

EL FUEGO, LA QUEMA DE PASTOS Y SUS CONSECUENCIAS



Es necesario el desarrollo de actividades educativas para crear conciencia sobre la quema a campo abierto como una práctica indeseable y sus efectos nocivos, tanto al ambiente como a la salud humana. La quema de pastos afecta el balance ecológico, destruyendo el hábitat para fauna y flora existente, incluyendo especies amenazadas o en peligro de extinción.

Guía curricular para jóvenes a nivel superior (10 - 11mo. Grado)

Carmen González Toro
Especialista en Ambiente
Noviembre 2009

<http://academic.uprm.edu/gonzalezc>



SERVICIO DE
EXTENSION AGRICOLA
COLEGIO DE CIENCIAS AGRICOLAS

Prefacio

El fuego ha fascinado a la humanidad durante siglos. Quizás el ser humano cobró conciencia de su superioridad cuando dominó el fuego, al que los demás animales temían. Sus primeros usos fueron el calor y la defensa contra los ataques de animales.

El fuego es uno de los elementos naturales más comunes. Sus consecuencias pueden resultar ser devastadoras a los recursos naturales (ambiente), los costos económicos de restauración son cada vez mayores y sus efectos a la salud humana se evidencian con un alza en problemas respiratorios.

Esta guía pretende asistir en la educación para entender lo que es el fuego y sus consecuencias, propiciar la reducción de la incidencia de fuegos a campo abierto y por ende, la exposición de las personas al humo, mejorando así la salud de los residentes de las áreas afectadas por los fuegos de pastos.

Es importante que hagamos un esfuerzo conjunto en la educación para la prevención y crear conciencia sobre los **efectos nocivos a la salud, el efecto en la producción agrícola** y los **efectos negativos de los fuegos de pastos al ambiente**.

UN FUEGO DESTRUYE EN CINCO (5) MINUTOS UN ÁRBOL QUE TARDÓ 40 AÑOS EN DESARROLLARSE Y CREA UN DESBALANCE ECOLÓGICO, DESTRUYENDO EL HÁBITAT PARA ANIMALES.



(Foto: U. Bristol)

Contenido

Página

Parte I - El Fuego

¿Qué se necesita para que ocurra un fuego?	4
Propagación de un fuego.....	5
Clasificación de los fuegos.....	6
¿Qué es el humo?.....	6
¿Cómo puedes saber si estás afectado por el humo?.....	8
¿Qué se puede hacer para evitar los fuegos?.....	9
¿Qué puedes hacer para protegerte?.....	10

Parte II - Quema a campo abierto o de pastos

¿Cuándo ocurren?.....	14
Causas más comunes.....	15

Parte III - Consecuencias / Efectos de los fuegos

• Bajo la superficie.....	21
• Vida silvestre.....	22
• Sobre el suelo.....	22
• Cuerpos de agua.....	23
• Otros.....	24
Reglamentación	25

Tema para estudio

Ecología de los fuegos.....	30
-----------------------------	----

Glosario.....	32
---------------	----

Referencias.....	34
------------------	----

Parte I - El fuego

“Se produce a temperatura elevada y con la evolución de suficiente calor como para mantener la mínima temperatura necesaria para que la combustión continúe”.

Objetivos:

- Conocer los elementos necesarios para que se origine un fuego
- Entender como se propaga un fuego
- Explicar lo que es el humo
- Describir como nos afecta el humo

A pesar de lo familiarizados que todos estamos con el fuego, son muy pocas las personas que saben qué es en realidad. Un fuego puede comenzar casi en cualquier lugar y en cualquier momento.

Se llama **fuego** a la reacción química de oxidación violenta de una materia combustible, con desprendimiento de llamas, calor, vapor de agua y dióxido de carbono. Es un proceso exotérmico (cuando la energía de calor es liberada, disminuyendo la energía interna del sistema). Desde este punto de vista, el fuego es la *manifestación visual* de la combustión.



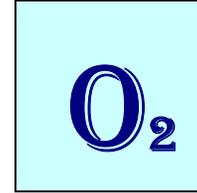
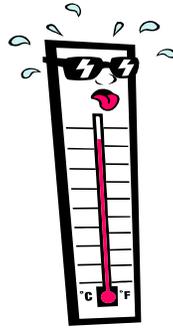
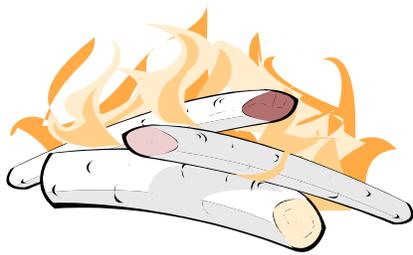
Se conoce también como una reacción química de oxidación rápida que es producida por la evolución de la energía en forma de luz y calor.

Los gases y vapores producidos por la oxidación (principalmente vapor de agua y dióxido de carbono) a alta temperatura por el calor desprendido por la reacción, emiten las **llamas** (gases incandescentes) que a su vez emiten luz visible e invisible (luz infrarroja), y calor.

¿Qué se necesita para que ocurra un fuego?

Para que ocurra un fuego tienen que estar presentes los siguientes elementos:

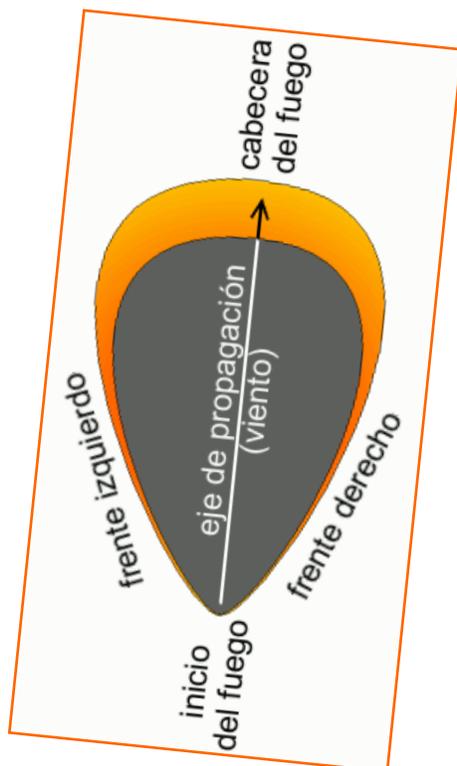
- **Temperatura** – se requieren altas temperaturas para su inicio,
- **Oxígeno** – es parte del aire y es lo que respiramos
- **Combustible** – lo que se va a quemar. Entre los combustibles se incluye cualquier cosa: papel, basura, pasto y hojas secas, hasta ramas, madera y casas.



Solo cuando están presente estos tres elementos,
las condiciones son favorables o buenas para que se inicie un fuego.
El punto más crítico de cumplir es la temperatura.

Cada **combustible** (material que se quema) tiene una *temperatura de ignición* (para que comience a arder) distinta.

La **temperatura de ignición** es el tercer factor del fuego. Es la temperatura mínima a que una sustancia (sólida o líquida) debe ser calentada a fin de iniciar una combustión que se sostenga por sí misma, independientemente de fuentes externas de calor. Por ejemplo, la madera enciende a temperaturas entre 375 y 510° F. Cada combustible libera calor al quemarse, y genera gases. En la mayoría de los casos, una vez se enciende el material, el calor desprendido en el proceso sirve para mantener el fuego.



Propagación de un fuego: Influencia de la topografía y del viento

En los llanos costeros o en las laderas de las montañas se forman fuegos elípticos, siguiendo la línea de máxima pendiente (Figura 1). Esto puede ser modificado por el viento. El viento a su vez aporta oxígeno y desplaza chispas originando más fuegos.

Figura 1 - Propagación de un fuego

La ilustración muestra el inicio de un incendio o fuego, que por acción del viento, se propaga subiendo la pendiente y expandiéndose según la dirección del viento.

Clasificación de los fuegos

Los fuegos a campo abierto pueden clasificarse de acuerdo al área afectada como:

- **Fuegos de superficie:** herbáceos y matorrales
- **Fuegos de copas:** ocurren en el dosel de los árboles
- **Fuegos de suelo y subsuelo:** bajo la superficie, hojarasca, raíces secas (puede penetrar el suelo)

¿Conoces qué es el humo?



El **humo** de los fuegos está compuesto de una mezcla de gases y partículas microscópicas que se desprenden de la vegetación en llamas. Estas partículas entran a los pulmones cuando respiramos el humo y es muy similar al hollín, ennegreciendo los pulmones cuando lo respiramos.

El humo causa contaminación del aire que a su vez agrava las enfermedades de las vías respiratorias tan comunes en nuestro país. Pero también, trae dos problemas considerables como precursor de la contaminación del aire (gases) y del ambiente (material particulado).

En general, el humo irrita los ojos y los pulmones, y dificulta la respiración.

Gases

- **CO:** monóxido de carbono, es producido en grandes cantidades al quemar. Reduce la habilidad de la sangre de llevar oxígeno a los tejidos.
- **HC: hidrocarbonos,** son compuestos orgánicos volátiles que reaccionan con los óxidos de nitrógeno (NO, NO₂) ante la luz solar para formar el ozono (O₃). (“**smog**” - una forma de contaminación originada a partir de la combinación del aire con contaminantes durante un largo período de altas presiones, que provoca el estancamiento del aire y, por lo tanto, la permanencia de los contaminantes en las capas más bajas de la atmósfera, debido a su mayor densidad.) Puede causar cáncer.

- **NO₂** dióxido de nitrógeno (“smog”). Se combina con el vapor de agua para formar la lluvia ácida. Afecta a los pulmones.
- **SO₂** dióxido de azufre (irritante respiratorio y de la visión) que también se combina con el vapor de agua para formar la lluvia ácida.

Éstos son gases que contribuyen al efecto de invernadero.

Tres de los más importantes gases que contribuyen al efecto de invernaderos son:

- CO₂ – bióxido de carbono
- CH₄ – metano
- NO₂ – óxido nítrico (contribuye 296 veces más al efecto de invernadero que el CO₂)

Las concentraciones atmosféricas del NO₂ han aumentado en un 15% durante los pasados 200 años (Moiser, 1998).

Materia en partículas

Las partículas son de tamaño microscópico, sólido o líquido. La quema produce partículas de **hollín** (carbono sin quemar), **ceniza** (minerales que no se queman), humos condensados, y otros productos de combustión incompleta. La mayoría de las partículas de humo son muy pequeñas, microscópicas, de diez micrones o más pequeñas (conocidas como PM10 o aerosoles), las cuales, debido a su tamaño y peso tan pequeños (en promedio, un cabello humano tiene 70 micrones de diámetro), pueden permanecer volando (suspendidas) en el aire durante semanas. Cuando se inhalan, las partículas PM10 pasan fácilmente a los pulmones, atravesando la mucosidad protectora que reviste las vías respiratorias.

RIESGO A LA SALUD POR EXPOSICIÓN AL HUMO OCASIONADO POR UN FUEGO

El humo que proviene de la quema es una fuente significativa de la contaminación del aire

El humo proveniente de la quema de pastos o a campo abierto, contiene ambos precursores del ozono (HC y NO_x), algunas cantidades significativas de pequeñas partículas PM10, y otros contaminantes del aire.

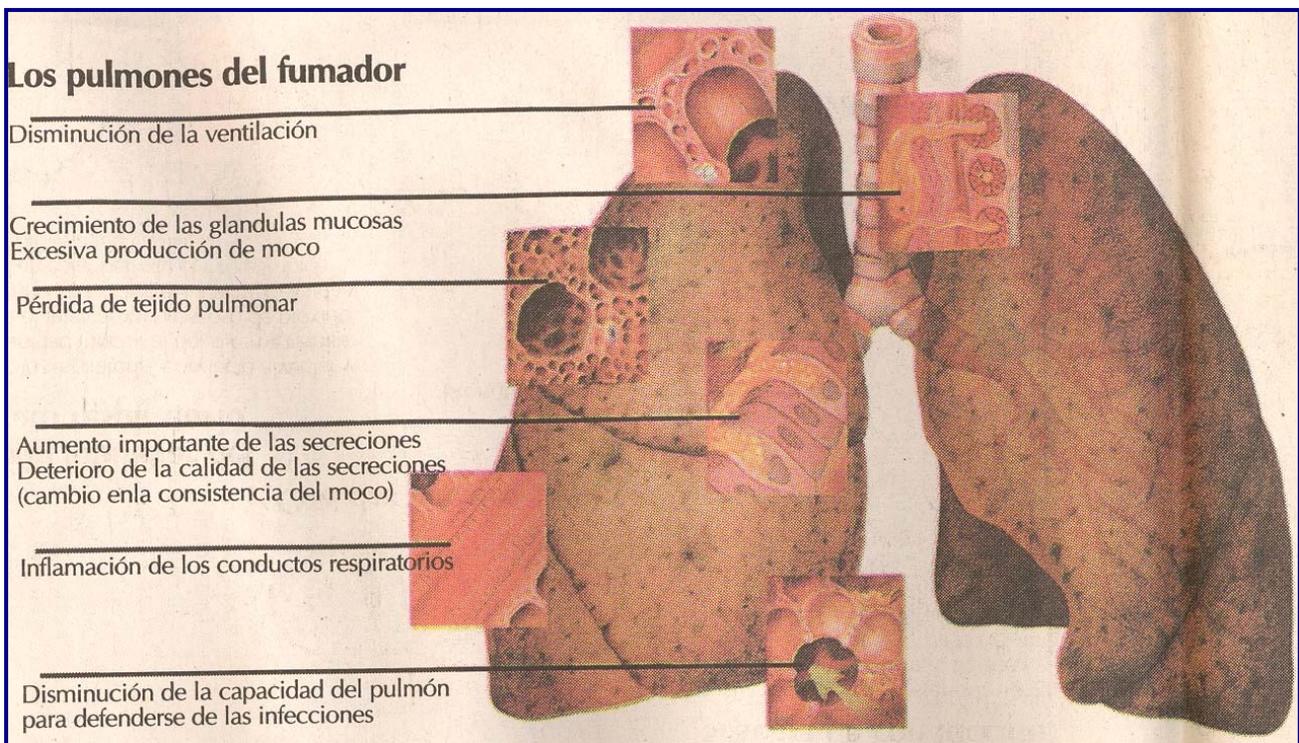
Si padeces de alguna enfermedad cardíaca o pulmonar,
el humo podría empeorar los síntomas.

¿Cómo puedes saber si te está afectando el humo?

El humo que se produce en un fuego es perjudicial a la salud. Usted sabe que está siendo afectado por el humo cuando siente dolor de cabeza, tos, mareo, sueño, náusea, ojos irritados, dificultad al respirar y si continua exponiéndose al humo, estos síntomas podrían ser más severos hasta causar la muerte.

El humo puede empeorar los síntomas de aquellas personas que padecen de problemas respiratorios, tales como alergias respiratorias, asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

La exposición al humo de un fuego, sus efectos son similares al fumar.



Sistema respiratorio, El Nuevo Día, martes, 6 de mayo de 2003.

© 1990 Anatomical Chart Co. Skokie, Illinois. Ilustraciones médicas de Christie D. Young.

Preste atención a los informes locales sobre la calidad del aire. Esté atento a las noticias relacionadas con el humo y manténgase al tanto de los mensajes de salud pública sobre medidas adicionales de seguridad.

El humo de un fuego te está afectando cuando comienzas a sentir dolor de cabeza, tos y mareos. Cuando sientas estos síntomas, *aléjate del lugar.*

La mayor parte de
las personas
perecen en un fuego
por asfixia.

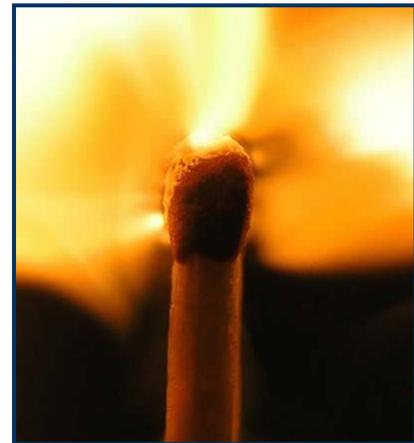
Cuando la concentración de humo se eleva demasiado, incluso las personas saludables podrían presentar algunos de los siguientes síntomas:

- Dificultad para respirar normalmente
- Tos seca o con flema
- Molestias en el pecho
- Respiración con silbido y falta de aire

¿Qué podemos hacer para evitar los fuegos?

Debido a que la gente causa la mayoría de los fuegos a campo abierto o de pastos, muchos de estos fuegos se pueden evitar. Algunas ideas de cómo puedes evitar los fuegos en tu comunidad pueden ser:

- ✚ Nunca juegues con fósforos. ¡Un solo palillo de fósforos puede incendiar un bosque completo!
- ✚ Si observas que alguien está jugando con fuego y tira una colilla de cigarrillo a orillas de la carretera, informa a un adulto inmediatamente.
- ✚ Nunca hagas una fogata sin la ayuda de tus padres u otros adultos.
- ✚ Si está lloviendo poco y hace viento, no hagas una fogata. Si decides hacer una fogata, escoge un lugar abierto, lejos de los árboles, de las hojas y de las ramas secas.
- ✚ Limpia la tierra de basura a 3 metros (10 pies) a la redonda del lugar donde piensas hacer la fogata.
- ✚ ¡Nunca descuides o dejes solo el fuego!
- ✚ Antes de dejar el área, con cuidado apaga el fuego con agua y tierra.
- ✚ Mantén limpio los alrededores del bosque. No dejes o tires botellas o cristales en el bosque. Estos podrían hacer las veces de una lupa, al concentrar los rayos de sol y generar el calor necesario para iniciar un fuego.



¿Qué puedes hacer para protegerte de un fuego?

Si un fuego se acerca:

No entres en pánico.

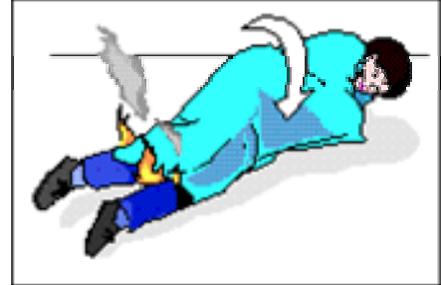
- ✚ Aléjate de las llamas del fuego.
- ✚ Informa a un adulto y regresa a tu casa donde estarás con tu familia protegido.

Si hay mucho humo y no puedes respirar:

- ✚ Cubre tu boca con un pañuelo seco.
- ✚ Aléjate del lugar y del humo.

Si tus ropas cogen fuego:

- ✚ No entres en pánico.
- ✚ Aléjate del fuego.
- ✚ Tírate al suelo y cubre tu cara.
- ✚ Rueda una y otra vez hasta que el fuego se apague.



Si un amigo tuyo o los miembros de tu familia están quemándose:

- ✚ Envuélvelos en una manta.
- ✚ Haz que rueden por el suelo hasta que el fuego se apague.

¿Qué puedes hacer para proteger tu casa de los fuegos a campo abierto?

- ✚ No tener árboles altos que peguen o toquen la casa.
Los fuegos también pueden moverse por medio de la copa de los árboles. Pero principalmente, se deben mantener los patios o alrededores de la casa limpios.
- ✚ Saca la basura, los desperdicios y el material que pueda quemarse que se encuentre alrededor de tu casa, tales como pasto, hojas y ramas secas.
- ✚ Almacena la gasolina y los aceites de las máquinas de cortar grama lejos de tu casa.
- ✚ Utiliza mangueras para mantener el suelo y la vegetación húmedos alrededor de la casa en caso de que este acercándose un fuego.
- ✚ Mantén el equipo contra incendios, tales como mangueras y extintores, a la mano.
- ✚ Identifica los lugares en donde hay equipo para el control de fuegos.

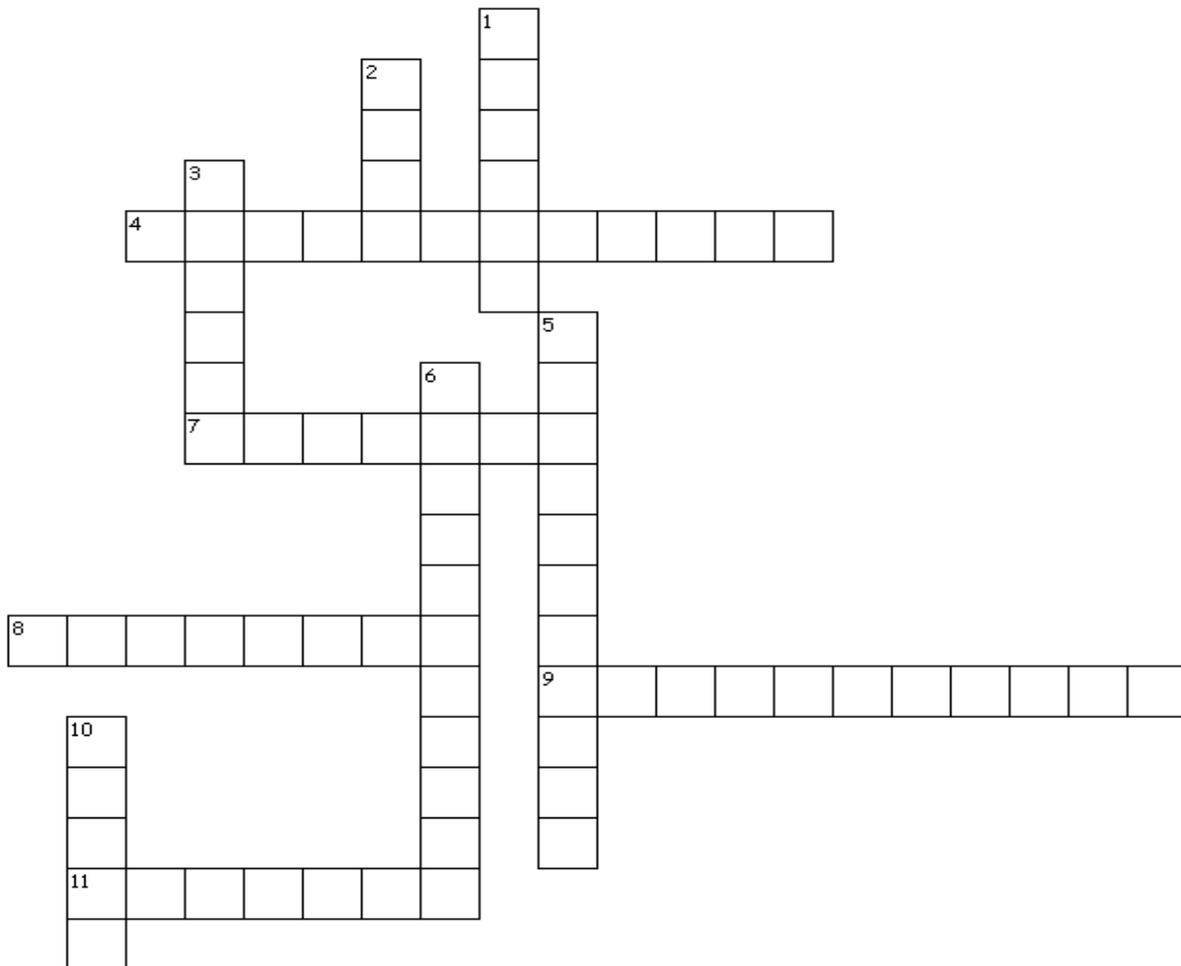
Ejemplo de algunos equipos para el control de incendios

Extintores de fuego, palas, mangueras de agua



Actividad 1 - Identifica los términos sobre el fuego

Copia el siguiente ejercicio y completa el crucigrama:



Horizontal

4. uno de los gases que se encuentran en el humo
7. forma parte del aire que respiramos
8. equipo para el control de incendios
9. material que se quema
11. razón porque la mayor parte de las personas mueren en un fuego

Vertical

1. manifestación visual de un fuego, gases incandescentes
2. causa contaminación del aire
3. aporta oxígeno y desplaza chispas
5. fuego se expande según la dirección del viento
6. elemento crítico para iniciar un fuego
10. causa efecto similar a la exposición al humo de un fuego

Parea el siguiente vocabulario

___ reacción química de oxidación violenta de un material combustible	1. combustible
___ carbono sin quemar	2. temperatura de ignición
___ para que comience a arder	3. hollín
___ material que se quema	4. ceniza
___ una forma de contaminación	5. humo
___ mezcla de gases y partículas microscópicas	6. smog
___ minerales que no se queman	7. fuego

Actividad 2 – Triangulo del fuego



Ilustración tomada de http://www.revistaecosistemas.net/index_frame.asp?pagina=http%3A/www.revistaecosistemas.net/articulo.asp%3FId%3D379

Materiales

- vela encendida
- vaso de cristal

Procedimiento:

Cubre la vela encendida con el vaso.

¿Qué fue lo que ocurrió? ¿Cómo explicas lo que ocurrió?

Sobre salud...

Menciona cinco (5) síntomas que demuestran que una persona esta afectada por la exposición al humo de un fuego.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Actividad 3: La lupa como instrumento que asiste a la ignición.

Como una lupa desvía los rayos del sol, es posible que los concentre a través de la lente, intensificándolos, y así lograr una ignición. Esto depende tanto de la intensidad de los rayos como del ángulo de los mismos (dos variables que cambian con la hora del día, el mes del año y la latitud a la que nos encontremos). Es una forma de obtener fuego sin disponer de otros medios como fósforos o encendedores.



Objetivo: Entender como se inicia un fuego

Materiales

- una lupa
- pedazo de papel, hoja seca u otro material combustible

Procedimiento:

Con mucho cuidado y bajo supervisión de un adulto, llevar a cabo este ejercicio. Los participantes se dividirán en grupos de 5 integrantes y anotarán el tiempo que tarda en salir la primera chispa. Utilizando una lupa, trate de mantener los rayos de sol que incidan en un punto del material seleccionado para servir como combustible.

Material combustible	Tiempo de que tarda en iniciarse la chispa (ignición)
papel	
hoja seca	

Luego de haber llevado a cabo el ejercicio, el grupo se reúne y discute los hallazgos. Se designa a una persona que tome nota de los puntos sobresalientes de la discusión y de las conclusiones por las cuales se consigue un consenso.

Preguntas guías

1. ¿Fue fácil / rápido conseguir la primera chispa de la ignición?
2. ¿Cuál de los materiales comenzó a arder primero?
¿Cuánto tiempo le tomó en arder?

Parte II - La quema a campo abierto o de pastos

Objetivos:

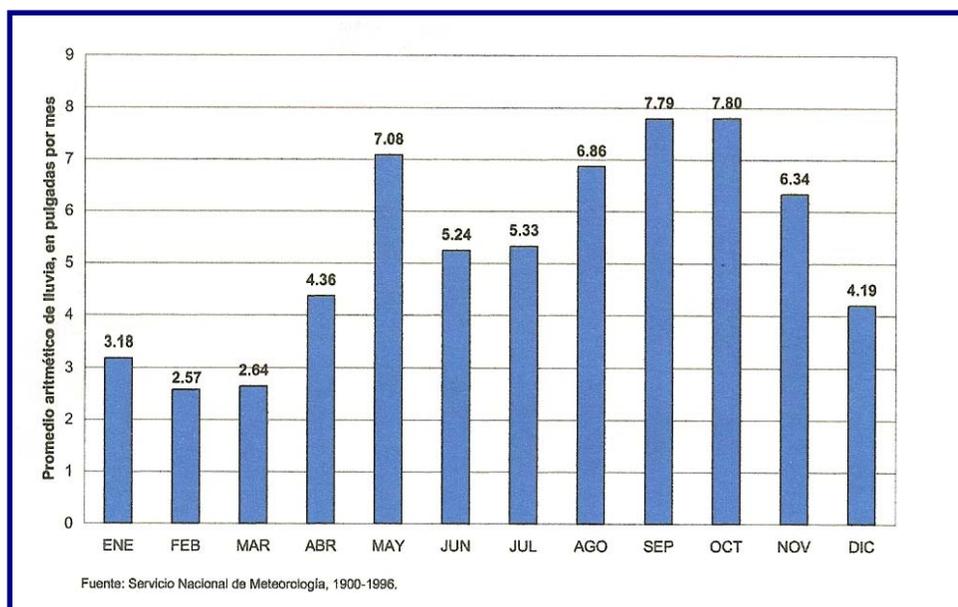
- Identificar las épocas cuando ocurren los fuegos de pastos
- Mencionar tres causas principales de fuegos en pastos
- Explicar bajo que condiciones puede ocurrir un fuego por combustión espontánea
- Evaluar el costo económico de la quema de pastos

En Puerto Rico la quema de pastos o a campo abierto se ha convertido en una práctica común, en especial durante los meses de enero a abril, cuando la lluvia es mínima (Ver Fig. 2). Dicha práctica, utilizada para el control de yerbajos o por otras razones, denota desconocimiento de los efectos a largo plazo de la misma. Las consecuencias de la quema pueden tener efectos devastadores no sólo al ambiente, la fauna y la flora de la Isla, sino, particularmente a las personas que por estar expuestas al humo pueden desarrollar problemas respiratorios.

Cuando ocurren

Cada año se acostumbra quemar los pastos durante los meses de menor incidencia de lluvia en la Isla (enero-febrero-marzo). Esto ocurre tanto en la zona central montañosa como en las áreas costeras. También existe la tradición de "El Día de la Candelaria" o de las candelas, que se celebra el 2 de febrero. Esta celebración ocurre 40 días después de la Navidad y marca el final del período Navideño. Las velas recuerdan las luces de Navidad. En Puerto Rico en esa fecha durante la noche se acostumbraba quemar en las calles de todo, basura, palos, cosas viejas, etc. Aún hay personas que continúan con esta tradición.

Figura 2 - Distribución mensual promedio de lluvia en Puerto Rico



Causas más comunes para los fuegos de pastos en Puerto Rico



La fuente de calor para iniciar un fuego en pastos y bosques (áreas silvestres) puede ser natural, como por ejemplo la caída de un rayo. Pero muchas veces los fuegos son ocasionados por personas, cuando descuidan los fuegos, o cuando se arrojan las colillas de cigarrillos todavía encendidas al pasto seco a orillas de carreteras o autopistas.



Un estudio llevado a cabo por el Departamento de Bomberos (2001), bajo el auspicio del USDA-FS Instituto de Dasonomía Tropical, reveló que las causas de los fuegos en pastos eran las siguientes:

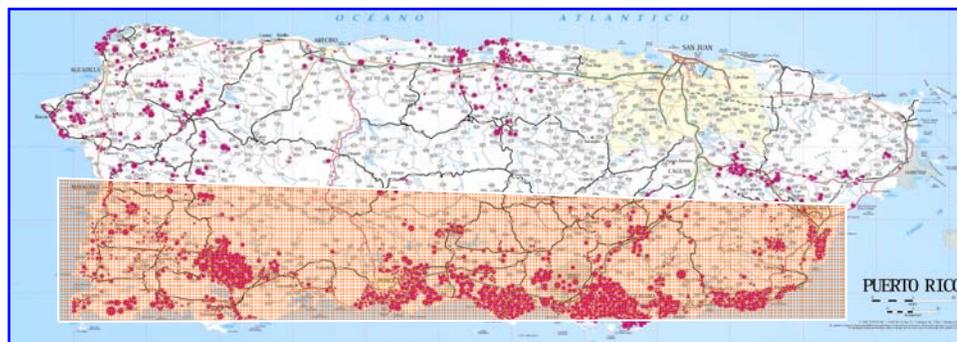
1. **descuido** – cuando arrojan una colilla de cigarrillo. Muchos de los fuegos comienzan a orillas de la carretera y luego se propagan por la acción del viento, llegando así hasta nuestros bosques.
2. **manejo de desperdicios sólidos** – todavía hay personas que queman la basura como una forma de disponer de los desperdicios en sus casas o propiedades.
3. **control de los yerbajos o maleza durante los meses de menor incidencia de lluvia y cuando su crecimiento es lento.**
4. **combustión espontánea** - (POCO PROBABLE)
 - a. cristales de botellas - los cristales o vidrios pueden tener el efecto de una lupa al concentrar los rayos de sol y generar el calor necesario para iniciar un fuego.
 - b. tormentas eléctricas – en Puerto Rico éstas ocurren durante la época de lluvia que coincide con los huracanes, contrario a los Estados Unidos que ocurren en el verano, con temperaturas elevadas, ambiente seco y donde los bosques son de pino (la resina del pino es altamente inflamable)
 - c. vertederos con poco mantenimiento o clandestinos – en el proceso de descomposición de la materia orgánica se genera mucho calor y los vertederos son un gran almacén de todo tipo de materiales desechados.
5. **intencionales** - ésta es la razón principal de los fuegos silvestres o la quema de pastos.

El estudio reveló la tendencia ascendente de los fuegos en pastos en Puerto Rico y de otros tipos de fuego, como se ilustra en los datos de la **Figura 3**.

Figura 3 – Datos encontrados del estudio

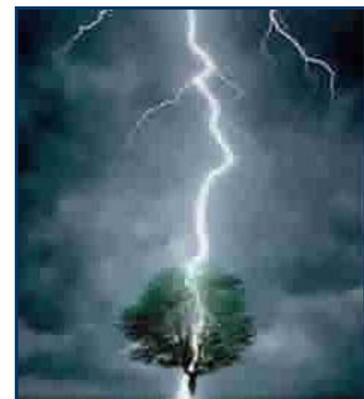
Tipo de fuego	1999	2000	2001
Estructuras	2,653	2,690	2,560
Vehículos	3,010	3,140	2,988
Pastos	5,368	8,247	7,773
Basura	5,495	6,438	6,129
Otros	743	1,086	909
TOTAL	17,269	21,601	20,359

Área donde tradicionalmente ocurre la quema de pastos



Es importante señalar que los fuegos en Puerto Rico **“NO son ocasionados por combustión espontánea”**.

La combustión espontánea puede ocurrir por los rayos de una tormenta eléctrica o por los efectos de un vidrio refractor. Al caer un rayo sobre los árboles provee la chispa de ignición para el incendio. La época de tormentas eléctricas en Puerto Rico coincide con la época de lluvia, durante los meses de agosto a noviembre. Además, la mayoría de los bosques en Puerto Rico se catalogan como “tropical húmedo”. Los cristales o vidrios pueden tener el efecto de una lupa al concentrar los rayos de sol y generar el calor necesario para iniciar un fuego. Pero es necesario que



los rayos incidan en un mismo punto y se mantengan por un tiempo considerable.

Causas de los fuegos en pastos y bosques

Reportajes de periódico -

Los fuegos han alcanzado proporciones mas significativas en el Bosque Estatal de Maricao donde tanto Bomberos Estatales como Forestales ayudados por la Guardia Nacional tratan de combatir un fuego ocasionado por “**mano criminal**”, según se informa en el periódico El Nuevo Día, 23 de febrero de 2005.

Hace sólo dos años que hubo un incendio similar en el área que quemó 300 cuerdas del bosque y, luego de una investigación, se determinó que fue causado por un descuido”. Periódico El Nuevo Día, 21 de febrero de 2005.



Otros comunicados

El 90% de los fuegos ocurridos durante la última década en los Estados Unidos han sido por causas humanas en vez de por negligencia, accidente o razones intencionales. Algunos de los fuegos causados por actos negligentes o accidentales han sido por dejar las fogatas sin atención, chispas, por irresponsablemente tirar colillas de cigarrillos y por dejar restos de material ardiente que quedaron por no haberse limpiado completamente el área donde se hizo una fogata. El restante 10% de los fuegos es causado por tormentas eléctricas.

Según la organización protectora de la naturaleza WWF (World Wide Forum) y la Organización Mundial de los alimentos y la agricultura FAO (Food and Agriculture Organization) el 95% de los incendios forestales está causado por humanos. (Hoja 2: Causas de los incendios, FAO, 2000)

Incidencia de fuegos y costos para 2005 Según reportajes del Nuevo Día (febrero - abril) y datos ofrecidos por personal DRNA

- Alrededor de 260 cuerdas de bosque fueron afectadas, “los mismos pudieron ser intencionales” , entre 90 a 100 personas trabajaron en las labores para controlar los fuegos, la zona oeste fue la más afectada por más de **1,400 fuegos** forestales este año, comparado con unos 200 el año pasado (2/abril)
- El gobierno ha **gastado más de \$1 millón** en apagar los recientes incendios, se han quemado **casi 30,000 árboles** y han muerto un número indeterminado de animales (24/marzo)
- Un hombre fue identificado e imputado con el delito de incendio agravado y malicioso, (24/marzo)
- El daño ambiental es contabilizado a razón de **\$20,000 por cuerda (destrucción)** y **\$10,000 recuperación** y mantenimiento que se requiere para levantar la plantación durante tres años (23/feb)

Informe de la FAO

La Organización Mundial de Alimento y Agricultura (FAO) de las Naciones Unidas informó que los incendios forestales consumen cada año unas 5.130 millones de toneladas de **biomasa** y liberan 3.430 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera, que junto a las emisiones humanas, causan el efecto de invernadero y el cambio climático. (comunicado del 31 de mayo de 2007).

La FAO advirtió que el cambio climático aumentará la incidencia y la gravedad de los incendios en zonas como Norteamérica y el mediterráneo, región en donde el aire es cada vez más caliente y la disminución de la lluvia en verano provocará un aumento de los fuegos.

Las campañas de concienciación y educación deben centrarse en las personas, **"que son la causa principal de los incendios"**, indicó el jefe del Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales de la FAO, Peter Holmgren.

Actividad 4 – Incidencia de fuegos, sus causas y el costo económico de la quema de pastos

Después de haber repasado la información de la Parte II – Quema a campo abierto o de pastos, el participante deberá estar preparado para hablar sobre las causas de éstos fuegos.

Los participantes se comunicarán con uno de los Manejadores de Bosques del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales o personal del Cuerpo de Bomberos y lo invitarán para que les ofrezca una charla sobre los fuegos ocurridos en pastos o los bosques estatales y que les informe sobre las pérdidas.

Investigar en los artículos de periódico o en las noticias sobre fuegos de pastos y bosques.

Materiales:

- Información sobre la quema (según obtenida charla de manejador de bosques o bomberos y datos encontrados en periódicos/noticias)
- Papel de gráficas
- Calculadoras de ser necesario.

Procedimiento:

1. Desarrollar una presentación sobre la información de fuegos. Propicie una discusión sobre este tema en donde se discuta sobre:
 - ¿Cuáles son las causas?
 - ¿Qué tipos de daños resultan de la quema y su posible impacto económico?
2. Usando las estadísticas provistas sobre la quema, crear una gráfica que pueda fácilmente representar la información sobre:
 - a. la incidencia de fuegos en pastos,
 - b. por ciento de cambio (cuando se comparan datos de varios años)
 - c. estimado de costo de los daños ocasionados (puede ser representando en un “pie chart”, barras, otros).

Esto puede ser realizado en grupos pequeños o como un proyecto de grupo completo.

3. Datos que pueden obtener de la charla que ofrezca el manejador de bosques o personal del cuerpo de bomberos:
 - a. ¿Cuál fue causa del mayor número de fuegos en un año o en años recientes?

- b. Comparar el número de fuegos en pastos por año, señalando tendencias de aumento o disminución en la incidencia de los mismos,
 - c. Razones por las cuales éstos aumentos o disminuciones pudieron ocurrir,
 - d. Comparar el número de fuegos por región (norte, sur, este, oeste; zona montañosa, zona costanera, bosques, otros) y sus efectos en la agricultura, infraestructura (carreteras, alumbrado), ecosistemas.
4. Discutir los hallazgos y conversar sobre las alternativas que existen para esta práctica de la quema de pastos.
 5. Identificar en un mapa de Puerto Rico las áreas afectadas por la quema de pastos

Actividad adicional:

Determinar (un estimado) el potencial de daño ambiental y costo económico de la quema

Como parte de la entrevista realizada a personal de Departamento de Bomberos o del DRNA, habrás obtenido datos sobre las áreas afectadas por la quema de pastos, tales como:

- Cuerdas afectadas
- Uso de la tierra
- Producción agrícola
- Recursos naturales afectados y otros.

Con esta información, junto a información obtenida de otras fuentes, el participante podrá investigar los efectos de la quema sobre el ambiente y determinar:

- área afectada (cuerdas), cultivo u otro uso de la tierra,
- ¿Cuál puede ser el posible costo económico incurrido por pérdidas en la producción agropecuaria (cosechas, producción animal)?
- ¿sobre los recursos naturales?

Parte III - Efectos / consecuencias

Objetivos:

- Observar los efectos de un fuego
- Explicar como afectan los fuegos de pastos al suelo, al agua y a la vida silvestre
- Describir como la quema afecta los recursos marinos
- Conocer la reglamentación existente sobre la quema y penalidades

Los efectos de un fuego son más evidentes sobre la superficie del terreno, donde los árboles han sido destruidos la maleza quemada o por daños a la propiedad. Los fuegos en pastos y bosques afectan tu salud, las plantas, el agua, el aire, el suelo y la vida silvestre, dejan el terreno al descubierto promoviendo la erosión y sedimentación en ríos, quebradas, alcantarillados y corales, produciendo inundaciones y contaminación en el medio ambiente.

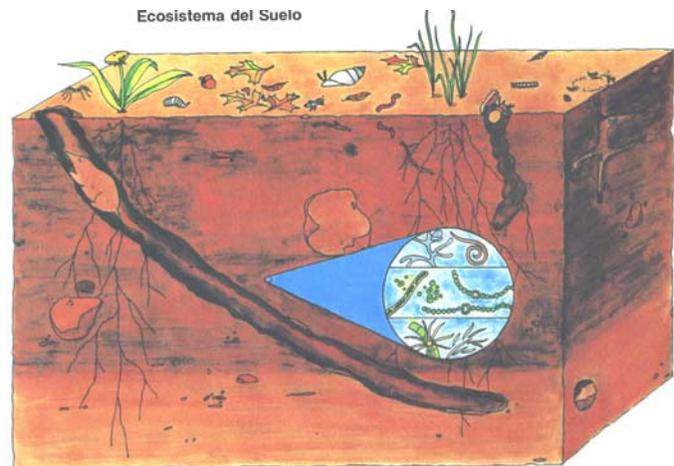
Las consecuencias o daños causados por los fuegos tienen efectos sobre;

Suelo **A**gua **A**ire
Plantas **A**nimales
Personas

Después de un evento de fuego en los pastos, las pendientes de las montañas quedan sin vegetación y expuestas a la lluvia, aumentando los efectos de la erosión y el arrastre de las partículas del suelo hacia quebradas, ríos y finalmente el mar.

Efecto del fuego: bajo la superficie del terreno

Un **ecosistema** es la unidad básica que incluye todos los organismos que funcionan juntos, como una comunidad de seres vivos en un área determinada, en interacción con el medio ambiente; que en esta ocasión, nos referimos al suelo



USDA-NRCS

El suelo le provee alojamiento a millones de microorganismos, tales como hongos, algas, bacterias, protozoarios y vertebrados del suelo en los cuales se incluyen ácaros, lapas, caracoles, centípedos, arañas, nemátodos, gusanos y hormigas. Todos ellos llevan a cabo procesos físicos y biológicos necesarios para un ecosistema saludable incluyendo el reciclaje de nutrientes, remoción de desperdicios, estructura del suelo y la retención de la humedad. Los fuegos de pastos o en bosques causan daños severos, además de un desbalance al ecosistema, que en muchas ocasiones sin la ayuda del hombre, el sistema puede tomar varios años en recuperarse.

Fuego: efectos sobre vida silvestre

- Pérdida de **hábitat** (espacio o área que reúne las condiciones adecuadas para que una especie pueda residir y reproducirse)
- Alteración del ecosistema (comunidades)
- Pérdida de vida silvestre (incluye especies amenazadas y en peligro de extinción, tanto plantas como animales)

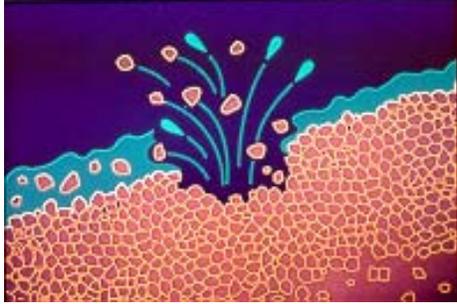
Fuego: efectos sobre el suelo –

- Cambia el **pH** de la superficie del suelo hasta un 0.4-0.5, lo cual lo convierte a uno sumamente ácido, limitando la disposición de los nutrientes para las plantas,
- Reduce el volumen y la diversidad de los microorganismos, en ocasiones hasta el punto de la esterilización,
- Aceites destilados y aromáticos de los árboles y arbustos crean una capa **hidrofóbica** (que repele el agua y no permite la infiltración de agua al suelo) sobre el suelo lo cual aumenta la **escorrentía**, la erosión y el transporte de sedimentos. Disminuye la infiltración de las aguas a través del suelo.
- Nutrientes tales como nitrógeno (N) y azufre (S) son volatilizados.



La quema de pastos ocasiona la pérdida de cubierta vegetal, lo que promueve:

- Reducción de la humedad (no hay cubierta vegetal, lo cual aumenta la radiación solar y la exposición al viento)
- Muerte de microorganismos beneficiosos
- Potencial de hidrofobia en el suelo
- Aumenta la erosión del suelo y la sedimentación.



El proceso de erosión comienza con una inofensiva gota de agua. Las gotas de agua caen sobre la tierra con fuerza explosiva que pueden ser salpicadas tan alto como 3 pies y tan lejos como 5 pies.

Una vez la **erosión** (movimiento de las partículas del suelo de un sitio a otro por medio de la acción del agua, viento u otro efecto) ocurre tiene como consecuencia final la **sedimentación**. Este es el proceso mediante el cual se acumulan partículas de tierra o suelo en el fondo de los cuerpos de agua.

La sedimentación contribuye a la disminución del espacio disponible para almacenar agua en los ríos, los lagos y las quebradas. La erosión puede arrastrar residuos de productos químicos que se encuentran depositados sobre el terreno. Esto puede contaminar aún más los cuerpos de agua. Eventualmente, los nutrientes (como el nitrógeno y el fósforo) que son arrastrados promueven el crecimiento desmedido de algas, las cuales bloquean el paso de la luz solar y compiten por el oxígeno disponible en el agua.

Fuego: efectos sobre los cuerpos de agua ocasiona aumento en:

- el potencial de contaminación de las aguas,
- la deposición de sedimentos en cuerpos de aguas,
- el potencial de inundaciones, y
- finalmente, cuando los ríos desembocan en el mar, su efecto sobre los arrecifes y vida marina es sumamente dañino.

Una de las amenazas más serias para los arrecifes de coral en Puerto Rico es la sedimentación. El agua turbia que resulta de las partículas del suelo suspendidas limita la cantidad de luz solar que llega al arrecife. Las partículas se depositan sobre los pólipos, lo que culmina en deterioro y muerte de los pólipos. El **coral** es un organismo formado por la asociación de una planta (alga) y un animal (pólipo). Los arrecifes de coral nos protegen de las marejadas y del oleaje fuerte en tiempos de tormentas y huracanes. También sirven de hábitat para muchas especies marinas de consumo humano y como fuente de pesca comercial y deportiva. (Encuentro con el mar, 2nda edición)



Otros efectos

Propiedades y estructuras se suman a las pérdidas económicas como resultado de estos fuegos. El sector de producción agropecuaria, en la agricultura, también se afecta grandemente por la quema. Se echan a perder grandes áreas dedicadas al pastoreo y se invierte dinero en la reconstrucción de cercas y ranchones.



- Pérdida de alimento (cosechas, forraje, alimento para la vida silvestre)
- Aumento en gastos operacionales (reemplazo de postes para el tendido eléctrico)
- Vidas (humanas y vida silvestre)
- Propiedad pública y privada
- Cierre de autopistas para evitar accidentes por el humo que afectan la visibilidad al conducir



El fuego, cuando se sale fuera de control, puede ser muy peligroso tanto para las personas como para la naturaleza. Los fuegos hacen daño a los animales, a las plantas y hasta a los organismos pequeños que viven bajo la tierra como hormigas, gusanos y hongos.

La foto muestra un guaraguao quemado en uno de los incendios del Bosque de Maricao, como este se encontraron muchos otros que perecieron también quemados.

Foto cortesía Edwin Ávila,
Oficial de Manejo de Bosques, DRNA

La quema a campo abierto está sujeta a reglamentación de la Junta de Calidad Ambiental (JCA)

Regla 402, Quema a Campo Abierto del Reglamento para el Control de la Contaminación Atmosférica de la Junta de Calidad Ambiental, que fue efectivo el 11 de enero de 1981 donde se estipula que -

“Ninguna persona causará o permitirá la quema de desechos a campo abierto”.

Ilegalmente, algunas personas realizan esta práctica para el control de yerbajos y manejo de desperdicios, lo que tiene como resultado unos efectos negativos al ambiente, hábitat de vida silvestre, agua y suelos. Además afecta económicamente otras áreas como la agricultura, daños a estructuras y propiedades privadas.

La ley de Aire Limpio de 1990 – Environmental Protection Agency
(EPA por sus siglas en inglés) vino a ser responsable de tratar todos
los casos relacionados con fuentes de contaminación de aire,
incluyendo químicos, vehículos de motor y negocios
Título V – Ley federal de Aire Limpio (42 USC 7661)

**A nivel estatal está el Reglamento para el Control de Contaminación
Atmosférica de la Junta de Calidad Ambiental**

Se requiere un permiso para quemar

Los bomberos y la Junta de Calidad Ambiental (JCA) requieren que usted conozca:

- Las reglas para el control del fuego y de la contaminación del aire
- El fuego que usted enciende puede convertirse en una molestia considerable de contaminación del aire y/o un peligro de incendio, daño a la propiedad y en casos extremos, a la vida de otras personas.



¡¡El violar la ley / reglamentos puede resultarle muy caro!!

Las penalidades por violar los reglamentos sobre la quema y la contaminación del aire pueden ser muy costosas. Se le podría expedir una citación o notificación de infracción, y se le podría llevar a corte o se le puede exigir el pago de multas (administrativas hasta un máximo de \$25,000 y en caso de repetición, de hasta \$50,000) bajo las disposiciones de la Ley de Política Ambiental.

Es posible que tenga también que rembolsar al Departamento de Bomberos el costo por apagar el fuego que ocasionó.



Ahora que has tenido la oportunidad de conocer lo que es el fuego, el humo, la quema de pastos y sus efectos, ¿cuál es tu opinión sobre esta práctica? ¿Qué le recomendarías a la persona que quema la basura?

Investiga

¿Qué opciones existen para el manejo de los desperdicios sólidos; para el uso de pesticidas y abonos químicos? ¿Cuáles son las formas para controlar la erosión? Para esto, puedes visitar alguna de las Oficinas locales del Servicio de Extensión Agrícola, comunicarte con el personal del Servicio de Conservación de Recursos Naturales (USDA-*Natural Resource Conservation Service*, antes Servicio de Conservación de Suelos) o con el personal del Departamento de Recursos Naturales y Ambiente.

Actividad 5 - Efectos de la quema / fuegos

Microorganismos del suelo después de un fuego

Investigar como se afectaron los microorganismos

Materiales

- muestras de suelo de un área después de una quema y sin quemar
- papel blanco
- microscopio o lupa
- espátula

Procedimiento

Si ha ocurrido un fuego de pastos recientemente en un lugar cercano,

1. Medir un área de 1 pie cuadrado y sacar tierra de 2 -3 pulgadas de profundidad
2. Tomar nota de cómo se encontraba el lugar donde se recogió la muestra (descripción)
3. Verter la muestra de tierra sobre el papel blanco y examinar la muestra de tierra tomada. Con mucho cuidado, separar la tierra en busca de organismos. Si no los puedes encontrar a simple vista, utiliza una lupa o microscopio.
4. Tomar nota de cuantos organismos se encontraron y si puedes clasifícalos.
5. Repite el procedimiento pero con una muestra de suelo en un lugar cercano al afectado por la quema, pero que **NO** fue quemado.

Preguntas

- a. Al examinar las muestras de suelo, ¿que encontraste?
- b. Brevemente, describir como se afecta el suelo después de una quema de pastos.

Muestras	Suelo después de una quema	Suelo no afectado por la quema
descripción del lugar		
apariencia (color, textura)		
olor		
evidencia de microorganismos (plantas o animales)		
raíces		
evidencia de que vivían animales (túneles, huevecillos, etc.)		

1. Busca las palabras

N M H A H X G E E V B G W S S
H Ó D I W U M K B N S K E A E
V I I G T M J I P P Z L T V D
V T E C I Y F T E X A L D V A
L P U B A L X F R M Y N N V D
T L L P F N A A I E Z T X J E
X J B P E W I N A Q D N O R I
Y Q W E L L A M N G C R V J P
R F U G J A P K A E J I D B O
L H U P W V N A R T M W F O R
O X O K R A G T U R N A N S P
P E R S O N A S A G E O U Q T
S Z J R O W Z K U S A E C U C
R J H Z G G U Z T K L P E E P
D U L A S Y G R X O O S L S M

AGUA
AIRE
ANIMALES
BOSQUES
CONTAMINACIÓN
PERSONAS

PLANTAS
PROPIEDADES
SALUD
SUELO
VIDA

2. Coloca en orden los eventos que ocurren cuando llueve después de una quema de pastos; donde el 1, indica lo primero que ocurre y 8, el efecto final.

- _____ transpone de sedimentos y sedimentación
- _____ escorrentía
- _____ ríos desembocan en el mar
- _____ muerte de los corales
- _____ agua turbia
- _____ suelo sin vegetación
- _____ erosión
- _____ inundaciones

3. Efectos sobre los ecosistemas marinos

AZNAMEA

26	17	9	19	20	22	

RUIBEDTZ

	12	28	7	29			

RAPTÍSULCA

				30	1	21	11		

SOELU

6	33	23	24	

NASPETIDO

		5	25		15	18	

FEACSREIR

14	27	3		32			

AITECSDNEIMÓN

34		31	16			2			8	13	

RIOSEÓN

10	4					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	32	33	34																

4. Completa las oraciones

La regla 402 de la JCA indica que _____
_____.

La Ley Federal que tiene que ver con las fuentes de contaminación de aire se conoce como _____.

Las agencias que requieren permisos para la quemar son _____
_____ y _____.

Las siglas JCA identifican cual agencia ambiental _____
_____.

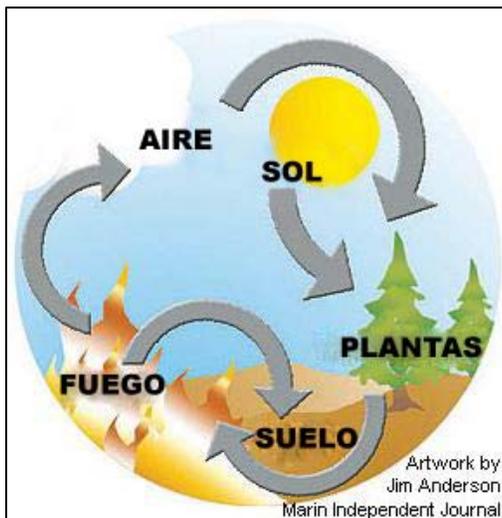
Las penalidades por violar la reglamentación sobre la quema son:

Temas para estudio

La ecología de los fuegos

La ecología de los fuegos investiga la relación de que existe entre los procesos del comportamiento de los fuegos y los efectos ecológicos. Es la rama de la ecología que enfatiza en los orígenes de los fuegos silvestres y su relación con el ambiente que lo rodea. Los factores primordiales que buscan los ecologistas de fuegos son la dependencia de los fuegos y la adaptación de las plantas y los animales, la historia de los fuegos, régimen de fuegos, y los efectos de los fuegos en los ecosistemas.

El ciclo de retroalimentación entre los cambios de uso de terrenos, humo y clima



Una vez los árboles han sido destruidos por el fuego, al no tener competencia, el suelo es cubierto por yerbas y malezas. La transformación de los bosques en pastizales puede inhibir la lluvia al reducir la evapotranspiración y la absorción de la radiación solar por las plantas.

El humo que producen los fuegos está compuesto de una mezcla de gases y partículas microscópicas que se desprenden de la vegetación en llamas y son liberados hacia la atmósfera. Al quemarse la materia verde a altas temperaturas, se genera óxido de nitrógeno y óxido de azufre, entre otros compuestos volátiles. El óxido de azufre se

convierte en ácido sulfúrico con la humedad, el cual contribuye a la formación de la lluvia ácida. Además, los fuegos en pastos o bosques contribuyen al calentamiento global.

Efectos a largo plazo

El comportamiento de los fuegos es muy diferente en cada ecosistema, por lo cual los organismos se han adaptado a esos ecosistemas. Luego de un fuego, las primeras especies en colonizar son aquellas cuyas semillas ya están presentes o aquellas que se dispersan sobre las áreas quemadas rápidamente. Generalmente siempre hay plantas de crecimiento rápido que necesitan mucha luz solar y que son pobres competidores en áreas pobladas. Según pasa el tiempo, plantas de especies leñosas, de crecimiento lento, tolerantes a la sombra y competitivas cubren el área. Estas plantas leñosas pueden ser arbustos o árboles (Begon *et al.* 1996, pg 700).

Sabías que para algunos bosques el fuego forma parte de su ciclo natural. El fuego es necesario para el ciclo de la vida natural de California. Es el cuidador del paisaje y contribuye a la salud del ecosistema disminuyendo la densidad de los bosques, renovando el suelo y rompiendo las envolturas de las semillas para que puedan crecer plantas nuevas y nutrir la fauna. (Perspectiva general del plan contra incendios de California, 1997).

Históricamente, el hombre ha utilizado el fuego para sus cosechas, eliminando la vegetación de grandes áreas de terreno y creando tierras de pastoreo. Pero debido al aumento en la población, la tendencia de desarrollo urbano, las técnicas para combatir los incendios, al centrarse en la extinción inmediata de los incendios, cambiaron la dinámica del fuego.

Crees que en los bosques de Puerto Rico, ¿el fuego forma parte de su ciclo natural? Puedes explicar la razón de tu respuesta.

Investiga

Después de una quema de pastos en Puerto Rico, ¿qué tipo de vegetación es la primera que crece o que coloniza el área? ¿Qué tipo de vegetación se adapta después al lugar?

Haz escuchado alguna vez, que personas indican que el fuego mejora la fertilidad del terreno. ¿Qué opinas sobre este particular?

Si evalúas y pones en una balanza los beneficios y desventajas de un fuego a campo abierto o quema de pastos, ¿hacia cual lado se inclinaría la balanza? Busca más información sobre esto, quizás entrevista a un profesional y lleva a cabo una revisión de literatura para sustentar tu punto de vista. Prepara carteles, afiches o presentaciones para que informes a tus amigos y a personas que viven en tu comunidad.

Glosario

Parte I – El fuego

ceniza - minerales que no se queman

combustible – lo que se va a quemar

contaminación – la introducción de cualquier sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio, irreversible o no, en el medio inicial. Para que exista contaminación, la sustancia contaminante deberá estar en cantidades relativamente alta como para provocar ese desequilibrio

fuego - reacción química de oxidación violenta de una materia combustible, con desprendimiento de llamas, calor, vapor de agua y dióxido de carbono

hidrocarburos - son compuestos orgánicos volátiles que reaccionan con los óxidos de nitrógeno (NO, NO₂) ante la luz solar para formar el ozono (O₃)

hollín - carbono sin quemar

humo – mezcla de gases y partículas microscópicas

llamas – gases incandescentes, es el producto de una reacción química rápida y persistente, que emite calor y luz

“**smog**”- una forma de contaminación originada a partir de la combinación del aire con contaminantes durante un largo período de altas presiones, que provoca el estancamiento del aire y, por lo tanto, la permanencia de los contaminantes en las capas más bajas de la atmósfera, debido a su mayor densidad

temperatura de ignición – temperatura requerida para que comience a arder determinado material combustible

Parte II – Quema a campo abierto o de pastos

biomasa - suma total de la materia de los seres que viven en un ecosistema determinado, expresada habitualmente en peso estimado por unidad de área o de volumen.

La energía de la biomasa deriva del material de vegetal y animal, tal como madera de bosques, residuos de procesos agrícolas y forestales, y de la basura industrial, humana o animales.

Parte III - Consecuencias / Efectos del fuego

coral - organismo formado por la asociación de una planta (alga) y un animal (pólipo)

ecología - ciencia que estudia los seres vivos, su ambiente, la distribución y abundancia, cómo esas propiedades son afectadas por la interacción entre los organismos y su ambiente

ecosistema - cualquier unidad básica que incluya todos los organismos que funcionan juntos, como una comunidad de seres vivos en un área determinada, en interacción con el medio ambiente

erosión - movimiento de las partículas del suelo de un sitio a otro por medio de la acción del agua, viento u otro efecto

escorrentía - agua de lluvia que no es absorbida por el suelo y que se mueve o corre libremente por la superficie

hábitat - espacio o área que reúne las condiciones adecuadas para que una especie pueda residir y reproducirse

hidrofobia - que repele el agua y no permite la infiltración de agua a través del suelo

pH - valor que se usa para indicar la acidez o alcalinidad de una sustancia. El término pH es el coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa: el pH neutro es 7: si el número es mayor, la solución, es básica, y si es menor, es ácida.

sedimentación - proceso mediante el cual se acumulan partículas de tierra o suelo en el fondo de los cuerpos de agua

Referencias

Anderson, W.M. (2004). In the Wake of a Wildfire, *The Scientist*, **18**(3):22
<http://www.the-scientist.com/article/display/14433/>

Begon, M., J.L. Harper and C.R. Townsend. (1996). *Ecology: individuals, populations, and communities*, Third Edition. Blackwell Science Ltd., Cambridge, Massachusetts, USA.

Bond, W. J., and J. E. Keeley. (2005). Fire as a global 'herbivore': the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution* 20: 387-394.

Department of Forestry & Wildland Resources. Certificate of Study, Wildland Fire Management, Humboldt State University. Recuperado 21/septiembre/2009 de www.humboldt.edu/wfsi/

Efectos a la salud tomado de "Center for Disease Control and Prevention": Recuperado 21/septiembre/2009 de <http://www.bt.cdc.gov/firesafety/>

Figura 1. Tomada del Inventario de Recursos de Agua de Puerto Rico, 2004
<http://www.drna.gobierno.pr/oficinas/arn/agua/negociadoagua/planagua/inventario-recursos-de-agua/inventario-de-recursos-de-agua-de-puerto-rico/Capitulo%202%20CLIMA.pdf>

Foto U. Bristol - Incendios forestales, cambios en el clima y actividad humana. Recuperada 21/octubre/2009 de <http://www.solociencia.com/ecologia/08111003.htm>

Friasse, C.W. (2009). From Climate variability to climate change: Challenges and opportunities to Extension. Recuperado 10/junio/2009 de <http://www.joe.org/joe/2009april/a9/php>

González Toro, C. "Emisiones de contaminantes agrícolas a la atmósfera y su destino", Carta Circular SEA, Marzo 2006.

González Toro, C. "Los efectos del fuego bajo la superficie del suelo", Carta Circular SEA, Abril 2004.

González, C. "La ecología de los fuegos", Carta Circular SEA, Marzo 2007.

González, C. (2005) *Conservando nuestro suelo*. National Printers, Capítulo 5.

Global Forest Fires Assessment, 1990-2000, Forestry Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado 10/19/2009 de http://www.fire.uni-freiburg.de/programmes/un/fao/Wp55_eng.pdf

Hoja de datos: Incendios Forestales (julio 2009) FEMA, Recuperado el 28/octubre/2009 de <http://www.fema.gov/esp/riesgo/incendioforestal/index.shtm>

Hoja 2: Causas de los incendios (FAO, 2000) Recuperado el 26/octubre/2009 de <http://esperi.mpch-mainz.mpg.de/documents/worksheetespanol/Agronom%EDa/11/FoodL1U3WS2ES.pdf>

Incendios forestales en Puerto Rico, Hoja de Nuestro Ambiente –DRNA (marzo 2006), Recuperado del 28/octubre/2009 de <http://www.drna.gobierno.pr/biblioteca/publicaciones/hojas-de-nuestro-ambiente/1-%20Incendios%20Forestales.pdf>

Incendios forestales en Puerto Rico ©2009 zonaisla.com, Recuperado el 28/octubre/2009 de <http://zonaisla.com/Community/DisplayStory.asp?id=46&cid=104>

IPCC (2007). Climate change 2007: Sintesis report: recuperado 20/enero/2008 de <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm>

Más, E. Fuegos a campo abierto: ¿necesidad o celebración en detrimento del ambiente? Agrotemas de Puerto Rico. Vol. 15, Núm. 4.

Moiser, A.R. (1998). Soil processes and global change. Biol. Fertil. Soils 27:221-229.

Perspectiva general del plan contra incendios de California (1997). Recuperado el 26/octubre/2009 de <http://www.firesafecouncil.org/spanish/fireplan2.html>

¿Qué sabe usted sobre el riesgo de los incendios? Compañía de Prevención de Incendios Forestales, Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica, Recuperado el 20 de octubre de 2009 de <http://www.eird.org/fulltext/Educacion/Folleto%20Incendios1.pdf>
más información educativa en <http://www.eird.org/esp/educacion/educacion-dos.htm>

Foto de portada <http://www.diarionorte.com/resizeimg.php?img=7766&Pwh=w&w=300>

Revisado por:

Prof. Melvin Irizarry, Especialista

Prof. Saúl Wiscovich, Especialista

Edwin Más, USDA-NRCS

Efraín Jiménez, Agente Agrícola, Las Marías

Edwin Ávila, Oficial de Manejo de Bosques, DRNA

Dra. María Rodríguez, Especialista en Evaluación e Investigación de Campo



SERVICIO DE
EXTENSION AGRICOLA

COLEGIO DE CIENCIAS AGRICOLAS

Noviembre 2009 © Derechos Reservados

Publicado para la promoción del trabajo cooperativo de Extensión según lo dispuesto por las leyes del Congreso del 8 de mayo y del 30 de junio de 1914, en cooperación con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Extensión Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.