio y permanente de $75^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta alcanzar un peso seco estable y posteriormente fueron pesadas en una báscula de precisión graduada al gramo para obtener los pesos y determinar el peso de la biomasa seca, descontando el peso del envase que contenía la muestra, para determinar la carga de combustibles herbáceos en toneladas por hectárea.

3.11 Podas.

Antes de realizar la quema prescrita en el área de estudio se tuvo un trabajo previo de podas de acuerdo con (Botanic, 2002) donde al podar, se hizo de manera cuidadosa de no cortar o dañar el cuello de las ramas de los pinos. La poda de ramas se hizo como máximo a una altura de 2 m. La finalidad de esta labor consistió en eliminar la continuidad vertical del combustible para evitar la propagación del fuego a la copa de los árboles.

3.12 Realización de quemas prescritas

Con el área preparada y lista para llevar a cabo la realización de quema prescrita se hace una prueba de quema para comprobar los valores estimados en nuestra prescripción, contando con el documento de Plan de Quema Prescrita que incluyó principalmente:

- Permisos y notificaciones
- Objetivos generales y específicos
- Descripción del área y su localización
- Preparación de la unidad de quema
- Área de prueba de quema
- Pronóstico del comportamiento del fuego
- Prescripción de la quema
- Comprobación de la prescripción
- Organización del personal (organigrama)
- Plan de ignición
- Plan de control
- Plan de liquidación y vigilancia
- Plan de monitoreo y evaluación
- Plan de contingencia
- Plan de seguridad
- Plan de manejo del humo
- Información al público
- Evaluación de resultados.

3.13 Análisis de la información

La concentración de datos finales de campo, se ordenaron de forma que fueran viables para llevar a cabo el análisis de datos en el programa de Microsoft Excel[®] para manejar todo el análisis estadístico.

Los valores de densidad, dominancia, frecuencia, así como los de valor de importancia por sitio se determinaron con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Numero de individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

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

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Cobertura de copa}}{\text{Área muestreada}}$$

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

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de sitios con la especie}}{\text{Número total de sitios}}$$

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

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

3.13.1 Obtención de índices

Para cuantificar la diversidad de especies se utilizó el índice de diversidad de Shannon y Wiener. La estimación de la diversidad se basó en la densidad de las especies que se obtuvieron en los sitios de muestreo, considerando que se tiene una gran aceptación en el medio académico como un indicador de la diversidad, ya que de acuerdo con (Magurran, 1988) expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra debido a que toma en cuenta no solamente el número de especies diferentes, sino, además, sus proporciones relativas y, por tanto, da mucho mayor confiabilidad que el listado simple de las especies (Moreno, 2001). La ecuación es cálculo es la siguiente:

$$H' = - \sum P_i \ln_2 (P_i)$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon

P_i = Densidad

3.13.2 Prueba de t

Se realizaron comparaciones por pares de índices de diversidad por sitio para el año 2008 y 2009 a través de t-test (Hutcheson, 1970) modificado según lo descrito por (Magurran, 1988). La prueba de t se realizó entre los dos sitios con los datos obtenidos en los años 2008 y 2009.

A continuación se muestran las ecuaciones para el cálculo de t y los grados de libertad.

$$t = (H'1 - H'2) \sqrt{\frac{1}{\text{VarH}'1 + \text{VarH}'2}}$$

Donde:

H'1 = Índice de Shannon del sitio del año 2008

H'2 = Índice de Shannon del sitio del año 2009

VarH'1 = Varianza del sitio del año 2008

VarH'2 = Varianza del sitio del año 2009

$$gl = \frac{(\text{VarH}'1 + \text{VarH}'2)^2}{(\text{VarH}'1/N_1) + (\text{VarH}'2/N_2)}$$

Donde:

VarH'1 = Varianza del sitio del año 2008

VarH'2 = Varianza del sitio del año 2009

N1 = Densidad por sitio 2008

N2 = Densidad por sitio 2009

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Carga de combustibles herbáceos

En el área se determinó la carga de combustibles herbáceos con el total de las muestras colectadas en el sitio de 1m² y se tiene que para el año de 2008 existían 1.75 ton/ha de biomasa seca en la zona. En contraste al año 2009 hubo una diferencia de disminución de 0.71 ton cuando se aplicó la segunda quema, es decir, un total de 1.04 ton.

4.2 Peso seco del mantillo

El mantillo no mostró diferencias significativas por ser solo un año de diferencia en los datos comparados, no hubo manera de incorporarse la materia orgánica suficiente como para considerar que en la primera quema no había materia orgánica y comparando 15 sitios por año, arroja una diferencia de 30 gramos de mantillo, obteniéndose valores de 456.6 gr y 426.4 gr para 2008 y 2009 respectivamente. Se debe a que las especies en un año completo no generaron la cantidad suficiente de materia orgánica y de acuerdo con (Conafor, 2006) no debería sorprendernos el importante rol que los incendios juegan en el ciclo vital de los ecosistemas forestales, contribuyen a la mineralización de la materia orgánica, participan en diversos ciclos de nutrimentos y, cuando el fuego es de baja intensidad, promueven el crecimiento de los árboles, gracias a la poda natural que éste propicia, y a la fertilización mediante las cenizas.

4.3 Composición florística

Como parte de la flora, durante los dos años de quema, se registraron 47 especies, distribuidas en 16 familias y 40 géneros (Figura 4). En el año 2008 se registró una riqueza de 36 especies, mientras que en el 2009 la riqueza fue de 26 especies. Las familias con mayor riqueza de géneros son: Asteraceae, Poaceae, Euphorbiaceae y Onagraceae.

De la flora observada, las monocotiledóneas representan el 21.28% y las dicotiledóneas el 78.72%. Obteniendo valores por año de quema se obtuvo que para el 2008 se registraron 14 familias, 32 géneros y 36 especies y este valor disminuyó al registrarse en 2009, 9 familias con 35 géneros y 26 especies (Anexo 1 y 2).

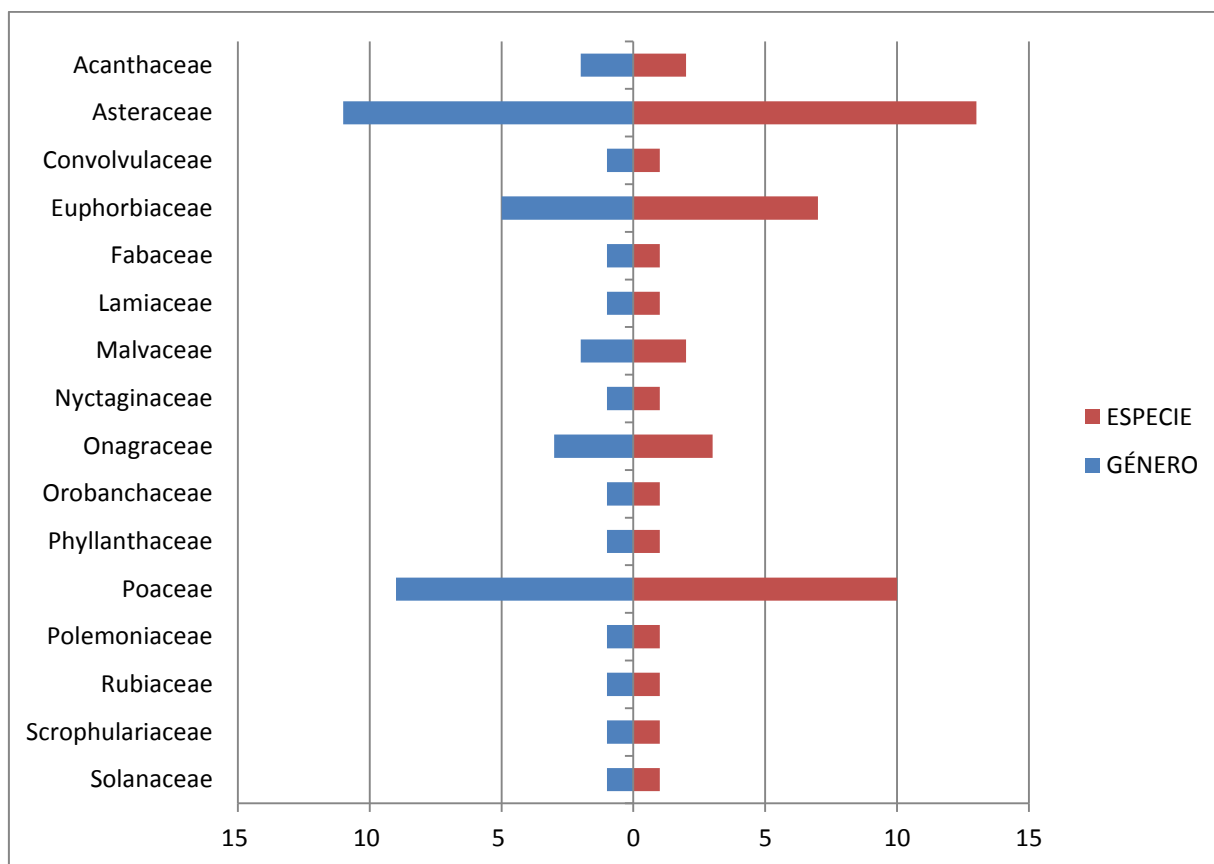


Figura 4. Representación de familias encontradas en el área de estudio

4.4 Índice de Diversidad (Shannon-Wiener)

Tomando en cuenta la densidad por especies, para el año 2008 en general la diversidad de especies fue mayor en relación con 2009 (Cuadro 2), por las condiciones de la quema, disminuyendo el número de especies para 2009. En el 2008 los índices varían de 1.33 a 3.45 bits, mientras que en el 2009 de 0.71 a 2.81 bits. Los atributos que utiliza el Índice son de fácil aplicación y el manejo frecuente

permitirían detectar con rapidez los cambios en la vegetación y relacionarlos con el manejo aplicado al pastizal (Goldfarb *et al.*, 2000) (Anexo 3).

Cuadro 2. Índices de diversidad obtenidos para los años 2008 y 2009.

Índice de diversidad (bits)		
sitio	2008	2009
1	----	2.72
2	1.91	2.69
3	2.20	2.15
4	2.69	1.84
5	2.66	2.59
6	2.44	1.72
7	1.71	1.91
8	1.79	2.60
9	2.65	1.38
10	2.07	----
11	1.84	1.74
12	2.65	2.17
13	2.72	0.71
14	2.65	2.81
15	2.00	1.85
16	2.39	
17	3.45	
18	2.88	
19	2.22	
20	2.13	
21	1.33	
22	2.92	
23	2.90	
24	2.29	

De acuerdo con las pruebas de t realizadas para comparar estadísticamente los valores de diversidad entre pares de sitios, las comparaciones no dieron diferencias significativas como se muestra en el Cuadro 3. Las especies favorecidas por el fuego fueron *Erioneuron avenaceum* Kunth, *Aristida purpurea* Nutt, *Bouteloua curtipendula* Michx e *Hilaria swallenii* Cory al presentarse las primeras tres especies en el 80% de los sitios y la segunda con un 10 % de los sitios muestreados del área,

Calylophus hartwegii Benth y *Sonchus oleraceus* L. dominaron en el resto de los sitios con el porcentaje restante. Esto coincide con Alvarado (2004) que manifiesta que se presenta mayor cantidad de gramíneas y herbáceas de una etapa sucesional perenne en un área incendiada (Anexo 4).

Cuadro 3. Valores estadísticos de las pruebas de t realizadas.

Valor de t	Grados de libertad	Significancia
0.1241	12	NS
0.0754	66	NS
0.0036	20	NS
0.0762	54	NS
0.0063	49	NS
0.0543	34	NS
0.0147	40	NS
0.0720	64	NS
0.0995	40	NS
0.1887	66	NS
0.0082	68	NS
0.0504	64	NS
0.1760	44	NS
0.0184	64	NS
0.0100	21	NS

Las especies *Aristida purpurea* Nutt y *Bouteloua curtipendula* Michx, incrementaron su presencia del año 2008 al 2009 duplicando y triplicando su densidad en el sitio muestreado. Estos pastizales tienen la particularidad de estar dominados por especies perennes y poseer un mayor sistema radicular, en gran medida se debe a que los zacates perennes están mejor adaptados a las quemas que las leñosas y las herbáceas debido a la diferente localización de los puntos de crecimiento. La mayoría de los zacates (durante la dormancia) presentan puntos de crecimiento basales (cerca o abajo de la superficie del suelo) lo que les permite soportar el fuego (White y Wayne, 2010).

De acuerdo con Shlisky *et al.*, (2007) en su informe Técnico de la Iniciativa Global para el Manejo del Fuego: El Fuego, los Ecosistemas y la Gente, coloca a los

pastizales como un ecosistema dependiente del fuego en un 80% de su totalidad a nivel mundial.

Los pastizales son ecosistemas que son favorecidos por el fuego, que para el caso del área donde se realizaron las quemas prescritas, el pastizal ha rebrotado a pesar de la poca precipitación que se registró en el 2011 y 2012 (Observación personal), no así el año 2010 con la llegada del huracán “Alex” y se observó que un lapso del año las áreas quemadas se han restablecido, varias especies fueron favorecidas por el fuego y otras no. Anteriormente observamos que las especies de *Aristida purpurea* Nutt y *Bouteloua curtipendula* Michx fueron bien favorecidas por el fuego al presentarse una mayor cantidad de individuos en el área y coincide en parte con lo que (Goldfarb *et al.*, 2000) obtuvo al estudiar el pastizal, al aplicar tratamientos de quema anual y bianual, los resultados que favorecieron la obtención en el incremento de especies en las parcelas utilizadas.

De acuerdo con (White y Wayne, 2010) la respuesta de las plantas después de una quema está influenciada por la intensidad del fuego, condiciones de la vegetación en el momento de la quema, condiciones climáticas y decisiones de manejo del pastoreo después de la quema. Sin embargo, los efectos del fuego son diferentes dependiendo también de la lluvia, cantidad de combustible y duración del periodo de crecimiento de las plantas.

Actualmente se tiene una mejora en el área de estudio, con el paso de los años la vegetación se vio favorecida, excepto donde pastorea el ganado doméstico. Esto nos lleva a coincidir con Trabaud (1998) que asevera que en el transcurso de los primeros meses siguientes después del incendio existen pocas especies, pero la riqueza florística aumenta alcanzando los valores máximos entre el primer y el tercer año debido a que las especies anuales ocupan los espacios incendiados. A lo largo de los dos o tres años siguientes el número de especies disminuye progresivamente. A partir del quinto año esta riqueza tiende a estabilizarse.

5 CONCLUSIONES

Los índices diversidad no mostraron diferencias significativas sin embargo familias perenes como *Aristida*, *Bouteloua*, *Erioneuron* demostraron su capacidad de respuesta basada en las quemas prescritas.

En general las quemas prescritas favorecieron el rebrote de zacates, herbáceas, además de promover la germinación de especies presentes en el banco de semillas.

Los valores de importancia demuestran que ciertas especies como *Erioneuron avenaceum* Kunth, *Aristida purpurea* Nutt, *Bouteloua curtipendula* Michx e *Hilaria swallenii* Cory, *Calylophus hartwegii* Benth y *Sonchus oleraceus* L. registraron los valores más altos, destacando de manera conjunta en la totalidad de los sitios muestreados.

El presente trabajo, nos permite analizar como la vegetación ha sido modificada por el fuego, pero también se considera que hubo factores externos ajenos al uso del fuego, como la inclusión del pastoreo en el área de estudio, la sequía extrema que existe actualmente en el norte de país, parte de eso influyó que los resultados hayan sido los que se demostraron.

6 RECOMENDACIONES

Es conveniente continuar con investigaciones en la ZSCSZ sobre los efectos del fuego en diferentes tipos de vegetación, en áreas que se encuentran con elevada carga de combustible, sin podas y con continuidad vertical de los combustibles, por presentar un alto peligro de incendio forestal.

La reforestación requiere de mejorar el Plan de Manejo el Fuego que incluya acciones de reducción de combustibles, uso de quemas prescritas, conservación de suelos, manejo de fauna silvestre, aprovechamiento de los árboles, control de plagas y enfermedades, entre otros. Los resultados obtenidos de la investigación se deben de continuar para obtener resultados que sustenten las bases para el plan de manejo del fuego, ya que la reforestación debe contar con dicho documento y puede ser como parte del Programa de Manejo de la ZSCSZ, por ser considerada un área que presenta ecosistemas mantenidos o dependientes del fuego. Se debe hacer trabajo preventivo con las personas que visitan y usan el área de reforestación, así como, con las comunidades aledañas para ordenar o eliminar el pastoreo dentro del área.

Los trabajos de investigación que se desarrollen, deben mantener un margen más estricto de investigación, donde se considere tener el área de estudio aislada completamente para que los resultados sean más favorables y no exista sesgo en la toma de datos ni se modifiquen las condiciones por disturbios ajenos a los tratamientos que se apliquen.

7 LITERATURA CITADA

- Aguirre, T. L. 2000. Impacto de la quema controlada en los pastizales de los páramos de la Sierra Central del Perú. Laboratorio de Ecología y Evaluación de Pastizales - UNALM. [En línea] [Consultado: miércoles 15 mayo 2013]. Disponible en: [http:// impactodelaquemacontroladamayo25.htm](http://impactodelaquemacontroladamayo25.htm).
- Alvarado., C.D. 2004. Caracterización de un área incendiada en la Sierra Zapalinamé, Coahuila, México. Tesis profesional de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo. Coahuila, México. 85 p.
- Bautista, Z.F. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. UNAM. Universidad Autónoma de Yucatán. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Instituto Nacional de Ecología. México. 510 p.
- Botanic G. B., 2002. Técnicas de Poda. Ed. Trillas, Primera Edición., México D.F. 136 p.
- Bridson, D. y L. Forman. 1992. The herbarium handbook. Royal Botanical Garden Kew, England. 303 p.
- Conafor. 2006. Los incendios forestales 2005. Comisión Nacional Forestal. Primera Edición 2006, Jalisco, México. 160 p.
- Conafor. 2011. Reporte anual de incendios forestales 2011. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional Forestal. Coordinación General de Conservación y Restauración. Gerencia de Protección Contra Incendios Forestales. Jalisco, México. 17 p.
- Diario Oficial de la Federación (DOF) 2009. Norma oficial mexicana- 015. NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007. Que establece las especificaciones técnicas de

métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en terrenos de uso agropecuario. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., 67 p.

FAO. 2007. Manejo del fuego: principios y acciones estratégicas. Directrices de carácter voluntario para el manejo del fuego. Documento de Trabajo sobre el Manejo del Fuego No.17. Roma. 71 p. [En línea][Consultado: jueves 23 de mayo de 2013]. Disponible en: www.fao.org/forestry/site/35853/en.

Flores G., J. G. 2009, Impacto ambiental de incendios forestales. Ed. Mundi Prensa. 1ª. Ed. México. 325 p.

Flores J.G, D.A. Rodríguez T., (2006) Incendios Forestales: Definiendo el Problema, Ecología y Manejo, Participación Social, Fortalecimiento de Capacidades, Educación y Divulgación. Ed. Mundi-Prensa. México. 254 p.

Goldfarb, M. C.; J.F. Casco y A.C. Bernardis. 2000. Efecto de quemas prescritas sobre la dinámica y tendencia de un pastizal del N.O. de Corrientes. I Índice de tendencia y cobertura (INTECIO). Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Argentina. Tomo VI (6): 25 -27. [En línea] [Consultado: miércoles 01 mayo 2013].
Disponible en:
http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2000/5_agrarias/a_pdf/a_065.pdf

ITTO.1997. ITTO guidelines on fire management in tropical forests. ITTO Policy Development Series N° 6. International tropical timber organization. Yokohama, Japan. 43 p.

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

Ley Forestal del Estado de Coahuila de Zaragoza 2008. Congreso del Estado. Última reforma publicada el 06 de Junio de 2008. 29 p.

- Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, Princeton New Jersey. 179 p.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.
- Mostacedo, B., Todd S. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia. 87 p.
- Myers, R. 2006. Convivir con el fuego. Manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el Manejo Integral del Fuego. The Nature Conservancy Global Fire Initiative, Tallahassee, FL. 32 p.
- Periódico Oficial 2006. Congreso del Estado de Coahuila, Publicado el 31 de Marzo de 2006. Tomo CXIII Numero 26. 28 p.
- Profauna.1998. Programa de manejo de la zona sujeta a conservación ecológica “Sierra de Zapalinamé”. Secretaría de 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 1996. Incendios Forestales. Ed. Mundi Prensa-Universidad Autónoma Chapingo. México, D. F. 1ª ed. 617 p.
- Rodríguez T., D. A., M. Rodríguez A., F. Fernández S., y S. J. Pyne. 2002. Educación e Incendios Forestales. 2ª ed. Mundi Prensa. México, D. F. 201 p.
- Rzedowski, J. 1988. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F. 432 p.

Shlisky, A., J. Waugh, P. González, M. González, M. Manta, H. Santoso, E. Alvarado, A. Ainuddin Nuruddin, D.A. Rodríguez- Trejo, R. Swaty, D. Schmidt, M. Kaufmann, R. Myers, A. Alencar, F. Kearns, D. Johnson, J. Smith, D. Zollner y W. Fulks. 2007. El Fuego, los Ecosistemas y la Gente: Amenazas y estrategias para la conservación global de la biodiversidad. Informe Técnico de la Iniciativa Global para el Manejo del Fuego 2007-2. The Nature Conservancy. Arlington, VA. 28 p.

Spurr S., H. y B.,V. Barnes, 1980. Ecología forestal. AGT Editor. México. 680 p. U.S.D.A. 1978.

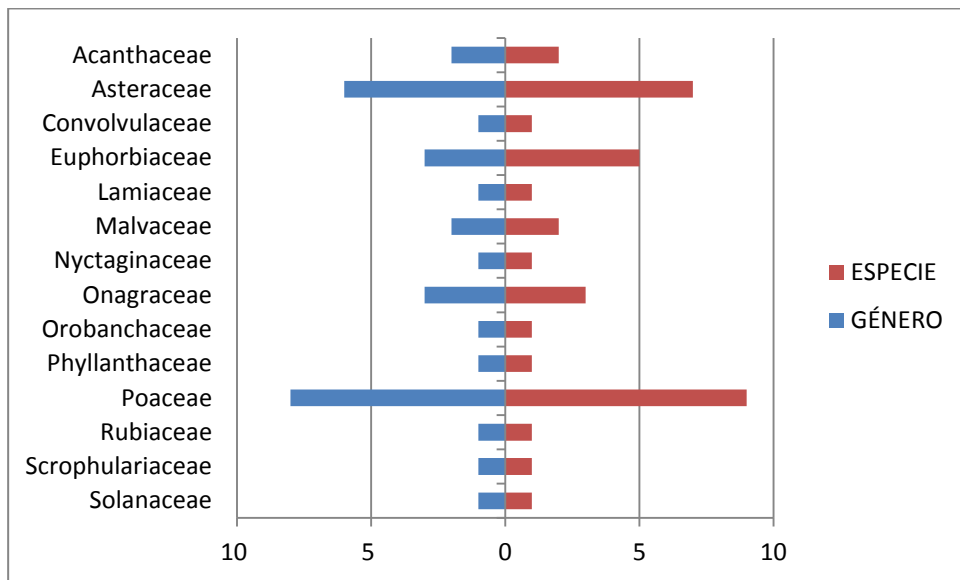
Trabaud, L. (1998). Recuperación y regeneración de ecosistemas mediterráneos incendiados. Incendios forestales. Serie Geográfica. N° 7, 1997/1998. Universidad de Alcalá. 37- 47 p.

Villers R., L. y López B., J., 2004. Incendios forestales en México. Métodos de evaluación. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 164 p.

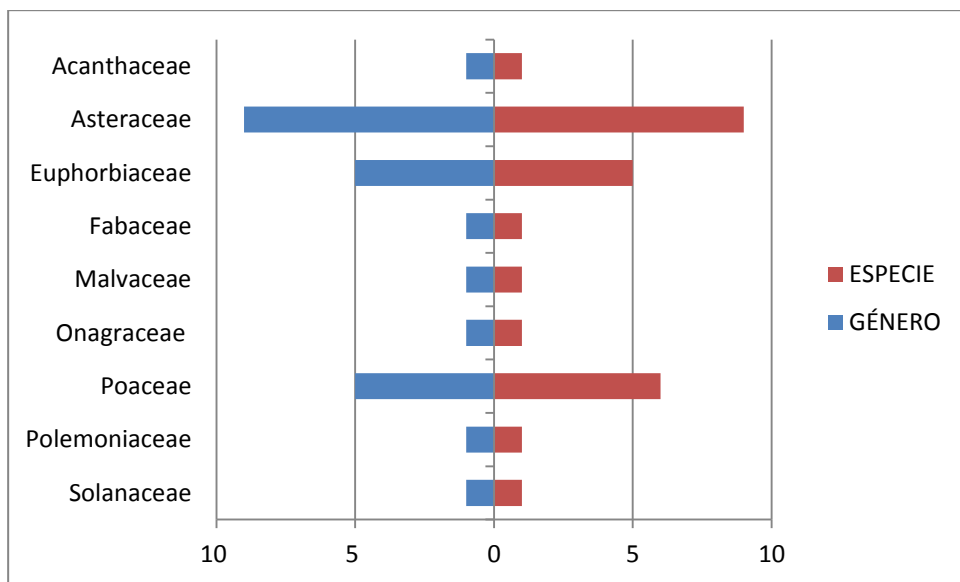
White L. D. y Wayne C. H. 2010. Quemadas Prescritas en pastizales de Texas. E-37S [En línea] [Consultado: martes 03 abril de 2013]. Disponible en: <https://agrillifebookstore.org/publications>

ANEXOS

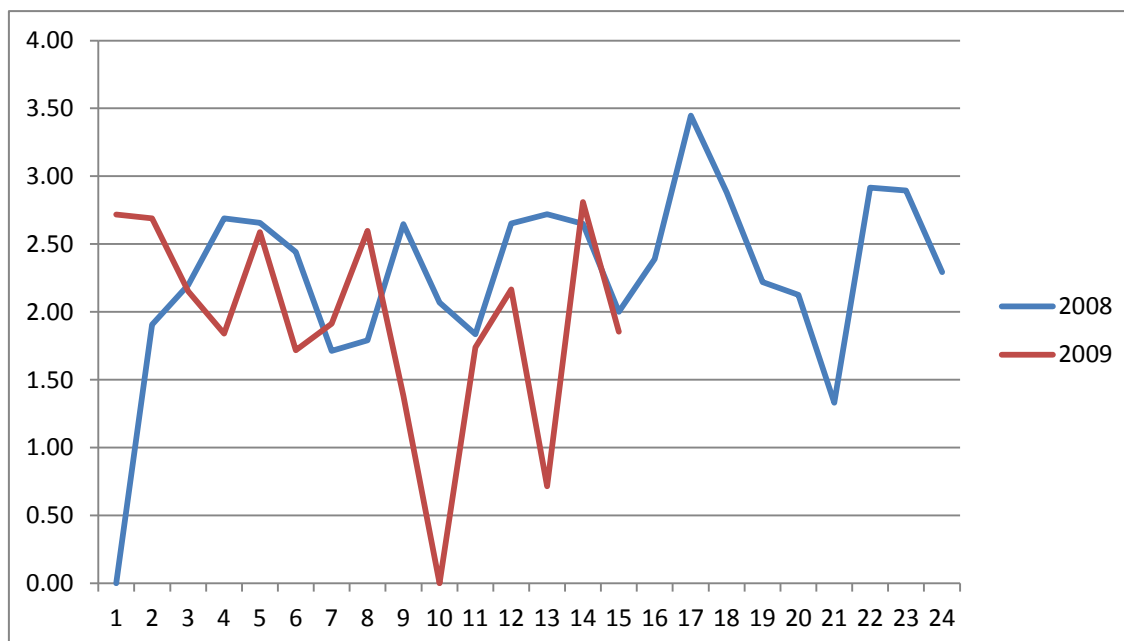
Anexo 1. Composición florística en el año 2008



Anexo 2. Composición florística en el año 2009



Anexo 3. Comportamiento de los índices obtenidos por sitio en 2008 y 2009



Anexo 4. Listado de especies presentes antes y después de realizar las quemas prescritas.

Quema 2008			
Familia	Género	Especie	Autor
Acanthaceae	<i>Dyschoriste</i>	<i>linearis</i>	(Torr. & A. Gray) Kuntze
Acanthaceae	<i>Siphonoglossa</i>	<i>pilosella</i>	(Nees) Torr.
Asteraceae	<i>Bidens</i>	<i>odorata</i>	Cav.
Asteraceae	<i>Dyssodia</i>	<i>papposa</i>	(Vent.) Hitchc.
Asteraceae	<i>Dyssodia</i>	<i>pinnata</i>	(Cav.) B.L. Rob.
Asteraceae	<i>Hymenoxys</i>	<i>scaposa</i>	(DC.) K.F. Parker
Asteraceae	<i>Parthenium</i>	<i>hysterophorus</i>	L.
Asteraceae	<i>Sonchus</i>	<i>oleraceus</i>	L.
Asteraceae	<i>Thymophylla</i>	<i>setifolia</i>	Lag.
Convolvulaceae	<i>Evolvulus</i>	<i>alsinoides</i>	(L.) L.
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i>	<i>lindheimeri</i>	Müll. Arg.
Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	<i>dioicus</i>	Cav.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>dentata</i>	Michx.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>prostrata</i>	Aiton
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>villifera</i>	Scheele
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>reflexa</i>	Hornem.

Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>abutifolia</i>	Mill.
Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>spinosa</i>	L.
Nyctaginaceae	<i>Allionia</i>	<i>incarnata</i>	L.
Onagraceae	<i>Gaura</i>	<i>coccinea</i>	Pursh
Onagraceae	<i>Oenothera</i>	<i>texana</i>	L.
Onagraceae	<i>Calylophus</i>	<i>hartwegii</i>	(Benth.) P.H. Raven
Orobanchaceae	<i>Castilleja</i>	<i>scorzonerifolia</i>	Kunth
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i>	<i>polygonoides</i>	Nutt. ex Spreng.
Poaceae	<i>Bothriochloa</i>	<i>barbinodis</i>	(Lag.) Herter
Poaceae	<i>Aristida</i>	<i>purpurea</i>	Nutt.
Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>curtipendula</i>	(Michx.) Torr.
Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>gracilis</i>	(Kunth) Lag. ex Steud.
Poaceae	<i>Erioneuron</i>	<i>avenaceum</i>	(Kunth) Tateoka
Poaceae	<i>Hilaria</i>	<i>swallenii</i>	Cory
Poaceae	<i>Lycurus</i>	<i>phleoides</i>	Kunth
Poaceae	<i>Nassella</i>	<i>tenuissima</i>	(Trin.) Barkworth
Poaceae	<i>Piptochaetium</i>	<i>fimbriatum</i>	(Kunth) Hitchc.
Rubiaceae	<i>Bouvardia</i>	<i>ternuifolia</i>	Standl.
Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i>	<i>cordata</i>	Kunth
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>elaeagnifolium</i>	Cav.

Quema 2009			
Familia	Género	Especie	Autor
Acanthaceae	<i>Siphonoglossa</i>	<i>pilosella</i>	(Nees) Torr.
Asteraceae	<i>Ageratina</i>	<i>tomentella</i>	(Schrad.) R.M. King & H. Rob.
Asteraceae	<i>Brickellia</i>	<i>veronicifolia</i>	(Kunth) A. Gray
Asteraceae	<i>Dyssodia</i>	<i>papposa</i>	(Vent.) Hitchc.
Asteraceae	<i>Hymenoxys</i>	<i>scaposa</i>	(DC.) K.F. Parker
Asteraceae	<i>Parthenium</i>	<i>incanum</i>	Kunth
Asteraceae	<i>Sanvitalia</i>	<i>ocymoides</i>	DC.
Asteraceae	<i>Stevia</i>	<i>tomentosa</i>	Kunth
Asteraceae	<i>Taraxacum</i>	<i>officinale</i>	L.
Asteraceae	<i>Thymophylla</i>	<i>setifolia</i>	Lag.
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i>	<i>lindheimeri</i>	Müll. Arg.
Euphorbiaceae	<i>Argythamnia</i>	<i>humilis</i>	(Engelm. & A. Gray) Müll. Arg.
Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	<i>dioicus</i>	Cav.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>dentata</i>	Michx.
Euphorbiaceae	<i>Tragia</i>	<i>ramosa</i>	Torr.
Fabaceae	<i>Desmodium</i>	<i>psilophyllum</i>	Schltldl.
Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>spinosa</i>	L.
Onagraceae	<i>Calylophus</i>	<i>hartwegii</i>	P.H. Raven

Poaceae	<i>Aristida</i>	<i>purpurea</i>	Nutt.
Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>curtipendula</i>	(Michx.) Torr.
Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>gracilis</i>	(Kunth) Lag. ex Steud.
Poaceae	<i>Erioneuron</i>	<i>avenaceum</i>	(Kunth) Tateoka
Poaceae	<i>Lycurus</i>	<i>phleoides</i>	Kunth
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>hallii</i>	Vasey
Polemoniaceae	<i>Loeselia</i>	<i>scariosa</i>	(M. Martens & Galeotti) Walp
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>elaeagnifolium</i>	Cav.