

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**Quema prescrita como herramienta en el manejo de pastizales**

**Por:**

**Isael Zafra Peralta**

**MONOGRAFÍA**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Saltillo, Coahuila, México**

**Diciembre de 2019**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Quema prescrita como herramienta en el manejo de pastizales

POR:

**ISABEL ZAFRA PERALTA**

MONOGRAFÍA


QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**


Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
MC. Luis Pérez Romero

Asesor principal

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Gilberto Gloria Hernández

Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
MC. Myrna J. Ayala Ortega

Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Dueñez Alanís

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Diciembre de 2019

## **I. AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

Por permitirme llegar a concluir una etapa importante de mi vida, por guiarme y cuidar siempre de mi familia

### **A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

Por permitir realizar mis estudios siendo con profesores de gran calidad.

### **A MIS ASESORES**

**Mc. Luis Pérez Romero.** Por su amistad y apoyo durante la carrera, por darse el tiempo de supervisar este trabajo.

**Ing. Gilberto Gloria Hernández.** Por su amistad y formar parte de este trabajo con sus conocimientos y recomendaciones.

**mc. Myrna J Ayala Ortega.** Por su conocimiento compartido, por ser sinodal y aportar sus conocimientos a este trabajo.

### **A LOS MAESTROS QUE ME IMPARTIERON CLASES**

A todos los que me compartieron de sus conocimientos adquiridos y se tomaron el tiempo para guiarme.

### **A TODAS LAS PERSONAS QUE LABORAN EN LA UNIVERSIDAD**

Por el esfuerzo que se hace todos los días para cuidar y mantener esta institución

### **A MIS ABUELOS**

Que me han apoyado de principio a fin en esta etapa.

### **A MIS AMIGO Y COMPAÑEROS**

A Heradio, Edgar, Figueroa, Juanjo, Everardo, Samuel, Reséndiz, Valeriano, Óscar, Laura, Montse, Romualdo, Roberto Y Todos Los Que Olvide Mencionar, Por Su Apoyo Brindado Y Buenos Momentos.

## **II. DEDICATORIA**

### **A mis abuelos**

**Tomasa Hernández Flores y Ausencio Zafra García.** Por ser como mis padres cuidándome, educándome, apoyándome y aconsejándome para ser la persona que hoy en día soy.

### **A MIS PADRES**

**Andrea Peralta Jiménez Y Hildeberto Zafra Hernández.** Por haberme dado la vida.

### **A MI ESPOSA**

**Mariela Sandoval Flores.** Por permitirme ser parte de su vida y darme la dicha de ser padre.

### **A MIS HIJOS**

**Eileen y Alan Zafra Sandoval.** por ser mi motivación y los mas grande que me ha sucedido.

### **A MIS TIOS**

**Mayte Zafra Hernández y Leoncio Morales Neri.** Por apoyarme siempre y durante mi carrera.

### **A MI PRIMO**

**Oswaldo Morales Zafra.** Por ser siempre un buen compañero y amigo.

### **A MIS HERMANOS**

**Ana, Flor, Lizet y Roberto.** Por su cariño brindado.

### III. ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. AGRADECIMIENTOS.....	I
II. DEDICATORIA .....	II
III. ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	III
IV. ÍNDICE DE FIGURAS .....	V
V. RESUMEN .....	1
VI. INTRODUCCIÓN.....	3
VII. JUSTIFICACIÓN .....	4
VIII. OBJETIVOS .....	4
IX. METODOLOGÍA.....	4
X. REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
1. GENERALIDADES .....	5
1.1. Quema prescrita .....	5
1.2. Historia de la quema prescrita .....	6
2. DIFERENCIA ENTRE INCENDIOS FORESTALES Y QUEMAS PRESCRITA .....	8
2.1. Incendio forestal.....	8
2.2. Quema prescrita .....	9
3. SUCESIÓN ECOLÓGICA .....	9
3.1. Tipos de sucesión .....	10
4. ADAPTACIONES DE PLANTAS AL FUEGO .....	11
4.1. Plantas bienales.....	12
4.2. Plantas perennes .....	12
4.3. Plantas anuales .....	13
4.4. Plantas leñosas.....	13

5. BENEFICIOS DEL FUEGO PRESCRITO .....	14
5.1. Calidad y producción de forraje .....	14
5.2. Ciclo de nutrientes .....	15
5.3. Control de maleza.....	15
5.4. Vida silvestre.....	16
6. REALIZAR UNA QUEMA PRESCRITA.....	16
6.1. Equipo necesario .....	17
6.2. Condiciones climáticas adecuadas .....	17
6.3. Planificación de la quema prescrita .....	19
6.4. Factores que influyen en el comportamiento del fuego.....	21
6.5. Consideraciones para realizar la quema.....	22
6.6. Quema de plantas de estación fría .....	23
6.7. Cuando no realizar una quema.....	24
6.8. Técnicas de quemado.....	27
6.9. Prácticas de contención del fuego .....	29
7. EFECTOS DE LA QUEMA PRESCRITA EN LA VIDA SILVESTRE .....	30
8. USO DE PARCHES PARA PASTOREO.....	31
9. USO DE SOFTWARE EN LA QUEMA PRESCRITA.....	36
10. COSTO DE LA QUEMA PRESCRITA.....	37
11. NORMAS Y LEYES PARA LA REALIZACIÓN DE QUEMAS Y CONTROL DE INCENDIOS.....	37
XI. CONCLUSIONES.....	40
XII. RECOMENDACIONES .....	41
XIII. BIBLIOGRAFIA.....	42

## IV. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: sucesión ecológica.....	11
Figura 2: técnicas de quemado.....	28
Figura 3: guarda fuegos.....	30
Figura 4: faces y época de recuperación.....	33
Figura 5: rotación a 3 años con quemas.....	35

## V. RESUMEN

El fuego junto con otros factores como el clima y los animales han moldeado el medio ambiente de no ser por estas causas lo que ahora son áreas de grandes pastizales estarían dominados por densos bosques, gran parte de la vegetación que lo forma esta constituida por plantas adaptadas al fuego, es decir que después de la quema tienen una buena germinación y favorable crecimiento, también a generar su propio combustible con la materia muerta que generan.

Los primeros en realizar quemados para fueron los nativos usándola sin tener en cuenta muchas veces podría erosionar los suelos y así mismo ahora su uso es como una herramienta para la mejora de pastizales debido a sus diferentes aplicaciones y el bajo costo que genera.

Se define como quema prescrita a el uso del fuego para reducir vegetación muerta favoreciendo el rebrote de nueva y al remover el exceso de materia orgánica que podría desencadenar un incendio forestal. Esta práctica es un proceso natural que interviene en la sucesión ecológica como perturbación que se puede dar de forma natural o por medio de esta práctica, cuando se genera fuego que no fue planificado puede tener un impacto negativo.

Algunas plantas están adaptadas al fuego estas esconden sus puntos de crecimiento bajo el suelo o se reproducen por rizomas, al contrario de otras que sus puntos de crecimiento quedan expuestos al fuego o se reproducen únicamente por semillas, las plantas leñosas pueden soportar el fuego y otras no dependiendo del grosor de las de la corteza y la composición de esta.

Las quemados no se recomienda hacer quemados en suelos arenosos y con malas condiciones climáticas al igual que con áreas con pendientes mayor al treinta por ciento ya que se quedan descubiertos expuestos a la erosión hídrica. También no se recomienda cuando la humedad está por debajo del 30% y la temperatura superior a 27° C. y velocidad del viento superior a 25km/h.



Se puede utilizar parches quemado para pastorear ganado debido a que el ganado selecciona estas áreas donde los retoños brotan arduamente evitando así la rotación del ganado aminorando los costos de manejo y dejando descansar ciertas áreas. Estudios demuestran que esta práctica tiene gran similitud a el pastoreo rotacional.

Para realizar la quema prescrita se deben tomar en cuenta las varias consideraciones como la colocación de un corta fuego o guarda raya, condiciones climáticas, áreas sensibles al humo, notificación a las autoridades, un plan para el encendido y secuencia de la quema, equipo y medidas de seguridad adecuadas. El viento no debe ser mayor a 25 kilómetros por hora, pero por arriba de los 8 kilómetros por hora y la humedad debe estar entre 30 y 50%.

Las técnicas de quemado dependen de cada propósito, las técnicas son contra el viento a favor del viento, de cabeza o flancos, en tiras y combinando estas como iniciar varios puntos de quema dentro del área a quemar.

El fuego también afecta a la vida silvestre despejando áreas que son buenas para las aves o generando brotes para los animales que pastorean.

En la actualidad se pueden utilizar herramientas electrónicas para recopilar información y tener una manera de medir los resultados tal es el caso del software llamado The Grazing Manager que se ha desarrollado en la universidad de Texas A&M, así mismo Canadá cuenta con su programa para llevar a cabo las quemas, es muy posible que en futuro se sigan desarrollando nuevas técnicas y herramientas electrónicas que ayuden a realizarla.

El costo que genera una quema depende de muchos factores y las metas que se pretendan, los costos registrados por la Texas A&M en 1999 variaban desde \$1.00 a \$16.00 dólares/ha.

**Palabras clave:** manejo de pastizal, quema prescrita, pastoreo en parches, sucesión ecológica.

## VI. INTRODUCCIÓN

El uso del fuego puede ser beneficioso si se utiliza adecuadamente para ello es necesario tomar en cuenta factores que influirán en los resultados. El fuego ha sido utilizado desde el inicio de la humanidad, ha moldeado paisajes y es una herramienta que sigue utilizándose día a día. Con la llegada de maquinaria y otros métodos que implican menor riesgo el uso de fuego se fue desplazando a pesar de ser un método que genera un menor costo.

Esta práctica puede generar grandes beneficios como mejorar la calidad del forraje, terminar o aminorar alguna plaga, prevenir incendios forestales de gran magnitud, el crear espacios aptos para la vida silvestre, pero para ello es necesario comprender como se generan estos cambios mediante el estudio y análisis de los resultados. Así también como puede crear un beneficio puede causar perjuicios como dejar suelos descubiertos que se pueden erosionar, incrementar el crecimiento de plantas no deseadas y retrasar las etapas de crecimiento del forraje, lo que significaría una pérdida para los ganaderos.

Para poder realizar una quema prescrita es necesario tener la experiencia y conocimientos, así también tener en cuenta cuales son los que esta práctica requiere ya que se puede tornar peligrosa. El conocer las técnicas de quemado y la contención del fuego, los factores que influyen en el comportamiento del fuego, el cómo las plantas responden después de la quema, las condiciones climáticas en las que no debe quemar y el costo que genera, lograra que el encargado de la quema tome las decisiones para lograr los objetivos con éxito.

El quemar pastizales puede ayudar al manejo del ganado creando parches que los animales prefieren pastar sin la necesidad de estarlos rotando, gastando en cercas y bebederos, generando un ahorro en el manejo.

Actualmente el uso de la tecnología se puede aplicar para realizar esta práctica facilitando la toma de decisiones y resultados, seguramente en un futuro podrá realizarse completamente por medio de la tecnología.

## **VII. JUSTIFICACIÓN**

México cuenta con 118,320 km<sup>2</sup> de pastizales que requieren un manejo adecuado para conservarlos y poder producir, los usos de otras técnicas de manejo pueden ser más costosas y menos efectivas por lo que tener el conocimiento sobre las quemadas son de mucha ayuda.

Esta es una práctica que no se usa regularmente en México como sus países vecinos Estados Unidos y Canadá que son pioneros y cuentan con mucha información y uso de tecnologías de las cuales se pueden tomar en cuenta para poder tener ese mismo nivel.

Que la información recopilada en este trabajo sirva a los que se interesen en realizarla esta práctica para el beneficio de los ganaderos.

## **VIII. OBJETIVOS**

Analizar los problemas del manejo de pastizales los altos costos que genera su rehabilitación y que son un problema para los ganaderos.

Identificar la situación actual que limita el uso del fuego por los riesgos que este genera y tratar de hacer conciencia en su uso.

Proponer una práctica que se adapta a los objetivos y metas de los ganaderos que les genere resultados visibles en su producción.

## **IX. METODOLOGÍA**

El procedimiento de esta monografía se realizó en tres etapas la cuales consiste en:

- Identificar un problema de interés y acorde a la carrera.
- Buscar información, analizarla e interpretarla.
- Redactar y llevar una revisión por los asesores

## **X. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1. Quema prescrita**

También conocidas como quema controlada, incendio prescrito, ecoquema o incendio intencionado, es el uso del fuego para reducir vegetación acumulada bajo una serie de consideraciones y prácticas que pueden controlar la intensidad del fuego, la duración, la época del año en que se realiza la quema todo esto dependiendo de los objetivos como mejorar el hábitat de la vida silvestre, eliminar la acumulación de combustible que pueda desencadenar un incendio forestal, eliminar plantas no deseadas y mejorar los forrajes disponibles para el pastoreo. Se deben tomar en cuenta muchas consideraciones para poder obtener una quema efectiva y segura dando así los resultados deseados de esta práctica. (Plana 2015)

Los objetivos de manejo más comunes que pueden lograrse con el uso de quemas prescritas en pastizales son:

- Mejorar la accesibilidad al forraje
- Incrementar la producción forrajera y ramoneo
- Reducir arbustos y cactáceas
- Control selectivo de herbáceas o zacates
- Mejorar la composición herbácea
- Mejorar la distribución del pastoreo del ganado y fauna silvestre
- Mejorar la disponibilidad de forraje y ramoneo
- Mejorar la calidad y gustosidad del forraje
- Incrementar la producción animal
- Remover el exceso de mantillo y materia orgánica del suelo
- Control de ciertos parásitos y plagas

- Mejorar el ciclo de nutrientes

Los objetivos de manejo claros permiten determinar las características del fuego para maximizar los beneficios, minimizar los daños y tener una quema sin riesgos.

## **1.2. Historia de la quema prescrita**

El fuego junto al clima y los animales de pastoreo fueron las principales fuerzas de interacción que han realizado un papel importante en el medio habiente moldeando la estructura de la vegetación favoreciendo y manteniendo su diversidad y estabilidad, de no ser por el fuego gran parte de lo que ahora son pastizales serian bosques de dosel cerrado. Los pastizales tienden a responder favorablemente al fuego porque estas plantas están adaptadas al fuego. Es decir, reaccionan bien al fuego, con un rápido crecimiento, buena germinación de semillas, incluso proporcionando su propio combustible (materia seca) para transportar el fuego al momento de realizar una quema.

Antes del asentamiento europeo, incendios forestales y quemas fueron realizadas por relámpagos o los indios nativos de América. En la antigüedad se creía que los rayos eran la fuente principal de ignición, lo que desencadenado la mayoría de los incendios a la temporada de lluvias cuando las condiciones de combustión hubieran favorecido a incendios pequeños de baja intensidad debido a la gran cantidad de humedad que se encontraba ya que los pastos estaban rebrotando.

Sin embargo, estudios revelan que los indios realizaban quemas en cualquier estación del año y que la mayoría paisajes y vegetación previos al asentamiento son resultados de la actividad humana. Los indios usaban fuego para realizar la caza, para la guerra, para señalización, para tener espacios abiertos para la agricultura y para reducir las poblaciones de insectos alrededor de las aldeas. Otra gran cantidad de incendios fue por el descuido de fogatas o fueron establecido simplemente para el esparcimiento. También se realizaban incendios para atraer vida silvestre con el nuevo

crecimiento de rebrotes frescos como se realiza hoy en día con el pastoreo con parches, en esas épocas usaban el fuego deliberadamente aun que en la actualidad se sigue realizando estas prácticas sin control alguno.

El fuego no es solo una perturbación natural, también puede usarse como una excelente herramienta para manejar pastizales nativos, evitar incendios forestales incontrolables y tener una rotación del ganado, que otorgara una serie de beneficios a los ganaderos y administradores de pastizales. El fuego tiene muchos efectos beneficiosos en los pastizales más allá de limitar el crecimiento de árboles y arbustos. Una de las más obvias es que el crecimiento de pastizales después de una quema la producción de forraje será de mayor calidad. Los nativos americanos y los primeros colonos europeos estaban conscientes de esto y frecuentemente quemaban pastizales para mejorar el forraje para la caza y el ganado.

La quema previa al asentamiento interactuó estrechamente con el pastoreo. La vida silvestre no solo buscó áreas recién quemadas, sino que las áreas quemadas que luego fueron fuertemente pastoreadas tendrían a arder con menos intensidad o no quemarse en los incendios posteriores. Mientras tanto, las áreas que escaparon del fuego se rozarían menos, permitiendo una acumulación de combustible que promovería incendios intensos más tarde.

El clima, incluyendo factores como sequias, vientos casi constantes y los incendios ayudo a disminuir o suprimir la vegetación leñosa que anteriormente se habría desarrollado.

En la conquista cuando los europeos se asentaron en las Grandes Llanuras, llevo con ellos otra manera y forma de utilizar el fuego, para ellos tenía otra manera de verse ya que, así como se podía usar como herramienta también podría ser un arma que destruía propiedades, descubría el suelo e inclusive podía acabar con la vida humana, con esta costumbre y manera de ver el fuego este no se utilizaba ampliamente como herramienta para la agricultura y ganadería.

El papel del fuego en la manipulación de comunidades de plantas no se examinó críticamente hasta la década de 1960. el fuego se reintrodujo en el sureste y noroeste

de Estados Unidos para mejorar la regeneración forestal y el hábitat de la vida silvestre. El interés por la quema como práctica de gestión de la tierra tiene desde entonces aumentó ya que otras prácticas de gestión, como aplicación de herbicidas o cortes, puede ser ambientalmente arriesgado, ineficaz o demasiado costoso. Incluso hoy en día, los ganaderos en las Grandes Llanuras y partes del sur, especialmente Florida, todavía dependen de la quema anual o bienal para mejorar la calidad y cantidad de forraje. (Stubbendieck, *et al.*2007).

## **2. DIFERENCIA ENTRE INCENDIOS FORESTALES Y QUEMAS PRESCRITA**

### **2.1. Incendio forestal**

Los incendios forestales y los incendios prescritos difieren en la mayoría de los aspectos. Los incendios forestales no son planificados y generalmente se deben a rayos o negligencia humana o malicia. Los incendios forestales generalmente ocurren durante períodos secos prolongados cuando los niveles de humedad del suelo son bajos y las plantas están muy estresadas o cuando las plantas son deseables están creciendo. (CONAFOR. 2010) Tales incendios mal programados pueden reducir rendimientos de forraje y otros efectos indeseables como:

- Dejar el suelo desnudo
- Aumentar la cantidad y la fuerza del escurrimiento del agua
- Acaba con plantas deseables
- Aumentar la probabilidad de la pérdida de suelo (erosión) debido a las acciones del viento y del agua.
- Aumentar el impacto de la lluvia y sellar los poros del suelo
- Aumentar la evaporación de la humedad del suelo

## **2.2. Quema prescrita**

A diferencia de, los incendios prescritos se planifican y conducen en el momento adecuado, y de manera segura, para cumplir con objetivos específicos de gestión. Típicamente, las plantas deseables son latentes, la humedad del suelo es suficiente para apoyar el crecimiento de la planta después del incendio, y las condiciones ambientales favorables aseguran un comportamiento predecible del fuego y simplifican el control. Algunos de sus beneficios son:

- Reduce de modo seguro especies de arbustos y cactáceas
- Reduce la cantidad de arbustos, matorral y arboles
- Incorpora rápidamente nutrientes al suelo
- Hace que se vigoricen los zacates amacollados al remover la materia seca y expone al tejido meristemático a la luz del sol.
- Reducir la probabilidad de establecimiento de plantas pertenecientes a una sucesión avanzada.
- Control de ciertos paracitos y plagas
- Remueve el mantillo y el exceso de materia orgánica del suelo

## **3. SUCESIÓN ECOLÓGICA**

Sucesión ecológica es el proceso dinámico que modifica los ecosistemas y desarrolla la estabilidad en el transcurso del tiempo, así pues, se denomina sucesión ecológica a los cambios progresivos de la comunidad biótica en el ecosistema a través del tiempo (López *et al.*,2006). Tales alteraciones que se presentan en el ecosistema abarcan de lo simple a lo complejo en secuencia: roca desnuda, líquenes, hongos, helechos, pastos, hierbas, arbustos, matorrales y árboles. Generalmente es un proceso dirigido por plantas en que los cambios en estas repercuten en los animales. Finalmente, este proceso termina en un ecosistema estabilizado que se mantiene conocido como clímax.



### 3.1. Tipos de sucesión

Existen dos tipos de sucesión según el tipo de suelo o sustrato a partir del cual se inicia.

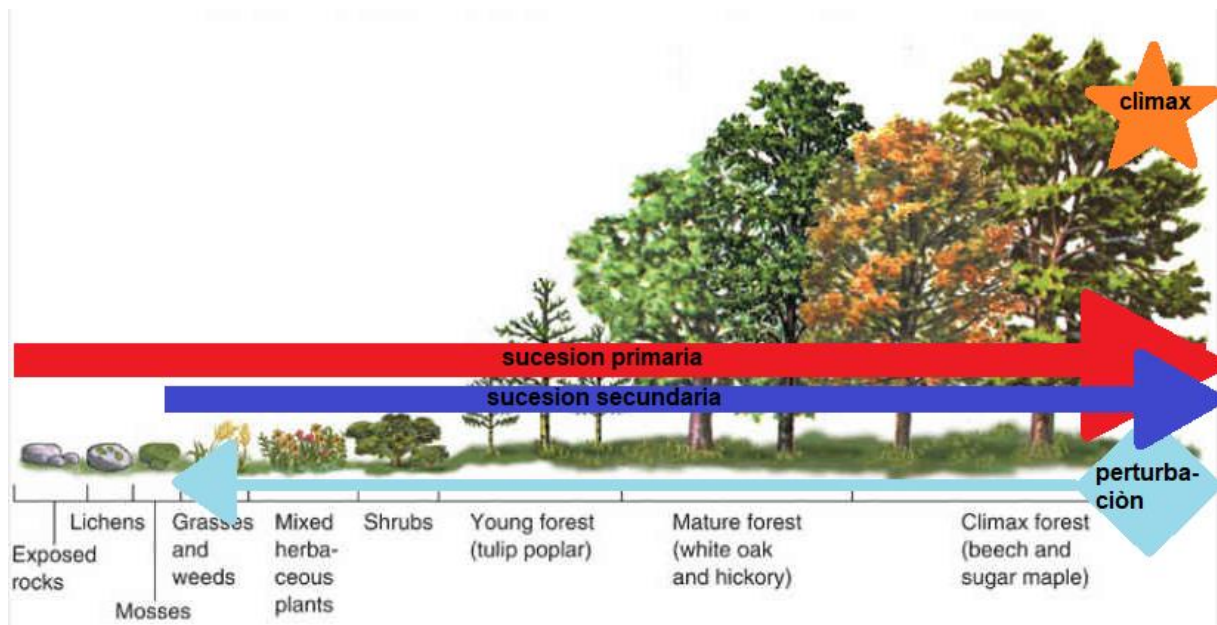
**Sucesión primaria.** Este tipo de sucesión es la que se inicia en lugares inhóspitos donde no hay suelo, donde la roca se encuentra desnuda, tal como lava volcánica, dunas de arena y terrenos erosionados. Primero la meteorización, degradación y un conjunto de procesos físicos y químicos rompen la roca madre, de esta forma empieza a colonizarse por líquenes y musgos conocidas como especies pioneras que son capaces de crecer en sustratos de poca profundidad y poca cantidad de materia orgánica. Los ciclos biológicos de estos organismos colaboran a la degradación de la roca y liberación de los nutrientes, también aportan materia orgánica cuando mueren creando capas de suelo, esto favorece a la llegada de otras especies como plantas anuales que solo tienen un año de vida, estas posteriormente serán remplazadas por plantas perenes que tienen un tiempo mayor de vida, si la comunidad sigue evolucionando después podrían germinar plantas arbustivas y así sucesivamente hasta finalmente crecer un bosque donde se estaría llegando al clímax.

Lo mismo sucede con los animales, ya que los primeros en establecerse serán los insectos y otros invertebrados que junto con algunos pequeños reptiles que las rocas les genere protección, posteriormente llegaría pequeñas aves que se alimenten de los insectos y semillas de la vegetación, a medida que la comunidad vegetal se vuelve más compleja aparecen pequeños mamíferos hasta que finalmente llegaran grandes mamíferos y sus depredadores ya que el ecosistema les proporciona el suficiente alimento y resguardo.

**Sucesión secundaria.** Esta ocurre de manera rápida por que se inicia sobre un suelo maduro lleno de nutrientes donde existió previamente un ecosistema desarrollado que, por medio de un disturbio natural o humano, como un bosque talado, un área agrícola abandonada, áreas después de un incendio forestal o una quema prescrita terminó con la vegetación dejando el suelo disponible para iniciar

con la sucesión. Un ejemplo es la de los grandes bosques que son despejados por incendios, el incendio quema la mayor parte de la vegetación y mata los animales que no pueden huir, los nutrientes regresan al suelo en forma de cenizas y dado que ya cuenta con un suelo con materia orgánica, este puede ser colonizado de manera más rápida que con el suelo desnudo de la sucesión primaria. (Miller, Espoolman 2009)

**Figura 1: sucesión ecológica**



Fuente: <https://www.pinterest.at/pin/200128777177625926/>

#### 4. ADAPTACIONES DE PLANTAS AL FUEGO

La forma en que una planta responde al fuego depende de la altura sobre el suelo de sus puntos de crecimiento, una función de la madurez de la planta y las características de crecimiento de la planta. Si los puntos de crecimiento están por encima de la superficie del suelo al alcance de temperaturas letales, la planta probablemente se dañará o morirá. Los pastos perennes que toleran el fuego cuando

están inactivos tienen puntos de crecimiento debajo de la superficie del suelo. Generalmente, un incendio elevará la temperatura de la parte superior del suelo arriba de 1 cm. Solo momentáneamente. Los pastos anuales y las plantas de hoja ancha se dañan cuando se queman durante el crecimiento activo.

#### **4.1. Plantas bienales**

Las bienales las que completan su ciclo de vital en dos años (Raven *et al.* 1992) estas también pueden dañarse durante una quema intensa si es que estos elevan sus puntos de crecimiento. Al contrario, con las plantas perennes tienen diferentes tipos de respuestas a la quema basadas en estrategias reproductivas y posición de los puntos de crecimiento que han desarrollado a través de su evolución.

#### **4.2. Plantas perennes**

Los pastos perennes pueden ser dañados si la quema se realiza cuando la planta se encuentra en un estado de recuperación de sus carbohidratos o en periodo de rebrote. Por lo tanto, la sincronización del fuego puede usarse para favorecer los pastos deseables y suprimir los pastos indeseables.

Las plantas perennes que pueden reproducirse vegetativamente a partir de rizomas que se encuentran resguardadas en el subsuelo no se verán afectadas ya que donde se sufre mayor afectación es por arriba de un centímetro del suelo. por el contrario, al quedar sin materia lignificada que le estorbe y le genere sombra no pudiendo absorber la energía solar, generara con un estímulo que inicie con nuevos brotes después haberse realizado la quema. Tales especies pueden ser: *Hilaria mutica* Buckley. *Achnatherum clandestinum* (Hack.) Barkworth. *Bothriochloa barbinodis* (Lag.) Herter.

### **4.3. Plantas anuales**

Las plantas que se reproducen únicamente por semillas, plantas anuales, como: *Avena fatua* L. *Bouteloua barbata* Lag. *Chloris virgata* Sw. *Melinis repens* (Willd.) Zizka. *Salsola tragus* L. *Setaria adhaerens* (Forssk.) Chiov., pueden ser exterminadas por el fuego si sus puntos de crecimiento en las puntas de las sus culmos son expuestos a temperaturas letales, lo que ocasionara que esta no llegue a una madures donde se reproduzca y genere semillas asegurando así que el próximo año no se tenga una alta presencia de estas plantas. (Raven *et al.* 1992)

### **4.4. Plantas leñosas**

La planta leñosa tiene una mayor resistencia a el daño por el fuego ya que sus puntos de crecimiento están muy por encima de las llamas que se generarían con quemar zacates. Su corteza al ser gruesa funciona como escudo que protege el tejido vascular. El nivel de protección que brinda la corteza depende de su grosor, composición, fisuración y contenido de humedad que esta contenga al momento de realizar la quema. Todos estos factores se deben considerar para poder afectar la capacidad de la corteza de absorber y transmitir calor. Como la corteza es la única protección con la que cuenta el tejido vascular, los rebrotes o plantas más jóvenes de corteza delgada no tendrán la misma resistencia al calor como plantas viejas de corteza gruesa y bien formada, Además que la corteza con mayor humedad absorbe, retiene y transmite calor con mayor eficiencia que la corteza seca. (Stubbendieck, *et al.*2007).

## **5. BENEFICIOS DEL FUEGO PRESCRITO**

El uso del fuego prescrito no es una práctica que por sí sola borrará fallas de un mal manejo pasado o que compensará un manejo inadecuado en el futuro. Sin embargo, el hacer uso de una quema prescrita puede producir muchos beneficios si esta se realiza adecuadamente y si a su vez se combina con otras prácticas de manejo de pastizales. (Kjellsen 1990)

### **5.1. Calidad y producción de forraje**

En los pastizales, el uso de una quema prescrita puede aumentar considerablemente la calidad nutritiva, la palatabilidad, la disponibilidad y el rendimiento del pasto, así mismo reduce los combustibles peligrosos que podrían generar un incendio forestal, ayuda a suprimir las plantas no deseadas y mejora el hábitat de la vida silvestre si este es el propósito.

La calidad de los pastizales, la palatabilidad y la disponibilidad mejoran porque el fuego elimina todo el material vegetal muerto que para el ganado no es aprovechable así mismo mejora y estimula un nuevo crecimiento. Si la humedad presente en el suelo es la adecuada, los rendimientos de la hierba aumentarían debido que al descubrir y oscurecer la superficie del suelo con la ceniza resultante de la quema permite que tenga una mayor absorción de la radiación solar lo que ocasionara que se caliente más rápido y estimulara el crecimiento temprano, y al igual porque se eliminan las hierbas competidoras.

El objetivo principal para los ganaderos al realizar una quema en un pastizal es asegurar y mejorar la calidad del forraje, ya que con el crecimiento de hierba nueva después de la quema es más apetecible (es decir, menos lignina, silicatos, taninos, etc.) para el ganado. Sin embargo, esa no es la única razón. Los nuevos brotes que surgen después de la quema también tienen un mayor contenido de proteína cruda que el pasto no quemado en la misma etapa de madurez. Los estudios han demostrado

que el ganado pasta preferentemente en áreas que se han quemado recientemente. El ganado incluso seleccionará pastos quemados el año anterior sobre aquellos que no se quemaron o se quemaron dos años antes, de ahí se implementa el uso de parches quemados para el pastoreo. (Kjellsen 1990)

## **5.2. Ciclo de nutrientes**

Una consideración más por la cual la calidad del forraje se ve mejorada después de realizar la quema es por la liberación de nutrientes que habían sido depositados en material lignificado y basura de la planta. La combustión libera nitrógeno y fósforo, lo que contribuye a mejorar los niveles de proteína cruda en la hierba. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el nitrógeno y el fósforo también se volatilizan durante la combustión. Además, que el contenido de nutrientes dentro de los pastizales alcanza su punto máximo dentro de las seis semanas posteriores al incendio.

La quema anual a largo plazo en realidad agota las reservas de nitrógeno del suelo, que es una de las razones por las cuales las gramíneas nativas ahorradoras de nutrientes son más competitivas con la quema.

Otra ventaja del fuego es que ennegrece el suelo, lo que permite que el suelo absorba más radiación solar y, como resultado, se caliente más rápidamente, lo que permite un crecimiento inicial más temprano y más rápido de los pastizales. Una buena regla general para quemar en primavera es cronometrar el fuego cuando hay brotes alargados en la base de la planta que tienen aproximadamente cinco a diez centímetros de largo y las primeras hojas comienzan a emerger.

## **5.3. Control de maleza**

La quema también puede ayudar a controlar algunas malezas herbáceas. Las plántulas de malezas recién germinadas son especialmente vulnerables al fuego. El

fuego puede destruir las semillas de hierbas anuales que no están enterradas en el suelo y quedan expuestas a llamas o temperaturas letales. Sin embargo, el fuego también puede proporcionar control indirecto de malezas. Al arder cuando las malezas son más vulnerables y / o cuando los pastos nativos pueden crecer rápidamente en las semanas posteriores a la quema, el fuego puede proporcionar una ventaja competitiva al pasto.

#### **5.4. Vida silvestre**

El fuego también puede mejorar el hábitat de algunas especies de la vida silvestre (si ese es el propósito) al eliminar el mantillo y exponer el suelo desnudo, lo que permite que algunas especies de aves se alimenten de manera más efectiva. Dependiendo del momento de la quema esta puede fomentar más arbustos, lo que proporciona una mayor y mejor calidad de forraje para la vida silvestre también así un aumento de las poblaciones de insectos que sirven de alimento para los polluelos de codorniz y otras aves de pastizales.

Debido que mejora la calidad del forraje y el aumento de la diversidad de plantas que puede resultar de realizar una quema, también así dependiendo de cómo se aplica el fuego, puede mejorar el hábitat para una gran cantidad de especies de vida silvestre de pastizales. Por otro lado, si el fuego es usado con demasiada frecuencia (es decir, anualmente), especialmente si se usa en la época incorrecta del año, puede ser perjudicial para la calidad del hábitat de la vida silvestre o el ganado.

## **6. REALIZAR UNA QUEMA PRESCRITA**

Las quemas de pastizales pueden ser peligrosos. No queme a menos que pueda hacerlo de manera segura y legal. Si no tiene experiencia o capacitación en el uso del fuego, no se queme sin recibir capacitación o encontrar ayuda experimentada.

A pesar de los beneficios del fuego prescrito para el manejo de forrajes nativos, la seguridad debe ser lo primero. (Volesky *et al*/ UNL.)

Si se decide llevar a cabo una quema prescrita, es importante dar varios pasos antes de encender un fósforo. existen algunos problemas clave que deben abordarse para garantizar una quema segura y efectiva.

Desarrolle un plan de quema que incluya la colocación de cortafuegos (un área que el fuego no puede cruzar fácilmente), evalúa áreas con un mayor riesgo de escape de incendios y las condiciones climáticas en las que planea quemarse. Además, identifique las áreas que son sensibles al humo, así como a los vecinos y autoridades a quienes contactar. Finalmente, planifique una estrategia para encender el fuego y la secuencia de la quema.

### **6.1. Equipo necesario**

Asegúrese de tener cortafuegos adecuados en su lugar. Un buen cortafuego debe tener al menos tres metros de ancho y debe exponer el suelo mineral. Cualquier combustible que pueda provocar un incendio debe ser eliminado. Cortar el césped no proporciona un cortafuego a menos que se aplique suficiente agua (conocida como "línea húmeda") inmediatamente antes de la quema. Un barbecho es mucho más preferible. Si el combustible (pasto nativo) es alto al lado del cortafuego, cortar una franja de dos a tres metros a una altura de aproximadamente treinta centímetros adyacentes al cortafuego esto ayudará a reducir la intensidad del calor durante la quema. (Volesky *et al*/ UNL.)

### **6.2. Condiciones climáticas adecuadas**

Presta mucha atención a las condiciones climáticas. El comportamiento del fuego está controlado en gran medida por el viento y la humedad relativa. No es



aconsejable quemar pastos nativos cuando los vientos son mayores a 25 kilómetros por hora y la humedad relativa debe estar entre 30 y 50%; por encima de este rango, los incendios no se llevarán bien, y por debajo de este rango, los incendios se vuelven mucho más intensos y en consecuencia más difíciles de controlar. Debe arder cuando haya viento moderado y constante. Se debe evitar los patrones climáticos con vientos cambiantes, como los que ocurren antes de un frente que se aproxima. Además, evite los patrones climáticos que impiden la dispersión del humo, como los días nublados.

Se debe asegurar de tener el equipo y la ayuda adecuados antes de quemar. Esto debe incluir una herramienta para iniciar el fuego (se prefiere una antorcha de goteo), rociador (es) para aplicar agua o de preferencia extintores para sofocar el fuego si este se escapa o sobrepasa el cortafuego, un tractor con un disco y herramientas manuales como rastrillos, palas, talachos o picos, azadones o cualquier herramienta que sirva para remover tierra.

Es esencial contar con varias personas presentes con experiencia que puedan manejar estas actividades y que estén previamente capacitado para poder reaccionar ante una emergencia así mismo el personal debe contar con vestimenta adecuada que no sea ustible y equipo de seguridad, así como contar con radios o un medio de comunicación para estar notificando el progreso de la quema y con las autoridades en caso de una emergencia. Así mismo se debe contratar un seguro contra daños propios o a los vecinos.

Notifique a sus vecinos si pueden verse afectados por el humo y para que no se sorprendan cuando vean humo y llamen al departamento de bomberos. Además, siempre comuníquese con su centro de despacho local para que las autoridades de bomberos o protección civil sepan que está realizando una quema. Tenga en cuenta las áreas que pueden ser sensibles al humo a favor del viento de su quema planificada, incluidas las viviendas, las carreteras principales, los hospitales, las escuelas y las áreas con gran cantidad de animales (por ejemplo, granjas, lecherías) y carreteras públicas.

Se debe anticipar ante cualquier cambio en la trayectoria del humo para ello es necesario tener la gente y señalamientos necesarios para atender complicaciones

como en caso de que el humo obstruya la vista a los conductores de una carretera para ello sería necesario contar con personas con banderas que auxilien y señalen el paso a los conductores. (Stubbendieck *et al* 2007).

### **6.3. Planificación de la quema prescrita**

La planificación es esencial para la quema segura y debe hacerse con mucha anticipación a la fecha de quema propuesta. El plan debe cubrir objetivos, qué áreas quemar, prácticas de manejo previas al incendio necesarias para cumplir los objetivos, cómo llevar a cabo el incendio y cualquier práctica de manejo posterior al incendio.

El momento de la quema debe depender de sus objetivos. Para la producción de forraje, el mejor momento para quemar es normalmente a fines de marzo y principios de abril. Este momento coincide con el período durante el cual los pastos nativos rompen la latencia y comienzan un período de rápido crecimiento. Esto les da una fuerte ventaja competitiva a los pastos nativos.

Este es también un momento en que los pastos nativos pueden ser bastante vulnerables a la competencia de las malezas de primavera, la mayoría de las cuales ya estarán creciendo y sobrepasando el césped. Al suprimir la competencia en esta etapa, el fuego liberará los pastos nativos y les proporcionará nitrógeno y fósforo adicionales para apoyar su crecimiento. Esta es la razón por la cual la quema en este momento es ideal para renovar pastizales nativos de estación cálida que se han vuelto delgados y llenos de materia seca.

Es importante tener en cuenta que el fuego no matará a la mayoría de las malas hierbas perennes, sino que las retrasará al destruir el crecimiento del año en curso. Sin embargo, es más probable que las malas hierbas anuales se maten con fuego.

La quema prescrita no es una cura para los errores de manejo anteriores. Por ejemplo, una pradera con pasto nativo severamente sobre pastoreado ahora se ve dominado por pastos de estación fría como el pasto azul de Kentucky (*Poa pratensis*

L.) o el pasto de bromeo suave (*Bromus inermis* Leyss.) No proporcionará rendimientos mejorados de pastos de estación cálida, como (*Andropogon gerardii* Vitman var.), (*Panicum virgatum* L.) o (*Sorghastrum nutans* (L.) Nash), después de un solo incendio. Para lograr los objetivos pueden ser necesarios tratamientos químicos o mecánicos antes y después de la quema.

Es posible que se necesiten tratamientos previos al fuego para acumular combustible fino adecuado para transportar el fuego y cumplir con los objetivos de gestión. Por ejemplo, en pastizales dominadas por pastos altos durante la estación cálida, es posible que sea necesario diferir el pastoreo desde mediados o fines del verano hasta la fecha de quemado en la primavera siguiente.

En las zonas más secas dominadas por pastos medios, como zacate banderita (*B. curtipendula*.) Y pequeño tallo azul (*Schizachyrium scoparium* (Michx.) Nash), es posible que sea necesario diferir los pastos durante toda una temporada de crecimiento. No se puede exagerar la importancia de tener un combustible fino adecuado para llevar un incendio, especialmente cuando el objetivo es el control de la planta leñosa.

La gestión posterior a la quema también es crítica. Se perderán beneficios si se abusa de la recuperación de la vegetación. Después del incendio, retrase el pastoreo hasta que se haya producido un crecimiento considerable del pasto. El pastoreo demasiado pronto disminuirá el vigor y el rendimiento del pasto, disminuyendo finalmente la capacidad de carga del ganado. Se deben quemar pastizales enteros si el pastoreo de ganado es el uso principal. Si solo se quema parte de un pasto, la porción quemada se rozará más que la porción no quemada, resultando en un posible daño al área quemada y al uso del área no quemada.

Aunque quemar pastos nativos tiene una serie de beneficios, es importante comprender que el fuego no es necesario para controlar los pastos nativos. Los pastizales productivos y vigorosos de pastos nativos pueden persistir durante décadas sin ningún incendio. Si elige usar fuego, un ciclo de combustión de dos a tres años es probablemente mejor si la producción de forraje es su objetivo principal.

Los pastos nativos pueden sufrir quemas anuales, pero esa frecuencia no es necesaria y puede ser perjudicial para la vida silvestre. Las quemas anuales pueden, dentro del año de la quema, suprimir un poco el rendimiento del forraje, pero los estudios a largo plazo en praderas de pastos altos han demostrado que no tiene un impacto negativo en el sitio. Si su objetivo es suprimir la vegetación leñosa que se ha establecido son preferibles las quemas más frecuentes. (Volesky *et al*/ UNL.)

#### **6.4. Factores que influyen en el comportamiento del fuego**

Los principales factores a considerar para realizar esta práctica son la cantidad de combustibles finos (pastos, zacates y hierba muerta) acumulados, las condiciones climáticas antes y al momento de realizar el incendio, y los objetivos por lo cual se realizará el incendio. En general, cuanto más combustible presente la quema se podrá realizar mejor.

Tener el combustible adecuado y necesario no solo asegura que se puedan cumplir todos los objetivos, ya que, si existe un excedente disponible, el sitio puede quemarse bajo una gama más amplia de condiciones climáticas sin poner en peligro el cumplimiento del objetivo inicial.

La cantidad de combustible necesario difiere según cual sea el objetivo y la situación, pero algunos objetivos requieren relativamente más combustible que otros. Por ejemplo, eliminar encinos (*Quercus spp.*), enebros (*juniperus spp.*), árboles o matorrales que cuenten con un tallo leñoso y una corteza gruesa por lógica estos requerirán más combustible que con una quema diseñada principalmente para eliminar los pastos de estación fría y hierbas anuales. Sin embargo, el clima también influirá en los resultados y debe ser considerado por el encargado para poder alcanzar los resultados de una quema exitosa.

Dependiendo de la cantidad de combustible al realizar la quema y las condiciones del clima en este caso relativamente cálido y seco proporcionarán un mejor rendimiento. Pero por el contrario si la combinación de combustible y clima no

son las adecuadas, el técnico o encardado de la quema debe estar preparado y tener la capacidad de poder posponer la quema hasta que el clima sea mejor y se cuente con el combustible necesario para poder realizar el trabajo. Dado que todos los trabajos implican gastos, esfuerzo y ciertos riesgos, no deben realizarse sin una posibilidad razonable de éxito ya que se puede favorecer el crecimiento de plantas no deseadas o la degradación del suelo.

La vegetación seca, muerta (biomasa) que será considerada como combustible se clasifica por su volatilidad. Los combustibles de alta volatilidad tienen grandes cantidades de compuestos, tales como grasas, resinas, ceras o aceites, que son altamente inflamables y pueden producir marcas de fuego o escombros en llamas arrastrados por el viento.

Un ejemplo de combustibles con alta volatilidad son las plantas de *Juniperus spp.* O *pinus spp.* Que, a pesar de su naturaleza explosiva, los combustibles de alta volatilidad se pueden quemar de manera segura teniendo en cuenta una serie de consideración y precauciones.

Los combustibles considerados de baja volatilidad, son la mayoría de los pastos, hierbas anuales y árboles de madera dura pero que no contienen altas cantidades de tales compuestos tan volátiles lo que quiere decir que no son tan inflamables y estos combustibles se pueden quemar de manera segura dentro de una gama más amplia de condiciones ambientales que los combustibles de alta volatilidad, sin perder de vista las precauciones necesarias. (Stubbendieck *et al* 2007).

## **6.5. Consideraciones para realizar la quema**

La seguridad es una preocupación principal cuando se quema. Como con cualquier tecnología, el uso del fuego implica cierto riesgo. Para minimizar el riesgo, el incendio debe ser planificado en detalle y supervisado por una persona con experiencia en la quema de vegetación similar. Los miembros de la tripulación de bomberos deben ser personas competentes y confiables capaces de recibir órdenes.

La quema prescrita es físicamente exigente, por lo que los trabajadores deben estar en buenas condiciones físicas.

Si un pasto nativo no ha sido henificado o pastoreado durante dos o más temporadas de crecimiento, la cantidad de combustible que puede acumularse puede ser demasiada y dada la inflamabilidad de la hojarasca, los incendios pueden ser muy intensos. En tales casos, tener especial cuidado al quemar. Por otro lado, con pastoreo regular o cosecha de heno, las cargas de combustible serán mucho más bajas y los incendios serán mucho más fáciles de manejar. De hecho, si no hay suficiente crecimiento al final de la temporada de crecimiento, las cargas de combustible pueden ser demasiado bajas para llevar un incendio. Esto puede ser particularmente cierto si hay una cantidad sustancial de vegetación verde (malezas de estación fría) presente. (Stubbendieck *et al* 2007).

## **6.6. Quema de plantas de estación fría**

La mayoría de las investigaciones y recomendaciones sobre quemas prescritas se relacionan con pastos de estación cálida y bosques. Se sabe mucho menos sobre el uso del fuego en los pastos de estación fría. Sin embargo, el gestor de la quema puede tener buenas razones para considerar el fuego en este tipo de vegetación. Estos pueden incluir muchos de los mismos objetivos asociados con la quema de pastos de estación cálida, como el control de plantas leñosas o la eliminación de paja. Además, la distribución y la uniformidad del pastoreo pueden mejorarse al quemar pastos de estación fría, que acumula tallos muertos que bloquean el acceso al nuevo crecimiento.

Una diferencia obvia entre quemar pastos de estación fría frente a hierba de estación cálida es la fecha de incendio. Los incendios deben realizarse justo antes o justo cuando las hierbas comienzan a crecer en primavera. Para pastos de estación fría, esto podría ser entre seis y ocho semanas antes que para pastos de estación cálida.

La situación es más compleja cuando se considera el fuego en pastizales o pastizales que tienen componentes significativos de estación fría y cálida. Los incendios realizados temprano alentarán los pastos de estación fría a expensas de los pastos de estación cálida. Los realizados más adelante tendrán el efecto contrario. Si bien a menudo es deseable suprimir los pastos de la estación fría, un manejador puede haber llegado a confiar en la producción temprana del componente de la estación fría. Gran parte de esta producción se perderá con un incendio tardío. La producción total también puede reducirse temporalmente si el componente de la estación cálida es demasiado escaso o debilitado para aprovechar inmediatamente la reducción de la competencia.

El uso del fuego en tales soportes mixtos debe considerarse cuidadosamente. Idealmente, el fuego debe incorporarse en un plan de manejo de pastizales a largo plazo diseñado para mantener o aumentar la producción futura, mientras que las pérdidas a corto plazo se minimizan y planifican. (Stubbendieck *et al* 2007).

### **6.7. Cuando no realizar una quema**

El realizar una quema prescrita en suelos arenosos durante las condiciones ambientales inadecuadas o en el momento incorrecto puede ser de alto riesgo y no se podrá cumplir con los objetivos deseados.

Una quema debe realizarse con extrema precaución en suelos arenosos ya que son susceptibles a la erosión por el viento que es posible cuando se elimina la cubierta del suelo. Aunque estos sitios fueron quemados en tiempos previos los asentamientos europeos, existe muy poca investigación sobre el uso deliberado del fuego en ellos y los riesgos de gestión son altos. Por el contrario, los suelos más pesados no son tan propensos a la erosión eólica.

Las áreas con pendientes superiores al 30% deben quemarse con igual precaución debido al peligro de erosión hídrica. Sin embargo, en algunos casos, como cuando se debe controlar plantas invasoras, el riesgo de no usar fuego puede ser

mayor que el riesgo de erosión. La sincronización cuidadosa del incendio puede minimizar el riesgo de erosión.

Quemar a principios de febrero crea la misma ventaja competitiva que quemar ya en la primavera, pero es un momento en que los pastos nativos no pueden aprovecharla. Como resultado, los pastos de estación fría pueden invadir el sitio y competir con los pastos nativos de estación cálida. Quemar durante el final del invierno puede ser una desventaja donde la vida silvestre es el objetivo, porque reduce la cobertura en un momento en que puede ser más crítico. Este es un problema solo cuando se quema todo el pasto.

Por el contrario, muchas hierbas que benefician a la vida silvestre mejoran después de las quemas de otoño o invierno. Sin embargo, desde el punto de vista de la hierba, la quema en cualquier momento después de una helada hasta la primavera puede ser una opción.

Quemar durante las condiciones ambientales incorrectas es peligroso y puede dañar las plantas deseables. El crecimiento de las plantas puede reducirse si la humedad del suelo es baja al momento del incendio. Cuando la humedad del suelo es baja, el riesgo de erosión del suelo aumenta porque se elimina la cubierta del suelo y se retrasa el crecimiento de la planta.

Quemar cuando la humedad relativa se encuentra por debajo del 30%, la temperatura del aire es superior a 27° C y la velocidad del viento es superior a 25 km/h provoca un comportamiento de incendio intenso y posiblemente peligroso.

Por el contrario, sitios con baja carga de combustible fino, humedad superior al 60%, temperaturas inferiores a 5° C y vientos de menos de 8 km/h producirán una quema incompleta e irregular que pueden no alcanzar los objetivos de manejo.

En la mayoría de los casos, los incendios no deben establecerse a menos que los vientos estén al menos a 8 km/h de una dirección constante. Esto permite que el fuego sea controlado y dirigido. Los vientos ligeros y variables harán que la dirección del fuego cambie de forma irregular, dificultando el control. Cuando el fuego viaja en



la misma dirección del viento este tiende a ser más intenso que si su trayectoria fuera en contra.

Un incendio inadecuado puede reducir la productividad de las plantas. Si el objetivo es aumentar el crecimiento de la hierba alta en la estación cálida, la quema debe ser justo antes o durante el inicio del crecimiento, desde mediados de abril hasta principios de mayo. Los rendimientos se reducirán si estas hierbas se queman cuando crecen activamente.

Si la quema es demasiado temprana, los pastos de estación fría aumentarán y agotarán el agua y los nutrientes del suelo antes de que comiencen a crecer los pastos de estación cálida.

Si las quemaduras se realizan al final de la temporada de crecimiento (por ejemplo, septiembre) pueden ser particularmente efectivas para controlar arbustos y árboles. La quema en este momento puede reducir un poco el vigor de la hierba y posiblemente ocasionar un poco de adelgazamiento.

Al igual que con el corte o el pastoreo, la quema de fines de verano y principios de otoño interfiere con el almacenamiento de energía para el invierno, y se perderán los nutrientes movilizados de las partes superiores a subterráneas de la planta. Por otro lado, a mediados o fines del verano, la calidad del forraje ya es menor y un incendio en esta época del año puede proporcionar un nuevo crecimiento con una calidad del forraje mejor. Sin embargo, las oportunidades para quemarse en esta época del año son limitadas. (Molina 2000).

En general, la quema no beneficia a las gramíneas cortas, como el zacate navajita azul (*B. gracilis*) o zacate búfalo (*B. dactyloides*), debido a la escasez de precipitaciones en sus áreas de distribución nativas. (Volesky *et al* UNL.).

## 6.8. Técnicas de quemado

El fuego prescrito se implementa utilizando una o más técnicas que incluyen incendios a favor del viento, contra el viento, en franjas y flancos. Cada una de estas técnicas se basa en cómo se enciende un fuego con respecto a la dirección del viento.

Contra el viento es aquel que quema o "retrocede" contra el viento y, como tal, es el movimiento más lento y generalmente más fácil de controlar.

Un fuego a favor del viento es el que arde con la dirección del viento predominante. Los incendios principales se mueven rápidamente y pueden ser difíciles de controlar, pero pueden ser necesarios según los objetivos.

Los incendios de cabeza también son más rápidos, lo que puede ayudar a completar una quema más rápidamente y limitar el tiempo que queda. Los incendios de la cabeza de la franja se encienden como incendios de la cabeza, pero solo cerca del cortafuego o contra incendios utilizando una sucesión de "tiras" estrechas iluminadas contra el viento de la tira anterior. Varias de estas tiras pueden encenderse secuencialmente trabajando contra el viento en un campo hasta que se haya quemado toda el área.

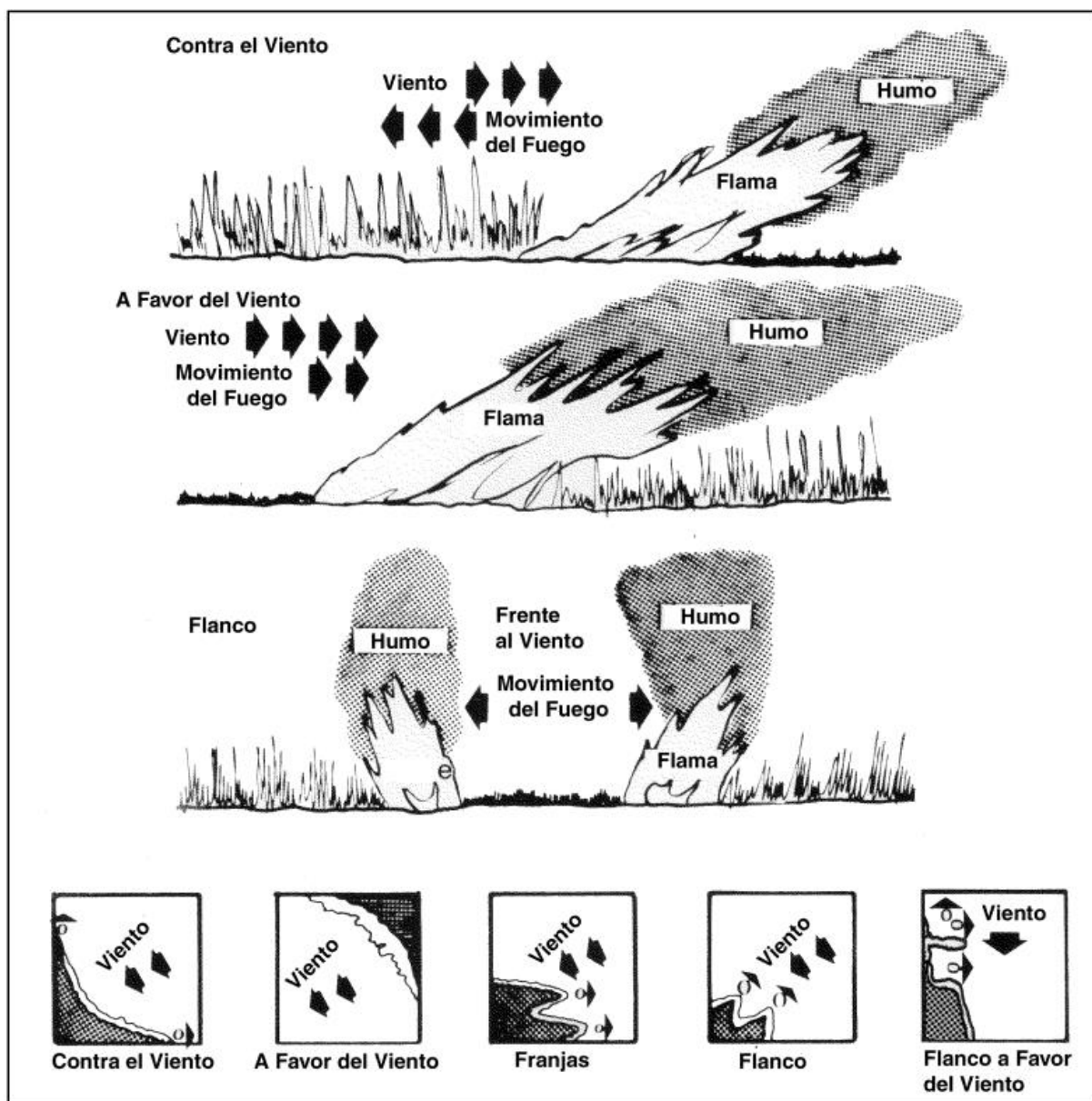
Los incendios de cabeza de franja, similares a un fuego de cabeza, permiten quemar un área más rápida e intensamente de lo que sería el caso si solo se usara un fuego de respaldo.

Los incendios de flanco son aquellos que arden perpendicularmente a la dirección del viento predominante. Con el cuidado adecuado, cada una de estas técnicas se puede usar al quemar pastizales nativos. Lo anterior debe enfatizar cuán importante es tener vientos constantes y encender un fuego con especial atención a cómo ese viento controlará el comportamiento del fuego.

Un enfoque común, y seguro, para quemar cualquier campo de pasto nativo es encender primero un fuego hacia atrás (lado del campo a favor del viento). Una vez que un área sustancial ha sido ennegrecida por el fuego posterior, los fuegos de flanco

pueden encenderse a ambos lados del campo. Estos incendios de flanco se quemarán en el campo (perpendicular al viento) y crearán un área ennegrecida adicional a cada lado del campo. Solo después de que tanto el flanco como los incendios posteriores hayan creado áreas negras sustanciales, se debe considerar un fuego frontal. Aunque quemará el equilibrio del campo más rápidamente, no es necesario usar un fuego frontal. (Henry, Texas Tech. Univ.).

**Figura 2: técnicas de quemado**



Fuente: Texas A&M AgriLife Extensión Service

## **6.9. Prácticas de contención del fuego**

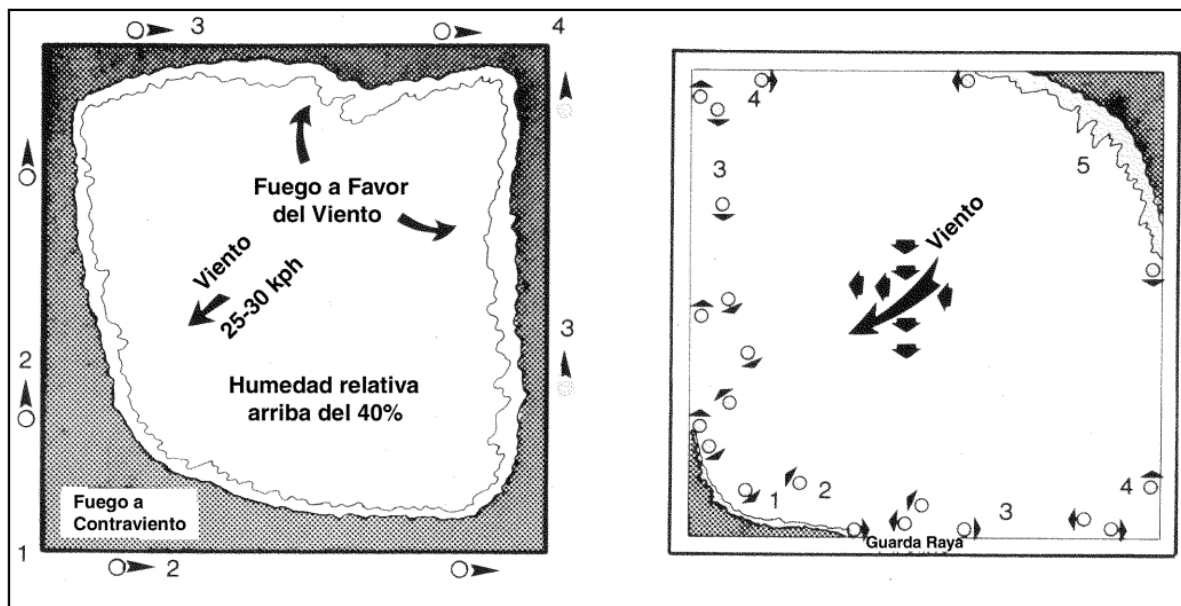
Para poder contener el fuego en el área destinada a la quema es necesario construir un corta fuegos o guarda rayas. Estas se realizan generalmente con maquinaria como un tractor con un arado para poder dejar el suelo expuesto donde se aplica un compuesto retardante de fuego o simplemente agua.

Lo más recomendable para iniciar el fuego es el uso de antorchas de goteo para lograr una flama lineal, angosta y uniforme ya que si se usa solo cerillos u otro método se genera una flama frontal más ancha y descontinúa con un comportamiento inesperado.

Se debe tener más cuidado cuando se quema combustibles volátiles que puedan cruzar el cortafuego alguna chispa o tizones, como cuando se quema algún montón de ramas.

Un sistema usado con éxito en Texas consiste en iniciar un fuego en contra del viento desde una guarda raya, seguido por un fuego a favor del viento. También se usa un fuego en contra del viento más un fuego en franja para ampliar la guarda raya de la dirección en que sopla el viento. Esto da flexibilidad en caso de variaciones en el viento y permite contar con mayor cantidad de días probables para quemar, que cuando un plan requiere una dirección específica de fuego. (Henry, Texas Tech. Univ.).

Figura 3: guarda fuegos



Fuente: Texas A&M AgriLife Extensión Service

## 7. EFECTOS DE LA QUEMA PRESCRITA EN LA VIDA SILVESTRE

El fuego prescrito afecta la vida silvestre de varias maneras. Las respuestas de la población por especie pueden ser positivas, negativas o neutrales, a corto o largo plazo, y a menudo varían según las escalas espaciales. Mientras que el fuego prescrito puede crear o mantener hábitats para algunas especies, también puede eliminar o alterar las condiciones de manera que no sea adecuado para otras especies. Además, una especie puede beneficiarse del fuego en una situación, pero no en otra. Dadas las variaciones en el fuego y en las respuestas de las especies, la única generalización real que se puede hacer es que ocurren excepciones. El fuego no ocurre de manera uniforme en un paisaje, sino que se manifiesta como un mosaico heterogéneo que proporciona hábitats para diferentes especies, lo que influye en la diversidad de la vida silvestre (Block 2016).

## 8. USO DE PARCHES PARA PASTOREO

El pastoreo con parche es un término aplicado a un enfoque particular para el manejo de pastizales con fuego prescrito. La base para ello, que se remonta a miles de años, es que debido a que la intervención del fuego mejora la calidad y la palatabilidad del forraje, el ganado pastará preferentemente la porción de pasto quemada más recientemente. Al quemar anualmente una nueva sección de un pastizal, el ganado pastará selectivamente la porción quemada en el año en curso. El ganado pacerá la porción quemada el año anterior con menos intensidad, y las secciones quemadas hace dos años aún menos. El propósito de cambiar la ubicación de este parche quemado dentro del pasto es distribuir la presión de pastoreo. Por lo tanto, en cierto sentido, el pastoreo con parche funciona como un sustituto del pastoreo rotacional. Las secciones pueden pastar bastante en el año de la quema, pero reciben progresivamente más descanso a medida que aumenta el número de años transcurridos desde la quema.

La quema de parches es una manera de rotación de ganado alternativo. Los parches de pastizales que no se han quemado en varios años tienen una mayor probabilidad de incendio y una menor probabilidad de pastoreo (Fuhlendorf y Engle 2004). Por el contrario, los parches de pastizales que se han quemado recientemente tienen una mayor posibilidad de pastoreo porque la calidad del forraje es alta y con una menor probabilidad de sufrir una quema nuevamente hasta que se acumule suficiente combustible.

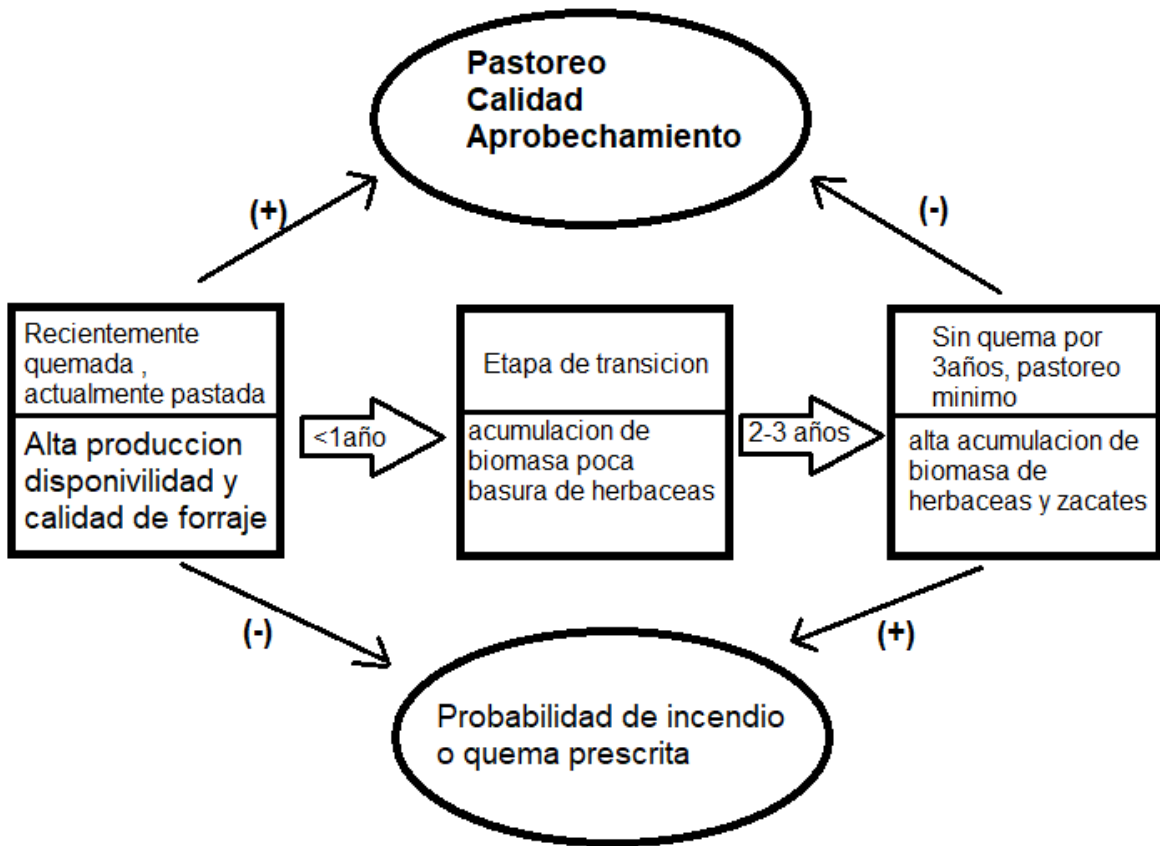
Cuando se quema un parche excluido por mucho tiempo del fuego, la preferencia por el ganado cambia al parche quemado más reciente, y los parches previamente quemados y pastoreados comienzan a recuperarse. El resultado es un paisaje de mosaico cambiante con diversos parches en varias etapas de recuperación de la quema y el pastoreo, y la ubicación de varios tipos de parches cambia anualmente. Por lo tanto, la variabilidad espacio-temporal entre parches es alta, pero, desde una perspectiva de paisaje, la estabilidad es alta porque el paisaje siempre incluye una diversidad de parches que difieren en el historial de perturbaciones.

La quema de parches podría mitigar el riesgo de incendios forestales en todo el paisaje modificando la carga de combustible de los pastizales y moderando el comportamiento del fuego. La quema prescrita para reducir los combustibles es más rentable cuando la acumulación posterior de combustible es limitada (Fernández y Botelho 2003).

En una interacción fuego-pastoreo, la presión de pastoreo se enfoca en parches recientemente quemados, evitando la acumulación fina de combustible en esos parches durante al menos un año después de la quema, mientras que simultáneamente permite la acumulación de combustible en parches adyacentes no quemados. Los parches recientemente quemados y en pastoreo intenso contienen combustible escaso y funcionan como cortafuegos efectivos. En comparación con el manejo tradicional, la cobertura del mantillo es menor en los paisajes quemados por parches en todos los parches, excepto los que no se han quemado por más tiempo.

La ubicación estratégica y la orientación de los parches dentro de un contexto de paisaje podría mejorar aún más la efectividad de la quema de parches como herramienta de gestión de combustible (Finney 2001). Orientar parches recientemente quemados y pastoreados que actúan como cortafuegos perpendiculares a la dirección de la propagación más probable de incendios forestales podría reducir la intensidad y la tasa de propagación al interrumpir los incendios y forzar que el fuego se propague con menos intensidad como incendios y flancos.

Figura 4: fases y época de recuperación



Fuente: Oklahoma State University, Department of Plant and Soil Sciences, 368 Agricultural Hall, Stillwater

El ganado doméstico responde al manejo de la quema de parches al pastar en parches recientemente quemados el 75% del tiempo, y la productividad del ganado no ha disminuido en comparación con el manejo tradicional del área de distribución (Fuhlendorf y Engle 2004). Similar al ganado, el manejo de la heterogeneidad a través de la quema de parches seguida de un pastoreo intenso no ha influido negativamente en la producción de bisontes en la reserva de pradera de Tallgrass. De hecho, los bisontes han mantenido altas tasas de reproducción sin suplementos nutricionales (R. Hamilton, The Nature Conservancy), un contraste con el rendimiento reducido del ganado en ausencia de suplementos nutricionales bajo el manejo tradicional de pastizales (Hughes et al. 1978, McCollum y Horn 1990). Al aumentar la diversidad de

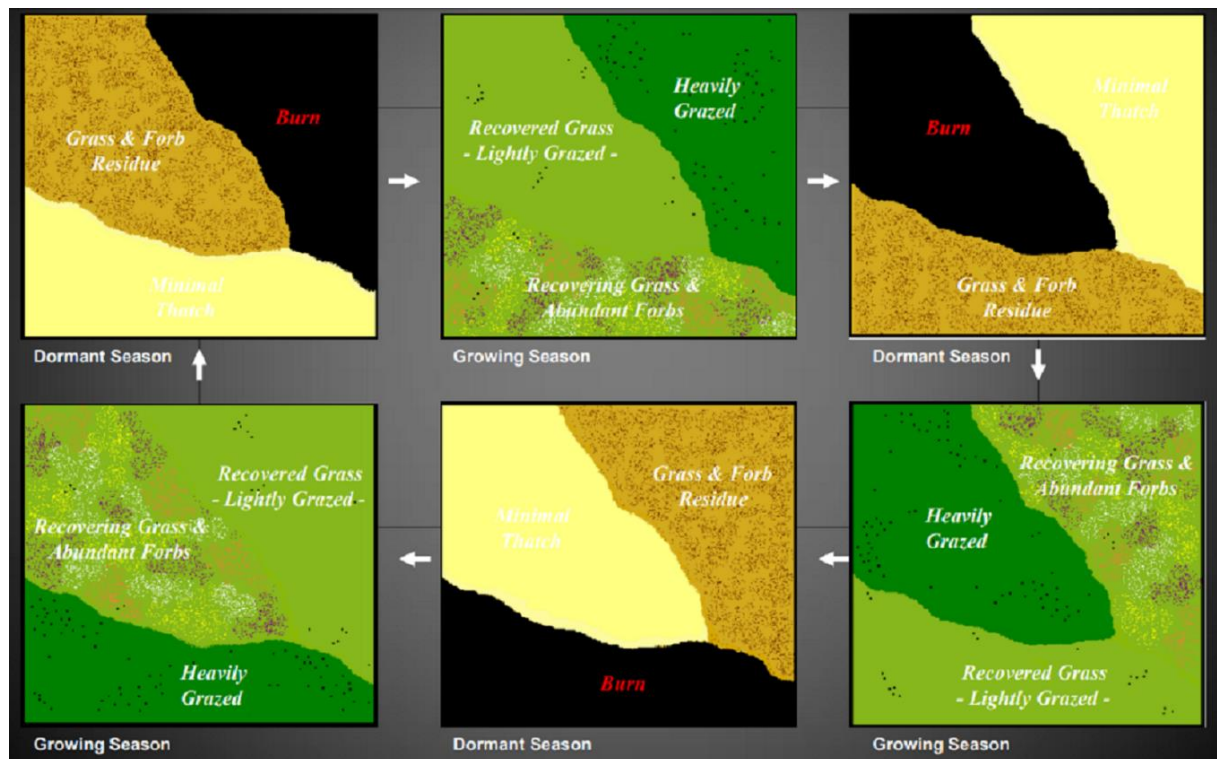


parches y vegetación en todo el paisaje, una mayor cantidad de plantas de estación fría estaban disponibles para bisontes durante el período de estrés nutricional de invierno (Coppedge et al. 1998).

Los estudios han encontrado que los días de pastoreo y las tasas de ganancias de peso en el pastoreo con parche y el pastoreo rotativo son muy similares. Los productores pueden ahorrar en cercos cruzados, tener múltiples fuentes de agua y sin necesidad mover regularmente ganado con este sistema, sin perder producción. Otro beneficio es que el mosaico de parches quemados proporciona un hábitat de vida silvestre mejorado para muchas especies y es especialmente productivo para la codorniz blanca. El costo, por supuesto, es la implementación de quemas cada año en secciones (generalmente un tercio) del pasto.

En el siguiente ejemplo se basa en un ciclo rotativo de tres años. Sin embargo, en ambientes más secos o sitios menos productivos, un ciclo de quema de cuatro años (una cuarta parte del pasto cada año) puede ser más apropiado.

**Figura 5: rotación de ganado a 3 años con quemas prescritas**



Fuente: R. Rogers. University of Tennessee, Center for Native Grasslands Management

Se muestra un diseño de pastoreo con parche basado en un ciclo de tres años. En cada año, se quema un tercio del pasto (área negra), con un tercio diferente quemado cada año hasta que se queme todo el pasto. En el verano siguiente a la quema, el ganado pasta fuertemente en la sección quemada más recientemente (verde oscuro). Las secciones quemadas el año anterior (verde claro) se pastan, pero con menos intensidad. Las secciones quemadas dos años antes (verde punteado), reciben la menor presión de pastoreo, lo que permite un amplio descanso para los pastos.

Los pastizales del centro de los Estados Unidos están actualmente amenazados por dos especies de plantas altamente invasivas. El cedro rojo del este (*J. virginiana*), un árbol nativo, es intolerante al fuego, pero se ha extendido a un ritmo exponencial a través de muchos pastizales que no se han quemado en una década o más (Snook 1985). Seríceea (*Lespedeza cuneata*), una leguminosa exótica perenne, está invadiendo agresivamente muchos pastizales de América del Norte (Brandon et al. 2004). Ambas especies no están exentas ser un problema en los pastizales de México debido a la cercanía y similitud de sus pastizales. Las primeras observaciones sugieren que estas dos especies invasoras pueden manejarse de manera más efectiva con la quema de parches que con el manejo tradicional del pastoreo y los sistemas de incendio prescritos.

El cedro rojo del este podría ser más vulnerable al fuego prescrito en un sistema de quema de parches debido a la mayor acumulación de combustible en parches no quemados y, por consiguiente, a una mayor intensidad del fuego. Si bien ni el fuego ni el pastoreo solo tienen efectos perjudiciales sobre la seríceea, el pastoreo frecuente e intenso que sigue inmediatamente al fuego en un sistema de quema de parches parece reducir la invasión a los pastizales nativos (Fuhlendorf y Engle 2004).

## 9. USO DE SOFTWARE EN LA QUEMA PRESCRITA

El manejo de pastizales y el fuego prescrito por lo general han sido tratados como asuntos separados por los administradores de pastizales; sin embargo, el desarrollo y la aplicación de un programa efectivo de quema prescrita requiere una comprensión de la relación entre el fuego y el pastoreo. Los ganaderos necesitan combustible (pasto) para quemar y también alimento para su ganado, lo que requiere forraje (pastos su principal insumo). A corto plazo, el fuego reduce la capacidad de carga, pero a largo plazo, el fuego aumenta la producción de pasto, lo que resulta en una mayor capacidad de carga. Por lo tanto, se necesita alguna técnica de monitoreo que permita al manejador tener información de la cantidad de pasto para combustible y forraje.

The Grazing Manager (TGM) es un programa de software que proyecta tanto la producción de forraje como la demanda animal para cada año forrajero. TGM se ha utilizado con éxito en la Estación de Investigación de la Universidad de Texas A&M en Sonora como una herramienta para integrar el manejo prescrito de incendios y pastoreo. TGM se usa para inventariar forraje y recursos animales y para planificar, monitorear y ajustar el manejo del pastoreo en respuesta a las condiciones de crecimiento de forraje del año en curso.

Los datos que se introducen en este programa son:

- El período de tiempo que los animales estarán pastando
- Tamaño del área que será pastoreada
- Grado de concentración
- Nivel estimado de uso de pastoreo (ligero, moderado, pesado)
- Tipo de animales a ser pastoreados y su peso estimado al comienzo y al final del período de pastoreo
- Ajustar las tasas de crecimiento de forraje durante el año

## **10. COSTO DE LA QUEMA PRESCRITA**

El costo se define como un desembolso que se registra en su totalidad como activo y se convierte en gasto cuando rinde sus beneficios (Billene 1999). Para poder determinar el costo cada rancho debe tomar en cuenta todos los gastos y llevar un archivo con todos estos gastos, el costo variara de rancho a rancho ya que cada potrero es diferente también la época en que se realiza la quema y los objetivos de esta.

El costo más alto es el que se genera al hacer los corta fuegos debido a que es necesario usar maquinaria o un numero considerado de trabajadores para poder despejar esa área. En Texas varía desde \$1.00 hasta los \$16.00 dólares/ha. (Texas A&M). Al realizar una quema por primera vez tendrá un costo más elevado debido a que si no se cuenta con el equipo necesario este se tendrá que adquirir, en las quemas futuras solo se tendrá en cuenta el desgaste de este dando como resultado una quema con un costo más bajo.

## **11. NORMAS Y LEYES PARA LA REALIZACIÓN DE QUEMAS Y CONTROL DE INCENDIOS**

Disposiciones para las instancias involucradas (De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable [LGDFS]) Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

La SEMARNAT emite las normas oficiales mexicanas que deberán regir la prevención, combate y control de incendios forestales, para evaluar los daños, restaurar el área afectada y establecer los procesos de seguimiento, así como los métodos y formas de uso del fuego en los terrenos forestales y agropecuarios colindantes. (Art. 122).

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) Coordina las acciones de prevención, combate y control especializado de incendios forestales y promueve la asistencia de las demás dependencias y entidades de la administración pública federal, de las entidades federativas y los municipios. (Art. 123).

Estados y municipios La autoridad municipal deberá atender el combate y control de incendios; y en el caso de que supere su capacidad operativa de respuesta, acudirá a la instancia estatal. Si está resulta ser insuficiente, se procederá a informar a la CONAFOR, la cual actuará de conformidad con los programas y procedimientos respectivos. (Art. 123).

Organismos de los sectores social y privado la CONAFOR, así como los gobiernos de las entidades y de los municipios, procurarán la participación de los organismos de los sectores social y privado, para atender el combate y prevención de los incendios forestales. Para ello se organizarán campañas permanentes de educación, capacitación y difusión de las medidas para prevenir, combatir y controlar los incendios forestales. (Art. 123).

Propietarios de terrenos y prestadores de servicios Tienen la obligación de combatir y prevenir los incendios forestales los propietarios de los terrenos forestales, sus colindantes, titulares de aprovechamiento forestal y prestadores de servicios técnicos forestales. (Art. 124).

Norma Oficial Mexicana NOM-015-Semarnat/Sagarpa-2007 que regula el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, y que establece las especificaciones, criterios y procedimientos para ordenar la participación social y de gobierno en la detección y el combate de los incendios forestales.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) Artículo 163. Son infracciones a lo establecido en esta ley:

VIII. Omitir realizar guardarrayas de protección contra el fuego en terrenos preferentemente forestales.

IX. Realizar quemas en terrenos agropecuarios en forma negligente que propicie la propagación del fuego en terrenos forestales vecinos.

XV. Realizar actos u omisiones en la prestación de los servicios técnicos que propicien o provoquen la comisión de cualquiera de las infracciones previstas en esta ley.

XVIII. Evitar prevenir, combatir o controlar, estando legalmente obligado para ello, las plagas enfermedades o incendios forestales que afecten la vegetación forestal, en desacato de mandato legítimo de autoridad.

XIX. Negarse, sin causa justificada, a prevenir o combatir las plagas, enfermedades o incendios forestales.

XX. Omitir ejecutar trabajos de conformidad con lo dispuesto por esta ley, ante la existencia de plagas y enfermedades e incendios forestales que se detecten.

XXI. Provocar intencionalmente o por imprudencia, incendios en terrenos forestales o preferentemente forestales.

Artículo 164. Las infracciones establecidas en el artículo anterior de esta ley, serán sancionadas administrativamente por la Secretaría, en la resolución que ponga fin al procedimiento de inspección respectivo, con una o más de las siguientes sanciones:

1. Amonestación
2. Multa (de 40 hasta 20,000 salarios mínimos del Distrito Federal)
3. Suspensión temporal, parcial o total de las autorizaciones
4. Revocación de las autorizaciones
5. Decomiso de madera, equipos, herramienta, vehículos
6. Clausura.

Código Penal Federal\* Artículo 418.- Se impondrá pena de seis meses a nueve años de prisión y por equivalente de cien a tres mil días multa, siempre que dichas actividades no se realicen en zonas urbanas, al que ilícitamente:

- I. Desmante o destruya la vegetación natural;

- II. Corte, arranque, derribe o tale algún o algunos árboles, o
- III. Cambie el uso del suelo forestal.

La pena de prisión deberá aumentarse hasta en tres años más y la pena económica hasta en mil días multa, para el caso en el que las conductas referidas en las fracciones del primer párrafo del presente artículo afecten un área natural protegida.

Artículo 420 Bis. - Se impondrá pena de dos a diez años de prisión y por el equivalente de trescientos a tres mil días multa, a quien ilícitamente:

- IV. Provoque un incendio en un bosque, selva, vegetación natural o terrenos forestales, que dañe elementos naturales, flora, fauna, los ecosistemas o al ambiente. Se aplicará una pena adicional hasta de dos años de prisión y hasta mil días multa adicionales, cuando las conductas descritas en el presente artículo se realicen en o afecten un área natural protegida, o el autor o partícipe del delito previsto en la fracción IV, realice la conducta para obtener un lucro o beneficio económico. (Diario Oficial de la Federación el 20 de agosto 2009.)

## **XI. CONCLUSIONES**

El uso de esta práctica puede ser una alternativa debido a que es sumamente rentable y de gran beneficio para los ganaderos debido a que los costos pueden ser bajos a diferencia de otras técnicas.

Existe buena información al alcance de cualquier interesado ya se para poner en práctica en sus propias tierras o para especializarse como técnico y tener así una oportunidad laboral ya que en México es una técnica que no se realiza ampliamente.

Esta práctica se puede enfocar en un sinnúmero de resultados tanto para vida silvestre, ganadería y prevención de incendios forestales por lo que es de gran ayuda tener estos conocimientos para llevarlos a la práctica.

Se cuenta con tecnologías que se pueden utilizar para la realización de las quemas, por seguro que en el futuro se seguirán utilizando y desarrollando nuevas y mejores técnicas y procedimientos que asegurarán el cumplimiento al 100% de los resultados esperados.

## **XII. RECOMENDACIONES**

Crear una asociación especializada en el uso de fuego en pastizales que se encargue de recopilar información de los resultados de las quemas en México para así poder llevar un control.

Dar a conocer esta práctica que para muchos es desconocida o se cuenta con creencias erradas para que se vuelva en una práctica de uso común en nuestro país y más personas se beneficien.

Buscar tener apoyo y capacitación de nuestros países vecinos mediante convenios que ayuden a realizar esta práctica.

Buscar tener apoyo del gobierno a que facilite mediante la capacitación y entrega de recursos que faciliten el llevar a cabo una quema.



### XIII. BIBLIOGRAFIA

Billene, R. A. 1999. Análisis de costos: un enfoque conceptual para el análisis y control de costos. Ediciones Jurídicas Cuyo. 1º Edición. España. P114.

Raven, H.P. Evert, F. R. Eichhorn, E. S. 1992. biology of plants. Wordt Publishers. 4º edición. New York. P 400.

Gonzales, M. F. 2004. Las comunidades vegetales de México. INE SEMARNAT. 2º edición. México. P 81.

Block, W. M., L. M. Conner, P. A. Brewer, P. Ford, J. Haufler, A. Litt, R. E. Masters, L. R. Mitchell and J. Park. 2016. Effects of Prescribed Fire on Wildlife and Wildlife Habitat in Selected Ecosystems of North America. The Wildlife Society Technical Review 16-01. The Wildlife Society, Bethesda, Maryland, USA. 69 p.

Miller, T. G. Spoolman, E. S. 2009. "How Do Communities and Ecosystems Respond to Changing Environmental Conditions?" (¿Cómo responden las comunidades y los ecosistemas a las condiciones ambientales cambiantes?) en *Essentials of Ecology*, 5th ed. Belmont: Cengage Learning, 2009. 118 p.

McRae, D.J., B. Todd, and C.J. Ogilvie. 1991. A prescribed fire ignition expert system for Canada. In: 11th Conf. on Fire and Forest Meteorology, Missoula, Montana. p 33.

Kerby, J.D., Engle, D.M. Fuhlendorf, S.D. Nofziger, D.L. and Bidwell, T.G. 2007. Patch burning as a heterogeneity approach to rangeland management. R.E. Masters

and Galley, K.E.M. (eds.). Proceedings of the 23rd Tall Timbers Fire Ecology Conference: Fire in Grassland and Shrubland Ecosystems. Tall Timbers Research Station, Tallahassee, Florida, USA. Pp 158–162.

Larry, D. W. Wayne, C. H. Texas A&M Agrilife extensión. Quemadas prescritas de pastizales en Texas. Traducción: Eduardo A. Gonzáles V. INIFAP-SAGARPA, México. 11 p.

Kjellsen, J. M. Higgins, F. K. 1990. Grasslands: benefits of management by fire. South Dakota cooperative fish research unit South Dakota State University. South Dakota. 5 p.

George G. E. James, B. K.; Charles. L. B1986. Prescribed fire opportunities in grasslands invaded by Douglas fir: state of the art guidelines. General technical report INT-198. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Intermountain Research Station. 19 p.

Fuhlendorf, D. S. Limb, F. R. Engle, M. D. Miller, F. D. Assessment of prescribed fire as a conservation practice. Natural Resource Ecology and Management, Oklahoma State University. Chapter 2<sup>o</sup>, USDA. Estados Unidos. Pp 75- 104.

Molina, D. 2000. Planes de quemadas controladas. Cuadernos de la S.E.C.F. volumen 9. pp. 265-279.

Keyser, P. Harper, C. Bate, G. Smith, R. Keene, T. Lituma, C. Using prescribed fire to manage native grass forages in the mid-south. University of Tennessee, Center for Native Grasslands Management. Tennessee U.S.A. p 8.

Stubbendieck, J. Volesky, J. Ortmann. J.2007. Management with prescribed fire. Extension is a division of the institute of Agriculture and Natural Resources at the University of Nebraska Lincoln cooperating with the counties and the United States department of agriculture. Estados Unidos. P 6.

Volesky, D. J. Stubbendieck, L. J. Mitchel, B. R. Circular Conducting a Prescribed Burn and Prescribed Burning Checklist t (EC121). Extension is a Division of the Institute of Agriculture and Natural Resources at the University of Nebraska Lincoln cooperating with the Counties and the U.S. Department of Agriculture. Estados Unidos. P 15.

Plana, B. E. 2015. Usar el fuego contra el fuego: las quemas prescritas. WWF-fundación de ecología de fuego y gestión de incendios. P2.

### **Páginas web consultadas**

[https://www.ecured.cu/Costo\\_\(Econom%C3%ADa\)](https://www.ecured.cu/Costo_(Econom%C3%ADa))

[https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pastizales.html#targetText=Distribución%3A%20Ocupan%20el%206.1%25%20\(,San%20Luis%20Potosí%20y%20Jalisco.](https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pastizales.html#targetText=Distribución%3A%20Ocupan%20el%206.1%25%20(,San%20Luis%20Potosí%20y%20Jalisco.)

<http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/vegetacion/pastizal.aspx?tema=T>

<https://extension.usu.edu/rangelands/pages/prescribed-fire>

<https://www.beefmagazine.com/grazing-systems/computer-based-program-helps-grazing-management>

<https://www.dpaw.wa.gov.au/management/fire/prescribed-burning>

<https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/prescribed-burning>

<https://www.nps.gov/articles/what-is-a-prescribed-fire.htm>

<https://www.britannica.com/science/prescribed-fire>

<https://www.fs.fed.us/managing-land/prescribed-fire>