



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

ANÁLISIS DEL MANEJO TRADICIONAL DE PASTIZALES CON FUEGO
EN EL AJUSCO

Presenta:

HÉCTOR ORTIZ CONTRA

DIRECTOR:

DR. DANTE ARTURO RODRÍGUEZ TREJO



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES



ANÁLISIS DEL MANEJO TRADICIONAL DE PASTIZALES CON FUEGO EN EL AJUSCO

Tesis realizada por **Hector Ortiz Contla** bajo la dirección del Comité Asesor
indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener
el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES

DIRECTOR: _____



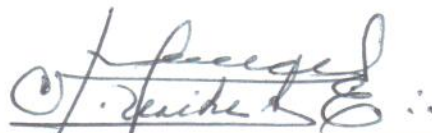
Ph. D. Dante Arturo Rodríguez Trejo

ASESOR: _____



Ph. D. Pedro Arturo Martínez Hernández

ASESOR: _____



M.C. Miguel Uribe Gómez

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto Ajusco de la Universidad Autónoma Chapingo, sobre Ecología del Fuego, Manejo Integral del Fuego y Restauración de Áreas Incendiadas por permitir integrarme a dicho proyecto para realizar el presente estudio

A la Universidad Autónoma Chapingo por la oportunidad y el honor de haber cursado los estudios de Posgrado en sus aulas y continuar así con la formación para la vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo otorgado a través de la beca para estudios de Maestría, la cual me permitió realizarlos y concluirlos.

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT) por el apoyo brindado a través de la beca otorgada.

Al Ph.D. Dante Arturo Rodríguez Trejo por sus valiosas aportaciones y apoyo en la elaboración de esta investigación, por permitirme ser parte de este gran proyecto “fuego”, y enseñarme la importancia y valor de éste; mil gracias.

Al Ph.D. Pedro Arturo Martínez Hernández por su consejo, observacion y crítica en el presente, por ser un gran amigo y parte de mi admiración así como un modelo a seguir.

DEDICATORIA

A una familia tan cercana en consejos y principios como la que pertenezco, especialmente a mi madre Alicia Contla por ser la persona más dulce además de la mejor amiga. A mis hermanos Illinois y Christopher por dejarme aprender de ellos y permitirme ser parte de su ejemplo.

A todas aquellas personas que han confiado su amistad en mi, mis amigos Scouts, la familia Valencia, Romero, Rodríguez, Cruz, Carmona y con todo mi cariño a mi Hermanito Ernesto por estar presente en todo momento, aún en los difíciles. Gracias por abrirme las puertas de sus hogares y brindarme su confianza.

A la familia Arriola Toiber y Sánchez Arriola por permitirme ser parte de un hogar y procurarme importantes valores, en especial a mi Victoria por despertarme un sentimiento antes ajeno y Anavi por brindarme tu cariño incondicional.

A tres personas pilares de mi inspiración, Sheila, Claudia, Cindy y Noei que me han llevado a entender la vida desde otra perspectiva y que permanecen a mi lado a pesar de la distancia pero que siempre llevo conmigo.

A todas las personas que no se encuentran mencionadas pero que tienen un lugar importante en mi vida y por quienes me mantengo firme en el camino.

En memoria de María de Jesus Ortiz Arellano a quien llevaré por siempre en mi mente con todo mi amor y admiración.



DATOS BIOGRÁFICOS

Oriundo de la Ciudad de México y nacido el 14 de Diciembre de 1981, los primeros 11 años de la educación básica los realizó en diferentes instituciones de esa ciudad, el último año fue cubierto en la ciudad de Xalapa, Veracruz.

Completó los estudios de licenciatura en la Universidad Autónoma Chapingo, institución que le otorgó el título de "Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia" luego de haber cumplido la tesis profesional en el año 2006.

Luego de la licenciatura se inició en 2007 los estudios conducentes al grado de Maestría en Ciencias Forestales en la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, este inicio se dio en enero de 2007.

RESUMEN

La investigación se realizó en bosque de *Pinus hartwegii* Lindl. del sur de la Ciudad de México, con el objetivo de determinar la dinámica de *Festuca tolucensis* con fuego y la apreciación de productores locales sobre el uso del fuego. Los tratamientos fueron tres intervalos de tiempo luego del fuego. El diseño experimental fue completamente al azar con modelo factorial, tres tiempos (1, 2 y 6) luego de la quema y dos épocas, seca y húmeda. Se realizaron entrevistas a informantes clave para definir la apreciación del uso del fuego. El fuego favorece la calidad de la gramínea en los dos primeros años luego del mismo; y es considerado como un factor de manejo benéfico al pastizal para fines ganaderos y no se considera otros impactos del mismo. El fuego puede ser una herramienta para mejorar el potencial ganadero pero no existe una estrategia entre los productores locales para llevar a cabo un Manejo Integral del Fuego.

Palabras clave: Fuego, efectos del fuego, pastizal, *Festuca tolucensis*.

SUMMARY

This research was done in a *Pinus hartwegii* forest south of Mexico City, the objective was to determine *Festuca tolucensis* dynamics after a fire and the perception of local livestock holders on the use of fire as a tool of range management. Treatments were three time intervals after the fire occurred, these intervals were: 1, 2 and 6 years. Experimental design was a completely random and statistical model was a factorial 3x2, three time intervals and two seasons: dry and rainy. Key informers were surveyed to obtain information on perception of fire. Fire improved ($P < 0.05$) grass quality mainly in the rainy season within the first two years after the fire. Local livestock holders think of fire as a positive event as they perceive an improvement in forage quality; however, they haven't developed a specific fire management. It was concluded that grazing on grass cover of a *Pinus hartwegii* might be improved with fire, but local producers haven't developed an integrated fire management.

Key words: Fire, effects of fire, range land, *Festuca tolucensis*

ÍNDICE

APROBACIÓN DE TESIS.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iv
DATOS BIOGRÁFICOS	v
RESUMEN	vi
SUMMARY	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
1. Introducción.....	1
2. Problema y justificación.....	3
3. Objetivos.....	5
4. Hipótesis.....	6
5. Revisión de literatura	7
5.1 Características fisiográficas del parque nacional cumbres del Ajusco.....	7
5.1.1 Localización.....	7
5.1.2 Geografía física del área	7
5.1.3 Flora y fauna del área de estudio	8
5.2 Ecología del bosque de <i>Pinus hartwegii</i>	10
5.3 Ecología de <i>Festuca toluensis</i>	12
5.4 Ecología del fuego	15
5.4.1 Generalidades.....	15
5.4.2 Régimen de fuego.....	16
5.4.3 Tipos de ecosistemas según su relación con el fuego	17
5.4.4 Tipos de fuego en la vegetación	18
5.4.5 Comunidades que han crecido en conjunto con el uso del fuego como herramienta de manejo	19
5.4.6 Manejo del fuego	20
5.4.7 Manejo Integral del Fuego.....	22
5.5 Sistemas silvopastoriles	23
5.6 Proyecto Ajusco	25
6. Materiales y métodos.....	26
6.1 Lugar de la investigación y tratamientos	26
6.2 Métodos para la determinación de las variables.....	26

6.3 Manejo y análisis estadístico de la información	29
7. Resultados.....	30
7.1 Características agronómicas de <i>Festuca tolucensis</i>	30
7.2 Manejo tradicional del pastizal en comunidades del Valle de México.....	35
8. Conclusión.....	46
9. Recomendaciones.....	47
10. Literatura citada.....	48
11. Anexos.....	52

ÍNDICE DE CUADROS

1. Contenido de fibra insoluble en detergente ácido en <i>Festuca tolucensis</i> al variar el tiempo desde la aplicación del fuego y en las estaciones húmeda y seca.....	31
2. Contenido de fibra insoluble en detergente neutro en <i>Festuca tolucensis</i> al variar el tiempo desde la aplicación del fuego y en las estaciones húmeda y seca.....	32
3. Contenido de proteína cruda en <i>Festuca tolucensis</i> al variar el tiempo desde la aplicación del fuego y en las estaciones húmeda y seca.....	33
4. Porcentajes de cobertura por transecto longitudinal en <i>Festuca tolucensis</i> ..	35
5. Porcentajes de recurrencia en la descripción de la unidad de producción.	38
6. Porcentajes de recurrencia en el manejo de la alimentación.	39
7. Porcentajes de recurrencia en las características del pastoreo.	40
8. Porcentajes de recurrencia de la apreciación del fuego en la ganadería.	42
9. Porcentajes de recurrencia en los mejores resultados del fuego en el pastizal.	45
10. Análisis de varianza para contenido de fibra insoluble en detergente ácido en la especie indicadora <i>Festuca tolucensis</i>	54
11. Análisis de varianza para contenido de fibra insoluble en detergente neutro en la especie indicadora <i>Festuca tolucensis</i>	54
12. Análisis de varianza para contenido de proteína cruda en la especie indicadora <i>Festuca tolucensis</i>	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Triángulo de manejo del fuego.	21
Figura 2. Triángulo del Manejo Integral del Fuego.	23
Figura 3. Interacción entre tiempo desde la aplicación del fuego y estación, para contenido de proteína cruda.	34

1. Introducción

El volcán Ajusco, situado en la delegación Tlalpan del Distrito Federal, representa un lugar enmarcado como ícono de esparcimiento para los habitantes de la ciudad de México ya que es una de las pocas áreas boscosas circundantes a esta ciudad, permitiendo el recreo y convivencia de un gran número de visitantes principalmente en días de asueto. Al igual que las demás áreas forestales del sur y del poniente de la ciudad de México, el área de estudio provee importantes influencias ambientales para la misma, tales como recarga de acuíferos, control de tolvaneras y producción de oxígeno entre otras. Aunado a lo anterior, el Ajusco es una importante zona ganadera para los poblados aledaños ya que concentra una gran área de pastizales y vegetación lo que se traduce como zonas de pastoreo que brindan la principal fuente de alimentación del ganado bovino y ovino, lo cual permite desarrollar parte de la economía del lugar y traducirse como beneficios monetarios directos y donde durante generaciones se ha llevado un manejo tradicional para poder dar un uso continuo de la cubierta de gramíneas y otras herbáceas como alimento para el ganado.

Por la importancia que los pastizales representan en la economía de los pobladores, es de esperarse que se lleven a cabo acciones de manejo tradicional con la intención de la regeneración y adecuación de los pastos. Estas acciones derivan de un conocimiento empírico y heredado de generaciones previas, la aplicación intencional de fuego es una de estas

acciones que podría ser importante herramienta de manejo para mantener la salud y vigor de la cubierta vegetal. Sin embargo, el procedimiento específico con el que se aplique el fuego en términos de las condiciones ambientales al momento de utilizarlo, la frecuencia de aplicación y la intensidad pueden ocasionar consecuencias negativas al ambiente en general o a algunos de sus componentes que en el mediano y largo plazos lleven a la deforestación, degradación por erosión y pérdida de diversidad. Es por tanto relevante investigar sobre la práctica de uso del fuego dentro del manejo tradicional del pastizal para identificar si este manejo representa un riesgo o un promotor del mantenimiento y salud del ecosistema forestal al que pertenecen los pastizales del Ajusco y Valle de México.

2. Problema y justificación

La Universidad Autónoma Chapingo (2005) indica que en México 50% de los ecosistemas forestales son mantenidos por el fuego, entre estos ecosistemas forestales están pinares, varios encinares, pastizales, diversos matorrales, tulares, popales, palmares y sabanas; 40% son susceptibles o influenciados por el fuego como las selvas altas, medianas y bajas, manglares, bosque mesófilo de montaña y bosque de oyamel; y 10% son independientes del fuego como la mayoría de la vegetación en las zonas más áridas.

En México, como en otros países, cerca de la mitad de los incendios tienen causas agropecuarias, relacionadas con pobreza, pero también con falta de cultura forestal. Asimismo, el fuego se emplea desde hace miles de años y existe un importante conocimiento empírico sobre su uso en muchas comunidades rurales (por ejemplo, ver Huffman, 2006). La prevención y combate de incendios forestales se ha fortalecido en el país gradualmente, en particular desde la histórica temporada 1998, la peor que ha tenido México, implicando reducciones muy significativas en impactos ecológicos negativos y económicos por incendios forestales, según ha estimado la Universidad Autónoma Chapingo (2004 y 2005).

Acorde con Miranda y Hernández (1985), los incendios muy frecuentes eliminan el *Pinus hartwegii* y favorecen la presencia de los pastos *Muhlenbergia macroura* y *Festuca tolucensis* los cuales son los principales

pastos asociados al *P. hartwegii* y que también están adaptados al fuego, siendo influidos por el fuego, la época y cuantía de su floración (Benitez, 1986).

La degradación de los ecosistemas forestales obedece a un factor determinante como lo ha sido el inadecuado uso ganadero de dichos ecosistemas y asociado a ello está la forma en que empíricamente se manejan los pastizales de estos ecosistemas en la alimentación del ganado. La aplicación indiscriminada de incendios forestales como una herramienta de manejo pecuario para promover una cubierta vegetal más apropiada a la alimentación del ganado, es una de las amenazas que ejerce el inadecuado uso ganadero sobre la estabilidad, biodiversidad y vigor de los ecosistemas forestales. La vegetación forestal del Ajusco puede verse amenazada, por tanto, por la aplicación irrestricta de fuego con fines únicamente ganaderos, por lo que es necesario conocer y describir las principales prácticas ganaderas que engloba el manejo tradicional del pastoreo enfocadas muy particularmente a la gramínea *Festuca tolucensis* que puede considerarse como una especie indicadora y es, a la vez, una de las principales en la alimentación del ganado que pastorea en esta área.

3. Objetivos

a. General

Describir las prácticas de manejo tradicional de pastoreo con fuego en los pastizales del Ajusco y sus impactos, sociales y ecológicos.

b. Particulares

Determinar la dinámica del pastizal en términos de cantidad y calidad forrajera con la presencia combinada de fuegos y ganadería tradicionales.

Determinar las constantes en el manejo o uso ganadero del pastizal en el bosque de *Pinus hartwegii* Lindl, que las aglomera y que las dispersa.

Determinar la apreciación entre los ganaderos de la zona de los impactos del fuego en la ganadería y vegetación.

4. Hipótesis

Las prácticas actuales de manejo tradicional de pastoreo en el Ajusco y uso del fuego en el Valle de México, independientemente del conocimiento tradicional que los dueños del recurso tengan, (tomando en cuenta también los variados impactos negativos del pastoreo con poco control) no son las mejores para la conservación del bosque.

5. Revisión de literatura

5.1 Características fisiográficas del parque nacional cumbres del Ajusco

5.1.1 Localización

El estudio sobre la calidad de forraje se realizó Parque Nacional Cumbres del Ajusco y la apreciación de productores sobre el fuego se desarrolló en distintas comunidades del Valle de México, que se mantendrán anónimas anónimas para facilitar la libre expresión de las personas entrevistadas.

El Parque Nacional Cumbres del Ajusco se localiza al sur del Distrito Federal, dentro de la subcuenca Regaderas-Viborillas, entre los 19°12'25" y 19°16'00" N; 99°13'08" y 99°19'17" O. Forma parte del sistema orográfico conocido como Cordillera Neovolcánica (CONANP, 2006).

5.1.2 Geografía física del área

El clima es de tipo Cw₂ (w) b' (i) g, templado subhúmedo el más húmedo de los subhúmedos con lluvias en verano, el verano es corto y fresco, isotermal y el mes más cálido ocurre antes del solsticio de verano. La temperatura media anual oscila entre 5 y 12 °C, con precipitación anual de 1,138.62 mm (García, 1973). El parque presenta variedad de pendientes en sus laderas que forman precipicios, con numerosas cañadas y pequeños arroyos temporales (Guzmán, 1999). La unidad de geología correspondiente, según la clasificación FAO/UNESCO, indicada por CETENAL (1984) es de rocas ígneas extrusivas

intermedias. Las unidades de suelo que se encuentran en el parque, de acuerdo con la clasificación FAO/UNESCO, indicada por CETENAL (1984), son andosol húmico como suelo predominante y litosol con textura media como secundario. El área no presenta corrientes perennes, contiene corrientes intermitentes que conducen agua durante la época de temporal (Guzmán, 1999).

5.1.3 Flora y fauna del área de estudio

En las partes altas del Ajusco, donde fue desarrollado el presente estudio, el tipo de vegetación predominante es el bosque de *Pinus hartwegii*. Las gramíneas y compuestas son componentes fácilmente identificables característicos del estrato herbáceo. Espinoza *et al.* (2008), encontraron 15 especies del género *Asteraceae* y 7 *Gramineae*, Martínez y Rodríguez (2008) identificaron 21 *Asteraceae* y 5 *Gramineae*.

Islas (2009) señala que la vegetación del sotobosque de esta zona del Ajusco comprende más de 30 especies, para el estrato arbustivo señala 5 especies: *Baccharis conferta*, *Cirsium ehrenbergii*, *Senecio cinerarioides*, *Lupinus montanus* y *Eryngium monocephalum*. En cuanto al estrato herbáceo, menciona 25 especies entre las que se encuentran: 5 especies del género *Senecio*, *Agrostis tolucensis*, *Muhlenbergia quadridentata* y *Astragalus micranthus* entre otras, teniendo similitud en los resultados y una probable diferencia adjudicable a los sitios de muestreo, significando estas especies las

principales colonizadoras de sitios con presencia de fuego en el sitio; cabe mencionar que los datos antes mencionados corresponden a áreas específicas ya que Pronatura (2009) señala más de 611 especies de plantas entre las que se encuentran encinos, tepozanes, siemprevivas, magueyes y una gran variedad de cactáceas para toda la región.

La fauna encontrada en el Ajusco según Susano (1981) consta de más de 30 especies de aves mientras que Pronatura (2009) da una cifra de 134 especies residentes y migratorias y la Secretaría del Medio Ambiente SMA (2009), ha identificado 211 especies de aves, de éstas 149 las clasifica como residentes y se mencionan algunas endémicas como el gorrión serrano y subespecies del pájaro carpintero y del correcaminos aunque también es posible observar algunas otras especies como son águilas, halcones, gavilanes y lechuzas, especies rapaces que constituyen un eslabón fundamental en la cadena alimenticia de los ecosistemas de la región. Debido a la naturaleza migratoria de algunas aves, los estudios pueden no compaginar en el número de especies referidas.

La SMA (2009) hace referencia a 59 especies de fauna como armadillo, venado cola blanca, mapache, gato montés, puma, lince, tlalcoyote y el coyote aunque con poblaciones sumamente disminuidas y distintas especies de tuzas y lagartijas. Aranda *et al.* (1980) mencionan alrededor de 25 especies de mamíferos en el mismo ecosistema para la zona de Zoquiapan, Edo. de México. Debido a la escasa publicación de investigaciones recientes en

cuestión a diversidad animal en la zona, se puede cuestionar si algunas de las especies mencionadas por estos autores como *Dendrortyx macroura* (Gallina de monte), *Romerolagus diazi* (Teporingo), que Ortiz (2007) refiere como una especie avistada en la zona del Ajusco todavía se encuentran en el área; la presión que los asentamientos humanos han ejercido sobre el territorio y vegetación así como cambios en el uso de suelo, pudieran ser factores que han obligado el desplazamiento y desaparición de estas especies.

5.2 Ecología del bosque de *Pinus hartwegii*.

El *Pinus hartwegii* se encuentra distribuido en Guatemala, Honduras y México en donde está presente en 17 entidades federativas: Nuevo León, Tamaulipas, Hidalgo, Distrito Federal, Morelos, Colima, Michoacán, Jalisco, Oaxaca, Chiapas, Puebla, Veracruz, Tlaxcala, Estado de México, Coahuila, Nayarit y Guerrero, en altitudes de 2,200 a más de 4,000 msnm (Rzedowski: 1978, 1981; Perry, 1991). El *P. hartwegii* se encuentra principalmente en sitios con clima templado, con temperaturas medias anuales de entre 5 a 12°C, con precipitaciones medias anuales del orden de 967 a 1,200 mm, régimen de lluvias de verano y con menos de 5% de la precipitación en invierno (Mendoza, 1977; Benitez, 1987; García, 1981).

Los suelos en que habita son andosoles, podzoles o cafés forestales (Aguirre y Rey, 1980; Benítez, 1987), también refiere Iglesias *et al.* (2006) en su revisión bibliográfica que se le halla sobre suelo de profundidades medias, pedregoso y

con poca materia orgánica en las localidades de Pico de Orizaba y Cofre de Perote en el estado de Veracruz, refiriendo también a la población de *P. Hartwegii* de Cofre de Perote como caracterizada por presentar un elevado porcentaje de semillas vanas y una baja viabilidad, lo que está ocasionando una sensible disminución en su tasa reproductiva y por tanto en la obtención de sus productos que generan una importante fuente de ingresos como son la producción de celulosa, papel, y otros recursos forestales. En CABI (2002) se señala que debido a la densidad y dureza de la madrea, resulta adecuada para su uso en construcciones, postes para cableado, durmientes de ferrocarril.

Además de los problemas para su regeneración natural, Cejudo y Deloya (2005) en su trabajo realizado en el Nevado de Toluca, otra zona de habitat para el *Pinus hartwegii*, refieren una coleopterofauna que fué representada por 15 géneros y 17 especies de necrófilos que se encuentran presentes además en otros sitios con el mismo ecosistema y que son atacados por estos coleópteros que afectan a la vegetación de este bosque y son los principales causantes de enfermedades y representan una de las mayores amenazas a la salud del hábitat.

Rodriguez y Fulé (2003), indican que de entre los pinos mexicanos *Pinus hartwegii* es uno de los mejor adaptados a los incendios y presenta un régimen de incendios frecuentes y superficiales. Dicho éxito ante los incendios se debe a seis adaptaciones al fuego. El estado de cespitosidad que se presenta desde el primer año y hasta los doce el cual representa una forma de defensa a la

yema apical encargada del consecuente crecimiento debido a que en esta etapa, el gran número de acículas que rodean la yema apical no permiten altas concentraciones de oxígeno lo que inhibe la combustión con lo cual el fuego es desviado de la yema apical. *Pinus hartwegii* ha desarrollado también una corteza gruesa aislante con lo que protege al cambium vascular contra temperaturas letales durante los incendios (Rodríguez, 1996); al paso del fuego, el material senescente es eliminado, brindando a las semillas una importante fuente de nutrientes constituidos por las cenizas para poder germinar y lograr una oportuna regeneración en sitios quemados; además de lo antes mencionado, otro factor determinante para el éxito contra el fuego de *Pinus hartwegii* es el amplio desarrollo de la raíz que permite contar con reservas disponibles para el crecimiento y que da lugar a otras dos importantes adaptaciones, en edades tempranas el desarrollo de rebrotes basales desde el cuello de la raíz y por último el chamuscado de copa, el cual representa un método natural de poda y que permite a *Pinus hartwegii* la regeneración casi total del follaje siempre y cuando la yema apical no sea dañada.

5.3 Ecología de *Festuca tolucensis*.

Clayton *et al.* (2006) describen *Festuca tolucensis*, especie indicadora del presente estudio, la cual tiene un hábito perenne, cespitoso sin rizomas, cuenta con tallos rectos que van de 50-100 cm de largo y con un diámetro de 1.5-2 mm, no cuentan con nódulos en sus raíces por lo que no tienen la capacidad de fijar nitrógeno al suelo; carece de ramas laterales, el desarrollo de las hojas

es basal en su mayoría. Tiene láminas foliares rectas filiformes con un diámetro en la sección elíptica de 12-25 cm de largo y 1-1.5 mm de ancho, rígidas, de color verde amarillento o pardo oscuro de ápice agudo. Su inflorescencia consta de una panícula con un pedúnculo por vaina, teniendo pocas espiguillas oblongas comprimidas lateralmente las cuales constan de 3-4 flores fértiles con una longitud de 8-12 mm. Glumas persistentes lanceoladas, la gluma inferior va de 6-8.5 mm de largo, la gluma inferior presenta un ápice agudo. Se distribuye en: América del Norte: México. América del Sur: el norte y el oeste, así como Mesoamerica.

Festuca tolucensis presenta muchas de las generalidades de los pastos como la respuesta al factor ambiental que permite expresar sus características físicas y de calidad. En base a la revisión bibliográfica que Zaragoza (1987) realiza, se puede mencionar que dentro de los factores que afectan el crecimiento y producción de los pastizales, los más importantes son la temperatura y la humedad, la cual influye en todas las reacciones. *Festuca tolucensis*, al ser una especie perenne, presenta un incremento en sus componentes estructurales cuando comienzan las altas temperaturas, esto asociado con una disminución en la digestibilidad. Sullivan y Garber (1947) refieren al estado de crecimiento como el factor más importante que afecta la composición química de las plantas forrajeras. Por lo que el efecto de la madurez se puede agrupar de la siguiente manera:

- Sobre el contenido de proteína. Al inicio del crecimiento, se presenta un estado succulento con bajo contenido de fibra y alto contenido de proteína, modificandose su composición hacia un bajo contenido de proteína y fósforo y altos contenidos de carbohidratos estructurales, fibra y calcio.
- Sobre digestibilidad. Maynard (1937) menciona que en las paredes celulares de las plantas jóvenes existe solamente celulosa, pero con el avance en la edad, esta celulosa se infiltra con lignina y otras sustancias incrustadas además de que la lignificación sucede más rápidamente a medida que el tejido vegetal madura.

Zaragoza (1987) refiere el crecimiento de *Festuca tolucensis* en tres momentos fenológicos de la planta: al inicio con un crecimiento lento donde muestra mayores valores de contenido de proteína, seguido por el máximo crecimiento debido la elongación del tallo floral para dar lugar a la fase de disminución o cese del crecimiento donde la planta ya mostró todo su potencial de crecimiento y la cantidad de proteína disminuye considerablemente; el comportamiento de la concentración de proteína cruda se justifica principalmente como la traslocación de compuestos nitrogenados hacia la semilla y órganos de almacenamiento de la planta, así como a pérdidas por lixiviación o lavado de los compuestos nitrogenados solubles.

Islas (2009) al realizar un inventario de vegetación del sotobosque del Ajusco en un sitio con presencia de fuego, encontró que *Festuca tolucensis* era la

gramínea con mayor aporte a la composición botánica del lugar, seguida por *Penstemon gentianoides* y *Calamagrostis tolucensis*, concluyendo que dentro de la cobertura herbacea como de gramíneas, *Festuca tolucensis* podría considerarse como indicadora en este tipo de vegetación. Zaragoza (1987) al trabajar en un sitio sin presencia de fuego pero si con el componente pastoreo, coincide en señalar que *Festuca tolucensis* es el mayor de entre los principales componentes de la vegetación de sotobosque en bosques de *Pinus hartwegii* en el oriente del Estado de México dentro del parque nacional Zoquiapan.

5.4 Ecología del fuego

5.4.1 Generalidades

“La ecología del fuego estudia los efectos del factor fuego en las relaciones que los seres vivos tienen entre sí y su ambiente físico” (Rodríguez, 1996).

Rodríguez (2000), menciona que en el país se presentan tres tipos de fuego, el primero se refiere al excesivo hasta llegar a la degradación de los ecosistemas, el segundo hace referencia a la supresión total del fuego a lo que le sucede una gran acumulación de material combustible lo que podría resultar fatal y finalmente el uso controlado del fuego para evitar los incendios. Para lo cual recomienda suprimir temporalmente, reintroducir donde haga falta y mantener el fuego respectivamente para cada caso. Para el lugar de la investigación se puede definir un uso del fuego controlado debido a las acciones preventivas que el gobierno del Distrito Federal en conjunto con las

autoridades locales del Ajusco procuran principalmente en las temporadas de incendios.

5.4.2 Régimen de fuego

Myers (2006) define un régimen de fuego como aquel conjunto de condiciones recurrentes del fuego que caracterizan a un ecosistema dado. Menciona que tales condiciones obedecen a un rango específico de frecuencia, comportamiento del fuego, severidad, momento y tamaño de la quema, modelo de propagación del fuego y modelo y distribución de la quema. Denomina como régimen de fuego ecológicamente adecuado a aquel que mantiene la estructura, viabilidad, composición y funcionamiento deseado del ecosistema sin llegar a afectar sustancialmente la flora, fauna, suelo y demás componentes de ese ecosistema, el cual no siempre ha de responder al régimen natural del fuego de cada ecosistema. En contraste, se menciona que un régimen de fuego alterado o indeseable es el modificado por actividades de origen antropocéntrico como la supresión y prevención de incendios, las quemas excesivas o inadecuadas, la conversión o fragmentación del ecosistema y que llevan a los ecosistemas al grado en que el mismo régimen de fuego afecta negativamente la viabilidad, fragmentando las poblaciones y los servicios que estos ecosistemas proveen. Rodríguez (2004) menciona una estimación de 5 a 10 años de frecuencia del fuego en condiciones naturales y sin presencia de factores antropocéntricos para el ecosistema de *Pinus hartwegii*.

5.4.3 Tipos de ecosistemas según su relación con el fuego

Desde hace millones de años en casi todos los ecosistemas de la tierra, el fuego ha existido y coexistido tanto con plantas como con animales aunque no en la misma cuantía, razón por lo que expertos en materia de fuego han agrupado a los ecosistemas en una clasificación dependiendo de su relación con el fuego, Myers (2006) refiere una clasificación de los ecosistemas de acuerdo a la relación que tienen con el fuego los cuales son:

- Dependientes del fuego. Necesitan el fuego para mantener sus procesos y son altamente resistentes y adaptados aunque el incendio debe permanecer dentro del margen de tolerancia del ecosistema. Para el caso en estudio, la vegetación del Ajusco se inserta en esta categoría.
- Sensibles al fuego. Han existido y evolucionado sin la recurrente presencia del fuego como proceso de importancia por lo que al aparecer causa gran daño y altas mortalidades aún cuando se presente a baja intensidad.
- Influenciados por el fuego. Aquellos que se ubican en zonas de transición entre los dependientes e independientes del fuego con vegetación principalmente sensible aunque muestra especies tolerantes al fuego.
- Independientes. Donde el rol del fuego es casi imperceptible ya que son demasiados fríos, secos o húmedos para quemarse.

5.4.4 Tipos de fuego en la vegetación

A simple vista el fuego parece ser el mismo y mantener la misma relación con el ecosistema independientemente de la intensidad o frecuencia que este tenga, aunque no es así. Resulta de gran importancia delimitar las diferencias que el fuego tiene dependiendo del uso que se le da, ya que pueden existir incendios como tal, quemas controladas y por último, quemas prescritas, en general implican el uso del fuego pero por separado cumplen con una función diferente que Myers (2006) define:

Incendio: Es un incidente de fuego aislado presenta un origen antropocéntrico o natural y donde no existe un objetivo definido.

Quema controlada: Aplicación de fuego por parte de agricultores individuales y donde se cuenta con un plan así como la comprensión de los combustibles y las condiciones climáticas para cumplir con objetivos específicos y que no cuenta con un plan escrito.

Quema prescrita: Aplicación de fuego cuidadosamente controlado bajo condiciones climáticas y de combustible definidas con el fin de cumplir objetivos de manejo del suelo o ecológicos que requieren de un plan escrito donde generalmente se incluyen efectos deseados con tendencia a largo plazo, una meta de régimen de fuego.

5.4.5 Comunidades que han crecido en conjunto con el uso del fuego como herramienta de manejo

Vigilante *et al.* (2009), en el capítulo 6 del libro "Tropical Fire Ecology" realizan una investigación en la sabana australiana acerca de la relación que los aborígenes guardan con el fuego y que durante siglos se ha perpetuado como una herramienta no solamente de manejo del paisaje sino también de manejo del hábitat en el contexto alimenticio. Parte de esa relación se describe a continuación.

Desde antes de existir la especie humana, el fuego ha significado un importante componente en la naturaleza como formador de ecosistemas y moldeador del paisaje. Actualmente el ser humano lo ha adoptado como herramienta habitual para desarrollar desde tareas domésticas hasta trabajos muy elaborados pero los inicios de este manejo datan de generaciones antiguas, tal es el caso de la sabana australiana, donde el fuego ha fungido como un factor primordial en el desarrollo de su cultura.

El uso histórico del fuego en la sabana australiana presenta como principal objetivo la caza de canguros, una actividad histórica en el uso del fuego por parte de los aborígenes australianos aunque su uso no ha sido reducido únicamente a esta experiencia ya que al ser el hábitat de su principal fuente de alimentación los aborígenes promovían el rebrote de los pastos y con ello aseguraban el mantenimiento de las poblaciones de canguros y la salud de los

pastizales, lugar donde se concentraban dichas poblaciones y nuevamente con ayuda del fuego, éstas eran concentradas para facilitar la cacería. Otro motivo que se da al uso del fuego y no menos importante es la dificultad de tránsito para los pobladores de estas sabanas ya que al encontrarse pastos de porte alto y gran productividad, recurren al fuego como una herramienta eficaz en el aclareo de los caminos.

Debido al continuo e ininterrumpido manejo del fuego que hacen los aborígenes en la sabana australiana el material combustible anual almacenado es poco, lo que provoca que estos incendios sean pequeños y de poca gravedad, no en dimensiones destructivas aún cuando se presentan a final de la temporada seca, momento en el que deberían ser más extremos.

La sabana australiana es uno de los lugares en la tierra donde el uso del fuego se puede mostrar en un marco cultural ya que las quemas transmiten a la gente un sentimiento de bienestar y reafirman su conexión con sus tierras y ancestros. El conocimiento tradicional del manejo del fuego y tradición de quemas permiten a los pobladores basar la dirección en que será atacada la problemática asociada a los cambios culturales.

5.4.6 Manejo del fuego

Rodríguez *et al.* (2002) describen como manejo del fuego a todo lo que en un país, estado y región se hace para prevenir y combatir los incendios forestales. Mencionan también que se debe comprender cómo, cuándo y con qué

objetivos las comunidades rurales usan el fuego en las diferentes regiones ecológicas, además de 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. Con todo este conocimiento, se debe hacer uso del fuego en la administración de los ecosistemas para preservarlos, restaurarlos o hacerlos producir (silvicultura, usos tradicionales) y educar e informar a los usuarios del fuego y a la opinión pública en esta materia, Myers (2006) refiere el manejo del fuego como el conjunto de decisiones y acciones técnicas dirigidas a la prevención, detección, control, contención, manipulación o uso del fuego en un ecosistema para cumplir con metas y objetivos específicos. Se presenta una analogía con el fin de imaginar el manejo del fuego como un triángulo. El manejo del fuego es la aplicación de tecnologías y herramientas adecuadas para la prevención, la supresión y el uso del fuego a fin de hacer frente a los problemas de los incendios forestales (Figura 1).



Figura 1. Triángulo de manejo del fuego.
Tomado de Myers (2006).

Es necesario comprender el rol ecológico que el fuego juega en cada ecosistema para tomar decisiones adecuadas sobre el uso actual que las personas dan al fuego. Muchos países han desarrollado estrategias de usos del fuego con la intención de dar solución al problema del manejo del fuego aunque todo esfuerzo se ha concentrado en la supresión y restricción del fuego sin considerar el riesgo que esta decisión tiene al aumentar la probabilidad de causar daños mayores a los ecosistemas. Para poder discernir si la gente quema en exceso o no, es necesario primero conocer el papel ecológico del fuego en cada ecosistema (Myers, 2006).

5.4.7 Manejo Integral del Fuego

Autores como Rodríguez (2000), Jardel (2003) y Myers (2006) han propuesto el uso de un manejo del fuego involucrando aspectos ecológicos, sociales y operativos que generalmente ha sido denominado Manejo Integral del Fuego.

Myers (2006) ha definido al Manejo Integral del Fuego como un enfoque para hacer frente a los problemas causados por los incendios, ya sean dañinos o benéficos, dentro del contexto de los ambientes naturales y de los sistemas socioeconómicos, evaluando el balance de riesgos planteados por el fuego bajo los papeles ecológicos y económicos. Presenta un marco conceptual que integra las percepciones básicas de la comunidad respecto al fuego, su necesidad de utilizarlo y los papeles beneficiosos y dañinos que el fuego puede jugar en los ecosistemas, con todos los aspectos del manejo del fuego. Este

manejo integral (Figura 2) se centra en implementar métodos eficaces para prevenir incendios destructivos y mantener regímenes de fuego deseables.



Figura 2. Triángulo del Manejo Integral del Fuego.
Tomado de Myers (2006).

5.5 Sistemas silvopastoriles

Musalem (2001) define como sistema silvopastoril a la asociación de animales con algún tipo de árboles, ya sean maderables o frutales con o sin la presencia de cultivos y que se puede practicar desde la agricultura de subsistencia hasta las grandes plantaciones comerciales. Aunque por su parte, SAGARPA (2007), define dentro de un sistema silvopastoril una gama de variantes de sistema pastoril como son:

- Cercas vivas: se establecen árboles o arbustos para la delimitación de potreros o propiedades.

- Plantas leñosas perennes en callejones: establecidos en hileras de plantas leñosas perennes con cultivos anuales sembrados en los espacios interlineales.
- Árboles y arbustos dispersos en potreros: puede ocurrir de manera natural que la vegetación clímax está constituida por la combinación de árboles y arbustos con pasturas.
- Pastoreo en plantaciones de maderables o frutales: en el trópico mexicano es común en plantaciones de mangos, cítricos y otros frutales. En la zona templada es muy común el pastoreo en rodales de pinos tal como es el caso del presente estudio.
- Barreras vivas: con el objetivo de proteger al suelo de la erosión, se considera como sistema silvopastoril cuando el follaje de las leñosas es utilizado para la alimentación animal.
- Cortinas rompevientos: se consideran silvopastoriles cuando rodean áreas de pastoreo o de corte.

El Ajusco representa una zona en donde generaciones previas, han hecho del sistema silvopastoril la forma más apropiada para complementar la actividad ganadera con el cuidado de los recursos aunque la alta frecuencia de los incendios ha sido un factor aún no descifrado mediante el cual los lugareños podrían realizar una ganadería más eficiente.

5.6 Proyecto Ajusco

El proyecto Ajusco da inicio en el año 2000 por parte de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), en colaboración con CONACYT, el Gobierno de la Ciudad de México, CONAFOR y la comunidad de Santo Tomás Ajusco. Dirigido por el Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo, en el proyecto se desarrolla investigación sobre impactos, ecología y manejo integral del fuego y restauración de áreas quemadas en los bosques de altura de las montañas que rodean al valle de México como son el volcán Ajusco al sur de la ciudad, el Desierto de los Leones y la Estación Experimental Zoquiapan al Oriente del estado de México. En sus inicios, con el objetivo de investigar la ecología y silvicultura del fuego en un bosque de *Pinus hartwegii*, los trabajos de investigación han aumentado ya que para la actualidad se han generado 22 tesis y 24 artículos científicos dentro de los cuales se inserta la presente investigación. Siempre encaminado a contribuir con un mejor uso del fuego y disminuir el impacto negativo que los incendios pueden representar, la idea principal del proyecto es propiciar un adecuado balance del fuego que evite la exclusión y por otro lado disminuir la frecuencia de los incendios ya que en cualquiera de los casos, se propicia un desequilibrio al que puede suceder la destrucción del ecosistema.

6. Materiales y métodos

6.1 Lugar de la investigación y tratamientos

El estudio constó de dos componentes que fueron desarrollados en diferentes localidades. La investigación sobre calidad de forraje en su fase de campo se realizó en los terrenos ejidales pertenecientes a los poblados de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, en el Parque Nacional Cumbres del Ajusco, entre los 19°12'25" y 19°16'00" de latitud norte; 99°13'08" y 99°19'17" de longitud oeste.

Los tratamientos consistieron en tres intervalos de tiempo transcurrido desde la ocurrencia de tres incendios forestales. Los tiempos fueron:

Sitio incendiado un año antes .

Sitio con quema prescrita a baja intensidad dos años antes.

Sitio con quema prescrita a alta intensidad seis años antes.

La investigación sobre ganadería tradicional, se llevó a cabo en varias localidades montañosas del valle de México, pero como involucran uso del fuego y el tema causa recelos entre los productores, no se proporcionaron los nombres de las comunidades estudiadas.

6.2 Métodos para la determinación de las variables

La dinámica de la vegetación se determinó únicamente para el estrato herbáceo y dentro de éste, se centró en la gramínea indicadora *Festuca*

tolucensis, por ser esta gramínea identificada por COTECOCA (1979) como una especie nativa y de gran interés en la vegetación de pastizal asociado al *Pinus hartwegii* Lindl, además de ser consumida por el ganado.

Para esta gramínea indicadora se determinó el aporte en cobertura basal mediante intercepto longitudinal de líneas Canfield. En cada sitio se generó una línea de 15 m de longitud tanto en la estación húmeda como en la seca del año, siendo el objetivo unicamente explicar las tendencias para cada estación del año.

El valor nutrimental de *Festuca tolucensis* se determinó por tres principales indicadores: el contenido de fibra insoluble en detergente ácido, contenido de fibra insoluble en detergente neutro, bajo la técnica descrita por Goering y Van Soest (1970), y el el contenido de proteína cruda, bajo el método Macro Kjeldahl, usando el factor 6.25 (A.O.A.C., 1965),. El forraje sobre el que se hicieron estas determinaciones de calidad fue colectado en dos estaciones (húmeda y seca) en octubre de 2007 para la estación húmeda y abril de 2008 para la estación seca del año. En cada momento de colecta se seleccionaron 10 individuos de *Festuca tolucensis* cortados al ras de suelo; cada individuo fue considerado una repetición al realizar el análisis estadístico correspondiente.

El forraje cosechado fue lavado por separado con agua corriente en el laboratorio para retirar toda la contaminación con tierra. Una vez lavado fue

secado a 55°C durante tres días para ser molido en molino tipo Wiley con criba de 1 mm y sucesivamente obtener la calidad.

Las constantes en el uso ganadero del pastizal y los impactos positivos y negativos del fuego en la ganadería y vegetación, se obtuvieron por entrevistas con informantes clave, los cuales de acuerdo con Goetz y LeCompte (1981) son personas que cuentan con conocimientos y estatus especiales y que están dispuestos a cooperar con el investigador, quienes pueden ser principalmente ancianos o personas que se encuentran en contacto directo con la información a la que se quiere tener acceso. Para efecto de la presente investigación se eligió por referencia de vecinos a los propietarios de ganado y terrenos de pastizal los cuales fueron entrevistados teniendo una serie de preguntas previamente establecidas las cuales se dividieron para efecto de estudio en cinco grupos que fueron: descripción de la unidad de producción, manejo de la alimentación, características del pastoreo, apreciación del fuego en la ganadería y mejores resultados del fuego en el pastizal; las entrevistas fueron guiadas de acuerdo al ritmo que el informante lo permitiera a fin de obtener la información acerca de las prácticas ganaderas para el factor uso del fuego. El número de informantes fue 8 debido a la disposición de estos por cooperar en tiempo e información brindada. Las entrevistas se realizaron mayormente en los lugares de trabajo o en las casas de los informantes que contaban también con un sistema de traspatio.

6.3 Manejo y análisis estadístico de la información

Los cálculos para los análisis estadísticos realizados fueron usando el procedimiento General Linear Models (PROC GLM) del programa SAS (Statistical Analysis System) versión 8.0. para microcomputadoras. Para la obtención de la calidad de *Festuca tolucensis* intervienen dos factores posiblemente influyentes en la variable respuesta, y haciendo variar los niveles en cada uno, se trabajó como un experimento factorial 3x2, teniendo un factor (F) como los años transcurridos a partir del último fuego, el otro factor (C) la época del año, con dos niveles (épocas) en su valor. Por lo tanto, el modelo a utilizar fue el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + F_i + C_j + (F \times C)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} = Variable de respuesta

μ = Media general de la variable respuesta para todos los tratamientos

F = Efecto del i ésimo año transcurrido, $i = 1, \dots, 3$

C = Efecto de la j otaésima época del año, $j = 1, 2$

$F \times C$ = Interacción entre factores años y época

ε_{ijk} = Error aleatorio

7. Resultados

7.1 Características agronómicas de *Festuca tolucensis*

El contenido de fibra insoluble en detergente ácido en *Festuca tolucensis* mostró efecto ($p < 0.05$) del tiempo transcurrido desde la aplicación del fuego y la estación del año sin mostrar interacción entre estos dos factores (Cuadro 1). El mayor contenido de fibra insoluble en detergente ácido se encontró en *Festuca tolucensis* con dos años de aplicación de fuego lo que puede obedecer a que el material senescente aún se encontraba adherido a la planta a diferencia de las gramíneas más viejas donde gran parte del material muerto pudo haberse desprendido ya del tallo del pasto para dar lugar a algunos rebrotes de material verde. Los datos distinguen claramente que en la estación seca del año se encuentran los valores más altos de fibra insoluble en detergente ácido en *Festuca tolucensis* independientemente del tiempo a partir de la aplicación del fuego, lo que responde a una menor acumulación de agua y mayor acumulación de componentes sólidos e insolubles en detergente ácido en las plantas; esto reflejado en un incremento superior al 10 por ciento para los tres casos de la estación seca del año a la húmeda.

Cuadro 1. Contenido de fibra insoluble en detergente ácido en *Festuca tolucensis* al variar el tiempo desde la aplicación del fuego y en las estaciones húmeda y seca

Estación del año	Tiempo después del fuego (años)			Promedio
	1	2	6	
		----- % -----		
Húmeda	45.6	50.4	38.9	44.9 b
Seca	49.8	55.8	51.0	52.2 a
Promedio	47.7 b	53.1 a	44.9 b	

a, b Medias en igual hilera o columna con una literal en común no son diferentes ($P < 0.05$; Tukey).

El contenido de fibra insoluble en detergente neutro en *Festuca tolucensis* mostró efecto ($p < 0.05$) del tiempo transcurrido desde la aplicación del fuego y la estación del año, sin efecto de interacción de estos dos factores (Cuadro 2).

El mayor contenido de fibra insoluble en detergente neutro se encontró en *Festuca tolucensis* con más de dos años a partir de la aplicación del fuego.

Festuca tolucensis con dos o menos años de la aplicación del fuego mostró un forraje de mayor calidad al tener un menor contenido de fibra insoluble en detergente neutro, a diferencia de aquel de más de dos años de la aplicación de fuego, lo que puede ser explicado en base a que el fuego más reciente redujo la cantidad de material senescente y no existió el tiempo suficiente para que se aumentara la acumulación de dicho material. Cuando se ha dado un tiempo de seis años luego del fuego, el efecto de remover el material senescente acumulado es superado por la acumulación que se da.

Al igual que con la fibra insoluble en detergente ácido, la insoluble en detergente neutro fue mayor en la estación seca que en la húmeda, indicando plantas que han dejado de presentar un crecimiento activo y acumulando material senescente independientemente de la aplicación del fuego.

Cuadro 2. Contenido de fibra insoluble en detergente neutro en *Festuca tolucensis* al variar el tiempo desde la aplicación del fuego y en las estaciones húmeda y seca.

Estación del año	Tiempo después del fuego (años)			Promedio
	1	2	6	
		----- % -----		
Húmeda	64.4	66.6	66.6	65.9 b
Seca	73.0	68.3	81.5	74.3 a
Promedio	68.7 b	67.5 b	74.1 a	

a, b Medias en igual hilera o columna con una literal en común no son diferentes ($P < 0.05$; Tukey).

El contenido de proteína cruda en *Festuca tolucensis* mostró efecto ($p < 0.05$) del tiempo transcurrido después de la aplicación del fuego, estación del año y de la interacción entre estos factores (Cuadro 3 y Figura 3). En la estación húmeda el máximo contenido de proteína se da con dos o más años después de aplicado el fuego; sin embargo, en la estación seca dos o más años después del fuego muestran un contenido inferior al registrado con un año después del fuego.

Esta tendencia se asocia con el hecho de que a dos o más años hay una reducción en el contenido de proteína cruda de la estación húmeda a la seca pero no cuando solo ha transcurrido un año después del fuego. El comportamiento del contenido de proteína cruda a un año de haber aplicado el fuego contradice lo encontrado con los otros años y lo registrado por otros autores, ya que comúnmente en la época seca al dejar de crecer el tejido vegetal por las bajas temperaturas y la falta de humedad el material se torna senescente y de bajo contenido de proteína (Zaragoza, 1987).

Posiblemente a un año de transcurrido el fuego existió una pobre cantidad de hoja acumulada y con ello la menor concentración de proteína. Aún para el caso de la mayor concentración de proteína no se logra el mínimo de 7% señalado como el mínimo requerido para mantener la funciones fermentativas del rumen (Church, *et al.*, 2009).

Cuadro 3. Contenido de proteína cruda en *Festuca tolucensis* al variar el tiempo desde la aplicación del fuego y en las estaciones húmeda y seca.

Estación del año	Tiempo después del fuego (años)			Promedio
	1	2	6	
	----- % -----			
Húmeda	6.3 bc	6.7 a	6.7 a	6.6
Seca	6.5 ab	6.0 c	6.3 bc	6.2
Promedio	6.4	6.3	6.5	

a, b, c, Medias en igual hilera o columna con una literal en común no son diferentes ($P < 0.05$; Tukey)

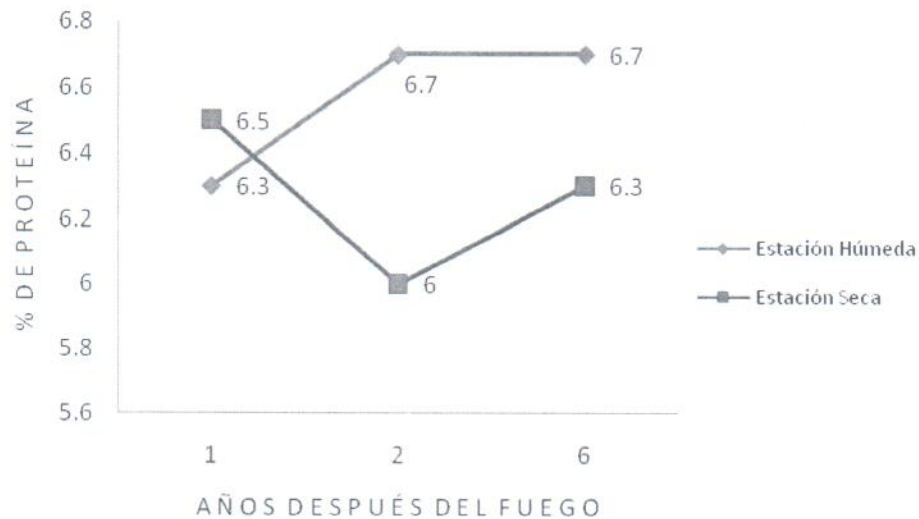


Figura 3. Interacción entre tiempo desde la aplicación del fuego y estación, para contenido de proteína cruda.

A excepción del contenido de proteína cruda que mostró un comportamiento difícil de explicar, de uno a dos años después de la quema se puede esperar un forraje de *Festuca tolucensis* de mayor calidad en términos de menor contenido de fibra, ya con seis años transcurridos desde la aplicación del fuego no se registró ningún efecto positivo en los componentes de la fibra que mostró los valores más altos. Con estos resultados es de esperarse que el forraje de *Festuca tolucensis* tenga un menor consumo una vez que se han superado los dos años luego del fuego.

El porcentaje de cobertura en *Festuca tolucensis* se midió únicamente para poder explicar las tendencias que se presentan en cada estación (Cuadro 3). La tendencia mostrada para la estación húmeda es decreciente a medida que el número de años aumenta, pudiendo ser explicado por la gran cantidad de especies anuales que se presentan en esta temporada y que pueden desplazar

a individuos más pequeños y menos vigorosos de *Festuca tolucensis*. Con respecto a la estación seca del año, se muestra una tendencia inversa a la de la estación húmeda. A menor tiempo del paso del fuego, menor también la cantidad de cobertura basal, siendo esto explicado mediante el hábito perenne de *Festuca tolucensis* y que al paso de los años sigue creciendo y se vuelve más resistente a la estación seca del año. En contraste, con individuos más jóvenes, pueden ser eliminados debido a la selectividad del ganado por plantas más jóvenes y palatables.

Cuadro 4. Porcentajes de cobertura por transecto longitudinal en *Festuca tolucensis*.

Estación del año	Tiempo después del fuego (años)		
	1	2	6
	----- % -----		
Húmeda	35.2	32.1	8.4
Seca	4.3	6.8	10.2

7.2 Manejo tradicional del pastizal en comunidades del Valle de México

Para describir el aspecto de apreciación del uso e impacto del fuego como un componente en el manejo de las áreas de pastoreo en bosques de pino del Valle de México, se presenta información descriptiva de la unidad de producción y algunas prácticas de alimentación que ayuden a entender el contexto en que se da la práctica del fuego.

Los informantes clave, presentan en promedio una edad por arriba de los 50 años y más de 25 años de tener contacto con el fuego como herramienta de manejo en los pastizales, dato que concuerda con la referencia de Rodríguez y Mendoza (1992), y que se puede contrastar con el uso y manejo del fuego como herramienta habitual de supervivencia en la zona de la sabana Australiana (Vigilante, *et al.*, 2009), donde los aborígenes conviven con el fuego desde temprana edad.

Descripción de la unidad de producción. Prácticamente 70% de los productores indicaron una superficie de pastoreo de entre 50 y 150 ha (Cuadro 5), por lo que podrían clasificarse estas unidades de producción de un tamaño mediano a grande. Estas superficies también pueden indicar que el uso ganadero ha sido un factor que ha impedido la pulverización del terreno en pequeñas parcelas agrícolas, como ha sido el caso en otras regiones de México donde el uso agrícola ha promovido este fenómeno.

Tal superficie no es en la mayoría de los casos propiedad privada sino un área asignada al productor del total del área en propiedad comunal (Cuadro 5). Esta situación en parte podría considerarse riesgosa para la estabilidad ambiental de la misma; lo anterior debido a la apreciación de los productores de que en cualquier momento podrían perder el derecho del uso al terreno, ya sea por cuestiones internas de la comunidad o por presiones por la presencia cercana de un área urbana.

En general cuando los productores no se sienten verdaderos dueños del terreno pueden aplicar prácticas para un beneficio en el corto plazo, pero no necesariamente benéficas en el plazo largo, como lo podría ser la aplicación de fuego a intervalos que sólo propicien el crecimiento y persistencia de unas cuantas especies.

El objetivo de casi todas, 87.5% (Cuadro 5) las unidades de producción es de multiespecies, que se resuelve en todas ellas con la producción de becerros para ser engordados en la propia explotación o ser vendidos a terceros y el de producción de corderos con igualdad de destinos que los becerros. Sin embargo, estas unidades de producción multiespecies responden más a las necesidades de mercado bovinos para carne y ovinos para barbacoa, que a intentar una cosecha homogénea en términos de cantidad de biomasa y especies por implementación de pastoreo mixto (vacunos-ovinos). También se debe señalar que los bovinos son rumiantes menos selectivos que los ovinos, por lo que aún estando en un terreno igual, la composición de la dieta puede ser distinta entre estas dos especies animales (Gonzalez, 2002).

El inventario ganadero de las unidades de producción, en su mayoría 87.5%, (Cuadro 5) es conformado por 50 y hasta 200 cabezas, con lo que se asume una relación aproximada de 1:1 entre número de cabezas y superficie en la mitad de los casos. El inventario ganadero de las unidades de producción representa un valor alto, implicando posiblemente el mayor interés que le dan

los productores al número de cabezas que a la productividad que pueden esperar. Por ejemplo asegurar una cría por año por vaca en forma mantenida.

El productor tiene invertido gran parte de su capital destinado a la ganadería en los animales mismos y por consecuencia poca o nula inversión hacia las áreas de pastoreo.

Cuadro 5. Porcentajes de recurrencia en la descripción de la unidad de producción.

Superficie (ha)	
100-149	16.6
50-99	49.9
20-49	33.3
Tipo de tenencia de la tierra	
Comunal	75
Particular	25
Propósito de la unidad de producción	
Monoespecie	12.5
Multiespecie	87.5
Número de cabezas	
100-199	37.5
50-99	50.0
11-49	12.5

Manejo de la alimentación. Dentro de la zona de estudio se observa un comportamiento regular en la forma de alimentación del ganado ya que como principal fuente 100%, (Cuadro 6) se encuentra el pastoreo en la época

húmeda del año donde hay abundancia de materia verde en el forraje, lo que permite disminuir los costos de producción y hacer uso de las zonas de pastizal con las que se cuenta; en la época seca del año, cuando existe escasez de pasto, se lleva a cabo una alimentación con forraje de corte principalmente: Ryegrass (*Lolium sp.*), pasto Ovillo (*Dactylis glomerata L.*) y avena (*Avena sativa*), que son sembrados en las zonas de planicie destinadas a este uso y con las cuales se busca amortiguar de nuevo el costo de la alimentación del ganado, aunque de la misma forma todas las unidades de producción suplementan con granos en la época de escasez y llevan un manejo vitamínico y desparasitación cada seis meses.

Cuadro 6. Porcentajes de recurrencia en el manejo de la alimentación.

Forma de la alimentación	
Pastoreo y corte	100
Suplementación	100
Vitaminas y desparasitante	100
Alimentación en sequía	
Pastoreo y suplemento	12.5
Corte y suplemento	87.5

Las características principales del pastoreo dentro de la zona de estudio (Cuadro 7) muestran que se desarrolla casi en su totalidad un pastoreo libre del ganado lo que implica un pobre control en la alimentación del mismo, dificultando la posibilidad de una suplementación acorde al consumo real de nutrientes de los animales.

La única inversión aparente en las áreas de pastoreo es el abonado de los suelos, práctica indicada por el 88% de los productores. Sin embargo, no existe un seguimiento sobre dosis y definición de momentos en relación al crecimiento de las especies de mayor potencial forrajero. Otra práctica de importancia es la rotación del ganado entre potreros o áreas de pastoreo ya que implica tiempos sin la presencia del ganado para que la vegetación se recupere de la cosecha. En esta práctica de rotación es baja la proporción de productores 12.5%, (Cuadro 7) que la realiza, lo que podría ser indicio de la posibilidad de sobrepastoreo al no permitir descansos para la recuperación de las plantas cosechadas. Una vez que un terreno se ha quemado, todos los productores consideran esa misma superficie como un lugar prioritario para ser pastoreado.

Cuadro 7. Porcentajes de recurrencia en las características del pastoreo.

Tipo de pastoreo	
Libre	75
Controlado	25
Manejo del pastizal	
Abonado	87.5
Abonado y rotación de ganado	12.5
Como se aprovechan las zonas quemadas	
Pastoreo	100

La apreciación del fuego en la ganadería es un rasgo meramente subjetivo proveniente de una tradición en el manejo del ganado para la zona dado que por comentarios de los pobladores, se dificulta mucho la posibilidad de llevar a

cabo un plan de quemas en conjunto con las autoridades que reglamentan dicho rubro, buscando con esto proteger el ecosistema aunque por una parte, la presencia del fuego bajo un régimen de fuego apropiado, es vital en este ecosistema como lo demuestran las diversas investigaciones del Proyecto Ajusco de la UACH.

En las zonas de pastoreo se considera casi en su totalidad que el fuego es un factor benéfico en los pastizales, ya que estimula la aparición del “pelillo”, que es el rebrote del pasto el cual representa una mejor calidad de forraje, dando mejores resultados en la alimentación para el ganado.

Sólo la mitad de los informantes mencionan que de manera indirecta se promueve la presencia del fuego y que existen además otros factores por los que el fuego puede aparecer, como son paseantes u otras causas en la época de sequía.

El fuego se presenta principalmente en los meses secos del año cuando la vegetación tiene menor contenido de humedad y, por lo tanto, su digestibilidad y por consecuencia valor nutrimental decaen y se vuelve menos productivo. En general los largos de llama no son superiores a los cuatro metros. Siendo recurrente el fuego cada dos a cuatro años en una misma zona, principalmente en pedregales y laderas, ya que las zonas de planicie están dirigidas principalmente al establecimiento de praderas de corte.

Acorde con los entrevistados, este espaciamiento del fuego en el tiempo presente favorece la regeneración del arbolado y la vegetación, causando una menor afectación en el hábitat de las especies animales.

Cuadro 8. Porcentajes de recurrencia de la apreciación del fuego en la ganadería.

Las zonas quemadas son problema o ayuda al pastoreo	
Ayuda	87.5
Indiferente	12.5
Se promueve la presencia del fuego	
En ocasiones	25
Casi nunca	25
Nunca	50
Meses de incendios	
Enero – Marzo	37.5
Abril – Junio	37.5
Octubre – Diciembre	25.0
Largo de llama de los incendios (m)	
2 - 4	37.5
1 - 2	50.0
< 1	12.5
Cada cuánto se incendia una misma zona (años)	
3 - 4	42.8
2 - 3	57.2
Qué zonas se incendian	
Ladera	42.8
Pedregal	57.2

Los mejores resultados del fuego en el pastizal (Cuadro 9), representan información empírica, conocimiento tradicional por parte de ganaderos que ha sido adquirida a través de años de observación de los resultados obtenidos en el ganado al consumir el forraje que sucede al paso del fuego y que puede representar el eslabón que permite conjuntar la ganadería con un pastoreo técnico y dar paso de esta manera a una ganadería sostenida en los pastizales. Se observa que los mejores resultados inducidos por el fuego precisan a finales de la temporada seca del año, cuando la vegetación es más susceptible a ser quemada. La cercanía de la temporada húmeda representa el factor más importante para obtener buenos resultados en el rebrote de los pastos, ya que de presentarse el fuego a inicios o mediados de la temporada seca el pasto “no emerge con la misma fuerza” y de ser en la temporada húmeda, la vegetación no se quema “pareja” y quedan remanentes en el terreno, causando competencia tanto por la luz solar como por humedad. Además, esa materia orgánica tarda más en incorporarse al suelo y en aportar nutrientes a las plantas que están por rebrotar y que, por observación, pueden generar una alimentación óptima al ganado durante 1 a 3 años principalmente. Lo anterior permite suponer que el periodo de retorno óptimo para el fuego en el pastizal a efecto de lograr los mejores resultados para el ganado, sería cada 3 años, impidiendo a los pastos acumular materia seca que representa material combustible y que en exceso es causa de incendios de mayores dimensiones y riesgo tanto para la población como para el bosque.

Los horarios de tarde-noche suponen una quema más uniforme, ya que con el sol del día, tanto el terreno como la vegetación han perdido mucha humedad y por tanto el tiempo de permanencia del fuego en el terreno es menor, con lo que piensan se evita la pérdida de organismos presentes en el terreno y la disminución de la afectación a las propiedades del suelo. En contraparte se puede mencionar que los horarios cercanos o ya en la oscuridad representan un mayor problema en cuanto a combate del fuego cuando no se han tomado medidas de prevención y control de los incendios forestales, pues se dificulta el desplazamiento por parte de brigadas y combatientes.

Como un dato aplicable tanto al cuidado del bosque como a los mejores resultados en los pastizales, se encontró que los largos de llama con menos de un metro son los más reconocidos en la zonas de pastizal lo que representa menor daño al arbolado y principalmente un fuego de menor peligro para el combate y supresión.

Cuadro 9. Porcentajes de recurrencia en los mejores resultados del fuego en el pastizal.

Hora del día	
6:00-11:00	25
16:00-21:00	50
21:00-2:00	25
Mes	
Enero – Marzo	12.5
Abril – Junio	62.5
Julio – Septiembre	25.0
Época del año	
Seca	87.5
Indistinto	12.5
Largo de llama (m)	
4 - 2	28.5
2 - 1	71.5
Tiempo que sirve el pasto de las zonas quemadas (años)	
3-2	28.5
2-1	71.5

8. Conclusión

El fuego puede mejorar el potencial ganadero de la cubierta de gramíneas del bosque de *Pinus hartwegii* al mejorar el contenido nutrimental pero este efecto es más evidente en los primeros dos años posteriores al fuego y únicamente en la estación de lluvia que es cuando la cubierta de gramíneas está en crecimiento activo y no durante la época seca.

Los productores locales consideran al fuego como un evento que favorece al uso ganadero sin una claridad sobre otros impactos. Sin embargo, no se encontró evidencia de que hayan desarrollado una estrategia específica y planeada para lograr un Manejo Integral del Fuego.

9. Recomendaciones

Aplicar fuego en gramíneas del bosque de *Pinus hartwegii* mejora el potencial gadero de estas al menos en los primeros dos años luego de aplicado. Sin embargo, no existe un programa de uso del fuego que incorpore este aspecto, es así, que es recomendable desarrollar un manejo integral del fuego que tome en consideración este impacto positivo del fuego.

Aun cuando los ganaderos locales consideran al fuego como una herramienta positiva para mejorar el potencial ganadero del bosque de *Pinus hartwegii* no han desarrollado un programa de manejo quizás por falta de asesoramiento técnico por lo que se abre una oportunidad muy importante para retomar la experiencia de los productores en la definición de un manejo integral del fuego.

10. Literatura citada

Almedom, A., Blumenthal U., Manderson L. 1997. Procedimientos para la Evaluación de la Higiene - Enfoques y Métodos para Evaluar Prácticas de Higiene Relacionadas con el Agua y Saneamiento. International Nutrition Foundation for Developing Countries (INFDC). cap. 5 y 6 apartado 3.

A.O.A.C 1965. Official methods of analysis of the association of agricultural chemist. 10th edition Washington, D.C. pp 744-745.

Aranda, J. M., Martínez del Rio, C., Colmenero L. C. y Magallon, V. M. 1980. Los mamíferos de la sierra del Ajusco. Comisión coordinadora para el desarrollo Agropecuario del D.F. Gobierno del D.F. México D.F.

Benitez, B., G. 1987. Efectos del fuego en la vegetación herbácea de un bosque de *P. Hartwegii* Lindl. En la sierra del Ajusco. In: Rapoport, E. H., Moreno, I. (eds). Aportes a la ecología urbana de la ciudad de México. Limusa. México, D.F. pp 111-152.

C.A.B. International, 2002 Pines of silvicultural importance. *CABI Publishing Series*. 163 p.

Cejudo E., E., Deloya, C. Coleoptera necrófilos del bosque de *Pinus hartwegii* del Nevado de Toluca, México *Folia Entomologica Mexicana* 2005, 44. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=42444107#>

Church, D.C., Pond, W.G., Pond, K.R. 2009 Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa. 636 p.

Clayton, W.D., Harman, K.T. and Williamson, H. 2006. GrassBase - The Online World Grass Flora. Disponible en: <http://www.kew.org/data/grasses-db.html>.

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) 2004. Reporte de Incendios Forestales. Disponible en: www.conafor.gob.mx

CONANP (Comisión Nacional Áreas Naturales Protegidas) 2006. Disponible en : <http://www.conanp.gob.mx>

Espinoza M., L. A., Rdríguez Trejo, D. A. y Zamudio Sánchez, F. J. 2008. Sinecología del sotobosque de *Pinus hartwegii* dos y tres años después de quemas prescritas. *Agrociencia* 42(6): 728-730.

García E. 1981. Apuntes de climatología. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México, D.F. 116p.

García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México. D. F.

Goering, H. y P. Van Soest. 1970. "Forage, fiber analysis". USDA agric handbook no. 379. US government. Printing Officer, Washington DC.

Goetz, J. P.; Lecompte, M.D.; "Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa". Academic Press; 1984; pp. 133 – 135.

Guzman, G. J. 1999. Evaluación de riesgo de degradación en el Ajusco. Tesis de licenciatura. Departamento Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo Edo. de México.

Huffman, M. 2006. Community-based restoration of fire regimes in tropical pinelands, La Sepultura, Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico. In: Fire Regimes and Fire Effects in Mexican Ecosystems. Myers, R.L. and Rodríguez-Trejo, D.A. (coords.). Proceedings 3rd International Fire Ecology & Management Congress. San Diego, California, November 13–17, 2006. Association for Fire Ecology, Washington State University, Tall Timbers Research Station, The Nature Conservancy, San Diego, CA, 324 pp.

Iglesias, A. L. G., Fernández, T. Y. y Martínez, C. J. L. 2006. *Pinus hartwegii* Lindl. del Cofre de Perote en Veracruz, México. Cuadernos de biodiversidad. (20):10-16

Islas M., G. E. 2009. Diversidad del sotobosque y radiación solar en un bosque de *Pinus hartwegii* Lindl. con quema prescrita. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. Chapingo, Edo. de México. pp 26, 32.

Jardel E., J. P., Ramírez R., V., Castillo, F. N., García, S. R., Balcázar, Ó. E. M., Chacón, J. C. M., Morfin, J. E. R. 2006. Manejo del fuego y restauración de bosques en la reserva de la biósfera Sierra de Manantlán, México. In: Incendios Forestales. Flores J, G.G., Rodríguez D, A. T., Estrada O. M., Sánchez F, Z. Mundi Prensa. México, D. F. pp. 216-238.

Martínez, H. H. 2003. Sinecología del sotobosque de *Pinus hartwegii* Lindl. en áreas quemadas. Tesis de Maestría. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo, Edo. de México.

Martínez, H., H. C., Rodríguez, T., D. A. 2008. Species diversity after prescribed burns at different intensities and seasons in a high altitude *Pinus hartwegii* forest. Interciencia. 33(5):340-342.

Maynard, L. A. 1937. Interpretation of variations in plants composition in relation to feeding value. Journal of the American Society of Agronomy. 29(3) :504-551.

Miranda, F., E. Hernández X. 1985. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. In: Xolocotzia. Tomo I. Rev. Geog. Agríc. UACH. Chapingo, Estado de México. pp: 41-162.

Musalem, M.A. 2001. Sistemas agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma Chapingo. p 8-10.

Myers, Ronald L. 2006. Convivir con el fuego– Manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el Manejo Integral del Fuego. Ed. The Nature Conservancy, Florida, Estados Unidos. Disponible en: www.tncfuego.org

Ortiz C., H. 2007. Plan de manejo del zacatuche (*Romerolagus diazi*) para fomentar su reproducción. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Edo. de México.

Pantoja C., V. 2008. Las dos caras del fuego:-Invitando a reflexionar sobre la "cara buena" y la "cara mala" del fuego. Ed. The Nature Conservancy, Florida, Estados Unidos. Disponible en www.tncfuego.org

Perry, J., P. (1991) The pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland, OR, USA. 231 p.

PRONATURA ASOCIACIÓN CIVIL, 2009. Disponible en : http://www.pronatura.org.mx/centro_occidente/ajusco.php

Rodríguez T., D. A., Mendoza B., M. A. 1992. Incendios forestales provocados. Agrociencia. 2(1):81-82.

Rodríguez T., D. A. 1996. Incendios forestales. Ediciones Mundi-Prensa. UACH. México D.F. p 630.

Rodríguez T., D. A. 2000. Propuesta de manejo del fuego. En: Rodríguez Trejo, D. A., Rodríguez Aguilar, M., Fernández Sánchez, F. y Pyne, S. J. Educación e Incendios Forestales. Mundi Prensa. México, D. F. pp. 189-194.

Rodríguez T., D. A. y Fulé, P. Z. 2003 Fire ecology of Mexican pines and fire management proposal. International Journal of Wildland Fire 12 (1): 23-37.

Rodríguez T., D. A. 2004. Investigación en manejo Integral del Fuego. Revista Forestal enero-febrero 2004. México D.F. pp 45,46.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México. p 432.

Rzedowski, J. 1981. Guías Botánicas de excursiones en México IV. Sociedad botánica de México. Publicación conmemorativa 1981. 61p.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2007, obtenido del portal: <http://www.sagarpa.gob.mx/v1/desarrollorural/publicaciones/fichas/listafichas/T-12-01.pdf>

SMA (Secretaría del Medio Ambiente) 2009. Disponible en : <http://www.sma.df.gob.mx/sma/index.php?opcion=26&id=320>

Sullivan, J. F. y Garber, R. J. 1947 Chemical composition of pasture plant. Agricultural Experiment Station State College, Pennsylvania. Bul. 489. pp 61.

Susano, H. R. 1981. Efecto del pastoreo de bovinos sobre la dinámica de la vegetación herbácea en bosques de *P. Hartweggii Lindl.* Tesis de licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Edo. de México. 110 p.

UACH (Universidad Autónoma Chapingo). 2004. Evaluación del programa nacional de incendios forestales de la CONAFOR, ejercicio fiscal 2003. Comisión Nacional Forestal. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php?l1=4&l2=2&l3=12#2003>

Vigilante, T., Murphy, B. P. y Bowman, M. J. S. 2009. Aboriginal fire use In Cochrane, M. A. (Coordinator). Australian tropical savannas. Ecological effects and management lessons. *In: Tropical Fire Ecology. Climate change, Land use and ecosystem Dynamics.* Cochrane, M. A. Ed. Springer. pp. 143-161.

Zaragoza R., J. L. 1987. Producción y calidad de dos pastos nativos de bosque de *Pinus hartwegii Lindl.* en Zoquiapan, Edo. de México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Edo. de México. pp 1, 39-41.

11. Anexos

ENTREVISTA A PRODUCTORES

Superficie con la que cuenta cada productor

¿De cuántas cabezas consta su hato? _____

¿Cual es el principal propósito del ganado?

Carne _____ Leche _____ Doble propósito _____

¿Cuál es la forma en que se maneja la alimentación (meses)?

Pastoreo _____ Confinado _____ Suplemento _____

¿Cómo se alimenta al ganado en época de sequía?

¿Dan algún manejo al pasto?

¿El pastoreo es?

Libre _____ Controlado _____

¿Cada productor tiene alguna área designada para el pastoreo de su ganado?

Sí _____ No _____

¿Esa área es comunal o pertenece a cada productor?

¿Las zonas quemadas significan un problema o una ayuda al pastoreo de su ganado?

En caso de ser un problema, ¿explique por qué lo es?

En caso de ser una ayuda ¿explique por qué lo es?

De alguna forma promueve la presencia de fuego?

Existe alguna época del año en que el fuego es de mayor beneficio para la alimentación del ganado.

¿De qué forma se aprovechan las zonas quemadas?

¿En qué meses y con qué largo de llamas suceden los incendios?

¿A qué hora del día, en que mes y con que largo de llama suceden los incendios que dan mejor forraje?

Hora:

Fuerte _____ Medio _____ Bajo _____

Mes:

Largo de llama

¿Cada cuánto se incendia una misma zona?

1 año _____ 2 años _____ 3 años _____ Más (número) _____

¿Qué zonas son las que se incendian principalmente?

Planicies _____ Laderas _____ Otros _____

¿Cuántos años les sirve el pasto de las zonas quemadas?

1 año _____ 2 años _____ 3 años _____ Más (años) _____

¿Cuántos años tiene haciendo uso del fuego para mejorar el pasto?

¿Cuándo fue la primera vez que se ayudó del fuego en sus tareas?

¿Cómo lo utilizó en dicha ocasión y de que tamaño?

¿Cómo lo ayudó o perjudicó dicho fuego?

Cuadro 10. Análisis de varianza para contenido de fibra insoluble en detergente ácido en la especie indicadora *Festuca tolucensis*.

Fuente de variación	de	Grados de libertad	Suma de cuadrados	de Cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Años de la quema		2	688.4571	344.2285	10.4	0.0002
Epoca del año		1	784.4268	784.4268	22.88	<.0001
Interacción añosxépoca		2	181.5892	90.7946	2.65	0.0799
Error		54	1851.1815	34.2811		
Total		59	3505.6547			

Cuadro 11. Análisis de varianza para contenido de fibra insoluble en detergente neutro en la especie indicadora *Festuca tolucensis*.

Fuente de variación	de	Grados de libertad	Suma de cuadrados	de Cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Años de la quema		2	489.1574	244.5787	8.63	0.0006
Epoca del año		1	1056.5805	1056.5805	37.28	<.0001
Interacción añosxépoca		2	429.1928	214.5964	7.57	0.0013
Error		54	1530.3894	28.3405		
Total		59	3505.3202			

Cuadro 12. Análisis de varianza para contenido de proteína cruda en la especie indicadora *Festuca tolucensis*.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Años de la quema	2	0.2037	0.1018	0.53	0.5910
Epoca del año	1	1.4222	1.4222	7.41	0.0087
Interacción añosxépoca	2	2.0726	1.0363	5.40	0.0073
Error	54	10.3593	0.1918		
Total	59	14.0580			