



BIOCARBÓN EN EL SUROESTE

**Usando las prácticas y regulaciones
de Nuevo México como modelo**

Para Productores y Proveedores de Servicios Técnicos

 **QUIVIRA
COALITION**

Un libro de trabajo desarrollado por



CJ Ames and Eva Stricker, PhD, Quivira Coalition
Kelpie Wilson, Wilson Biochar Associates

Apoyo financiero proporcionado por

Fondos para las Innovaciones en Conservación del USDA NRCS y varias contribuciones de otras fundaciones. Este material se basa en el trabajo respaldado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos. (USDA). USDA es un empleador y proveedor de servicios que ofrece igualdad de oportunidades. Todas las opiniones, hallazgos, conclusiones o recomendaciones expresadas en esta publicación pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Esquema y diseño por

Jessica Brothers, Earth Hands Co., LLC
basado en el diseño de un libro anterior de Nick
Tramontina

Corrección de textos proporcionada por

Kit Brewer y Briana Olson

Portada

Producción de biocarbón en un horno por Eva Stricker

Primera edición

May 2023

Texto



Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

o envíe una carta a:

Creative Commons
PO Box 1866
Mountain View, CA 94042

Fotografía

Las fotos de esta publicación no están incluidas en esta licencia de Creative Commons y requieren permiso para ser utilizadas o reproducidas de cualquier manera. Cada organización o empresa debe ser contactada para obtener permiso para usar estas imágenes.

Todas las demás fotos tienen derechos de autor de © Quivira Coalition 2023.

Los autores han hecho todo lo posible para atribuir material prestado y verificar hechos, pero es posible que sin darse cuenta hayan cometido pequeños errores. Le invitamos a que se comunique con correcciones. Haremos revisiones y proporcionaremos versiones actualizadas de esta publicación tan pronto como sea posible.

Tabla de contenidos

Términos clave	6
Prólogo	8
Biocarbón basado en el lugar	8
Productores de biocarbón basado en el lugar	9
Cómo usar este libro de trabajo	10
1. ¿Qué es el biocarbón y por qué es importante?	11
Fuego en el paisaje	12
¿Qué es el fuego?	13
¿Qué es el biocarbón?	14
¿Cómo se produce el biocarbón?	14
Carbonización de la llama	16
¿Cómo se relaciona el biocarbón con el cambio climático?	17
Ejercicio #1	17
Ejercicio #2	19
Ejercicio #3	21
2. Biocarbón para la salud del suelo	23
Biocarbón para mejorar la salud del suelo	24
Características físicas	24
Características químicas	25
Características biológicas	25
Buenas prácticas para modificar el suelo con biocarbón	26
Biocarbón y los principios del suelo saludable	27
Biocarbón en Sistemas de Pastizales	28
Biocarbón en sistemas de huertos, cultivos y viñedos	28
Aplicación de Biocarbón en Grandes Áreas	29
Ejercicio #4	30
3. Hacer Biocarbón de Forma Segura	31
Expectativas de los Participantes	32
Primeros auxilios.	35
Ejercicio #5	36
Programación de una quema segura	37
Ejercicio #6	40

4. Hacer biocarbón basado en el lugar: tres métodos	41
Preparación	42
Herramientas y Suministros	42
Materias primas	43
Notas críticas sobre la seguridad de las materias primas	44
Ejercicio #7	44
Métodos para Biocarbón	45
Método de horno tapa de llama	46
El Horno Oregón: un pequeño horno tipo caja	47
Horno de paneles con escudo térmico.	49
Horno Big Box, un horno grande tipo caja	51
Cuadro comparativo de hornos de tapa de llama	52
El método de quema de conservación.	53
El método de tres pasos	56
Hornos de tapa de llama	56
Quemas de conservación	58
5. Elaborar un plan de quema	59
¿Por qué? — Objetivo de la Quema	60
¿Quién? — El equipo de quema de biocarbón.	60
Roles y Responsabilidades	60
Vecinos	61
¿Cuándo? — Tiempo.	61
Dónde — Contexto	62
¿Qué? — herramientas y suministros a tener a la mano.	64
6. Buenas Prácticas: hacer biocarbón y cumplir con las regulaciones	65
Regulaciones Locales	65
Regulaciones Estatales	66
Ejercicio #8.	67
Anexo 1. Plantilla del plan de quema	68
Anexo 2. Plantilla de registro de quema de biocarbón	82
Anexo 3. Recursos informativos	84
Anexo 4. Recursos de Financiamiento.	85
Referencias	86

Términos clave

Biocarbón	carbón hecho de material orgánico o biomasa utilizando varias formas de combustión controlada que sirven para limitar el oxígeno y evitar la quema que convierte la madera carbonizada en cenizas.
Biomasa	materia orgánica, como residuos de cultivos, desechos de madera y estiércol, que se puede convertir en combustible.
Quema controlada	una forma de quema prescrita que implica la aplicación controlada de fuego a los combustibles forestales en condiciones ambientales específicas que permiten confinar el fuego a un área predeterminada y producir el comportamiento y las características del fuego requeridas para cumplir con los objetivos de salud forestal identificados en un plan de quema (Servicio Forestal de los Estados Unidos).
Supervisor de quema	la persona que supervisa una quema, que prepara el plan de quema y es la persona responsable clave durante la quema.
Carbonización	proceso en el cual material orgánico es convertido en carbón, generalmente por pirólisis.
Carbón	es un material sólido obtenido de la conversión termoquímica de la biomasa en un ambiente con poco oxígeno.
Combustión	combustible que se quema en presencia de oxígeno. Las fases de la combustión son el secado, la desvolatilización, la pirólisis y la quema de carbón. El producto final de la combustión completa es la ceniza mineral.
Quema de conservación	una pila de quema estratégica que se construye y gestiona con el fin de maximizar la producción de biocarbón. Tales pilas deben apagarse con agua.
Desvolatilización	es la segunda fase de la combustión, en la que se libera materia volátil como resultado del calentamiento.
Materia prima	es el material orgánico que se transforma en biocarbón.

Términos clave

Horno de biocarbón con tapa de llama	un recipiente simple que se utiliza para producir biocarbón mediante carbonización con llama.
Carbonización por llama	combustión de material carbonoso que se detiene antes de que todo el carbón se convierta en cenizas. Para detener la combustión completa se elimina el calor, el oxígeno o ambos del proceso.
Ley de conservación de la masa	la masa no se puede crear ni destruir, aunque se puede reorganizar en el espacio, o las entidades que la componen pueden cambiar de forma. Por ejemplo, en las reacciones químicas, la masa de los componentes químicos antes de la reacción es igual a la masa de los componentes después de la reacción.
Quema de residuos en pil	es un método para desechar los cortes de árboles forestales generados por la tala para actividades de reducción de combustible e implica amontonar los escombros de la tala y quema de pilas separadas en condiciones seguras. Bajo la ley de Nuevo México, la quema en pilas de tala de bosque se considera una forma de quema prescrita.
Biocarbón basado en el lugar	biocarbón que se produce y aplica en un solo sitio.
Quema prescrita	aplicación controlada de fuego para lograr objetivos específicos de manejo de recursos naturales.
Pirólisis	conversión termoquímica de biomasa en un ambiente con poco oxígeno. La pirólisis es la tercera fase de la combustión completa, después del secado y la desvolatilización, y antes de la combustión del carbón.
Apagar	extinguir una quema.
Gases volátiles	productos químicos liberados por un material de biomasa en forma de gas o vapor, que generalmente contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. A diferencia del vapor de agua, los gases volátiles pueden arder en una llama.
Materia volátil	compuestos de carbono que permanecen en el biocarbón después de la pirólisis, que no son químicamente estables y pueden ser consumidos por microbios.



Prólogo

Biocarbón basado en el lugar

El concepto de biocarbón basado en el lugar está inspirado en las prácticas indígenas de gestión de la tierra que dieron forma a los paisajes del Oeste Americano antes de la llegada de los colonizadores europeos. Un sello distintivo de estas prácticas fue la quema frecuente que limpiaba el sotobosque del bosque, dejando biocarbón como subproducto. Esta práctica creó ecosistemas forestales que eran más resistentes a los incendios forestales extremos, así como pastizales y sabanas que respaldaban el ciclo saludable del agua y los nutrientes. Mientras compartimos versiones modernas de estas prácticas vitales, queremos reconocer que los colonizadores devastaron las prácticas alimentarias tradicionales y las prácticas de gestión de la tierra de los indígenas, y que los colonos y sus descendientes se han apropiado de las tecnologías indígenas sin honrar ni reconocer los orígenes de esas tecnologías. Los autores de este libro de trabajo también quieren expresar su gratitud a los Indígenas que, sin embargo, han llevado su conocimiento hasta el día de hoy; nos sentimos honrados de poder aprender de sus milenarias estrategias de gestión de la tierra.

El biocarbón basado en el lugar se refiere al proceso de producción de biocarbón donde el material de desecho está en el campo, el bosque o en una operación agrícola. Si bien hay algunas operaciones de procesamiento de biomasa leñosa a gran escala que producen biocarbón para su distribución, el biocarbón se puede hacer en el lugar siempre que haya un área lo suficientemente grande

disponible que se pueda limpiar de material inflamable. El biocarbón basado en el lugar hecho con desechos de la tala u otros desechos de madera puede servir como una parte importante de los proyectos en curso para reducción de combustible forestales y manejo de la vegetación con el objetivo de reducir el riesgo de incendios catastróficos y mejorar la productividad del suelo. Los silvicultores, horticultores, arboricultores y otros profesionales ya realizan actividades de mantenimiento y restauración para mantener los paisajes urbanos, forestales y agrícolas; restaurar el hábitat; mejorar la resistencia a los incendios forestales; y proporcionar una multitud de otros beneficios. El biocarbón basado en el lugar es otra herramienta disponible para estos y otros administradores de la tierra. El biocarbón basado en el lugar, hecho o inoculado con compost puede ayudar a las operaciones agrícolas a construir sistemas circulares donde los desechos como estiércol, tallos, huesos y otros desechos orgánicos pueden devolverse al suelo, proporcionando nutrientes y materia orgánica para cultivos alimentarios y forraje para el ganado. El objetivo de las prácticas de biocarbón basadas en el lugar es convertir materiales que de otro modo terminarían como desechos en un recurso valioso: el biocarbón. A la larga, este proceso permitirá un retorno seguro al uso más amplio y frecuente del fuego como una herramienta de gestión de la tierra que puede mejorar el hábitat y aumentar la resiliencia de los paisajes del suroeste en un clima cambiante.

Productores de biocarbón basado en el lugar

Los productores de biocarbón basados en el lugar pueden incluir cualquiera de los siguientes:

	Propietarios de bosques
	Agricultores y ganaderos
	Organizaciones y agencias de gestión de tierras
	Productores de traspatio con poca, pero innovadora tecnología
	Permacultures y educadores comunitarios
	Operaciones forestales, viñas y huertas
	Forestales urbanos y arbolistas
	Contratistas de restauración de hábitat
	Bomberos forestales
	Personas de cualquier edad que manejan bosques

Cómo usar este libro de trabajo

Este libro de trabajo ofrece prácticas en terrenos de Nuevo México como modelo para realizar quemas de biocarbón en un ambiente relativamente caliente, seco y ventoso, donde los legados de la supresión de incendios en el pasado hacen que las consecuencias nefastas de un incendio escapado sean un peligro real y presente. Un camino para reducir el riesgo con el tiempo es deshacerse de la madera excesiva, pero no podemos subestimar la necesidad de una preparación adecuada antes, la conciencia y el enfoque durante, y la vigilancia adecuada de chispas y residuos latentes después de una quema para reducir (pero nunca eliminar) el riesgo de incendios forestales. También se da el caso de que las leyes, las regulaciones y la responsabilidad que rigen las quemas variarán en diferentes municipios, condados y estados, y

pueden cambiar con el tiempo. Por lo tanto, es esencial que los usuarios se comuniquen con las autoridades locales pertinentes con mucha anticipación a una quema planificada.

Este libro de trabajo está destinado a acompañar la capacitación en el campo o en video que permitirá a los administradores de tierras y proveedores de servicios técnicos producir biocarbón de manera segura para usar en sus operaciones. Quivira Coalition tiene como objetivo crear una red de personas y organizaciones que estén dispuestas a ayudar y supervisar las quemas. Si le interesa unirse a esta comunidad o ayudar con la producción de biocarbón, comuníquese con Carbon Ranch Initiative de Quivira (quiviracoalition.org/carbon-ranch-initiative).

Cómo usar su copia de este libro de trabajo:

- Escriba notas en él, ensúcielo, guárdelo en su camioneta, ¡hágalo útil!
- Revise los capítulos de seguridad (Capítulo 3) y preparación (Capítulo 5) cada vez que planee una quema.
- Use la plantilla del plan de quema en el Anexo 1 para escribir y compartir su plan con las partes interesadas relevantes.
- Utilice la hoja de datos del Anexo 2 para registrar las condiciones y los resultados de sus quemas de biocarbón. A medida que adquiera experiencia, podrá aprender lo que le funciona mejor a usted considerando sus materias primas, condiciones, tiempo y recursos.
- Use este libro para ayudar a capacitar a voluntarios o ayudantes en su quema; proporcione el enlace a una versión en pdf (quiviracoalition.org/techguides) antes de su evento, para que tengan algunos conocimientos previos antes de asistir.
- Si no tiene leña, arranque algunas páginas; ¡siempre puede imprimir otra copia!

¿Qué es el biocarbón y por qué es importante?

En este capítulo, presentamos la relación entre el fuego y el biocarbón. El fuego es una parte natural de la mayoría de los ecosistemas, pero los cambios en el manejo del fuego han dejado a muchos ecosistemas vulnerables a incendios catastróficos o extremos. En todo el oeste de los Estados Unidos, las comunidades se han familiarizado con la forma en que incluso los incendios forestales relativamente pequeños pueden tener un impacto muy negativo en las infraestructuras humanas y en los ecosistemas locales y, por lo tanto, han llegado a comprender que mitigar el riesgo de incendio es cada vez más importante. A mayor escala, el fuego también contribuye al cambio climático al liberar a la atmósfera grandes cantidades de dióxido de carbono provenientes de la quema de madera y otros tipos de biomasa. Afortunadamente, existen soluciones para lidiar con los legados de la mala gestión de incendios y los efectos del cambio climático que también pueden ayudar a mejorar la salud del suelo. La producción y el uso de biocarbón es una estrategia prometedora que está ganando apoyo a nivel local y nacional.

Aprendizaje Esperado

Al final de este capítulo, los lectores podrán:

- Explicar el papel de los bosques con demasiada densidad en un incendio forestal catastrófico
- Discutir cómo el fuego mueve el carbono de las plantas y otros materiales a la atmósfera y describir el papel de las plantas y el suelo en el almacenamiento de carbono
- Explicar qué es el biocarbón
- Discutir el proceso de carbonización de la llama
- Describir el papel del biocarbón en la mitigación del riesgo de incendios y las emisiones de gases de efecto invernadero

Fuego en el paisaje

Los incendios forestales pueden dañar hogares y medios de subsistencia; estos causaron más de \$12.9 mil millones en daños a la propiedad solo en los EE. UU. en 2018 (Badger y Foley 2019), y sus efectos indirectos en la calidad del aire y el agua pueden tener consecuencias de mayor alcance. Los incendios forestales catastróficos pueden provocar inundaciones, pérdida de sedimentos y degradar la calidad del agua debido a las cenizas y los escombros en las vías fluviales (USGS). También pueden afectar la calidad del aire y representar amenazas para la salud pública, especialmente para las personas con afecciones preexistentes, como asma o problemas cardiovasculares (CDC).

Afortunadamente, la reducción de la densidad en los bosques muy densos puede reducir drásticamente la probabilidad de incendios forestales catastróficos. Se ha demostrado que la tala de bosques como estrategia de restauración aumenta la cantidad de agua subterránea (revisado en Schenk et al. 2020) y puede ayudar a preservar la biodiversidad, secuestrar carbono y reducir la contaminación del aire (revisado en Stevens et al. 2020). El aclareo (o raleo) y la quema de bosques secos garantiza que las reservas de carbono sean menos volátiles y que persistan durante períodos de tiempo más prolongados

(Hurteau et al. 2019). Los administradores forestales pueden usar el fuego como una herramienta, primero aclarando (mediante tala) los bosques y luego siguiendo con la quema en pilas y/o controladas. Se ha demostrado que estas acciones hacen que los bosques sean más resistentes a los incendios forestales, las sequías y el cambio climático.

Si bien la quema de pilas ha sido un paso esencial en el tratamiento de los combustibles en preparación para el regreso de los incendios naturales, tiene algunas desventajas. La quema en pilas, como se practica actualmente, se enfoca en la incineración completa del material y hacer el trabajo lo más rápido posible. Como resultado, la quema de pilas puede dejar cicatrices de quemaduras en la tierra que destruyen el horizonte orgánico del suelo y pueden tardar años o incluso décadas en sanar. Como se detallará más adelante en este libro de trabajo, se están desarrollando nuevos enfoques para la quema de pilas que evitan las cicatrices de las pilas quemadas, reducen las emisiones de humo y producen biocarbón. El biocarbón se está convirtiendo en una solución valiosa para tratar de manera segura, eficiente y productiva los desechos de madera en apoyo del aclareo de restauración.

¿Qué es el fuego?

Fire is a chemical reaction that converts material into heat, light, and various reaction products. When you strike a match, you feel heat, see light, and smell sulfur, all resulting from the process of combustion.



El fuego puede ser controlado por humanos que ajustan estas condiciones. Por ejemplo, usar un extintor de incendios desplaza el oxígeno de la vecindad y apagar un fuego con agua elimina el calor, y los bomberos pueden crear un cortafuegos alrededor de un incendio forestal eliminando los restos de madera y otra materia orgánica que sirva como combustible. Si podemos controlar las condiciones del fuego, podemos gestionar el fuego a pequeña y gran escala para alcanzar nuestros objetivos, como reducir la probabilidad de incendios forestales catastróficos o crear biocarbón.

La biomasa se quema en tres etapas:



Secado — El calor de una llama penetra una pieza de madera u otro material orgánico y elimina la humedad convirtiéndola en vapor de agua.



Desvolatilización y quema de volátiles — A medida que la madera u otro material orgánico se calienta, se liberan gases volátiles que contienen hidrógeno y oxígeno. Estos gases se queman, produciendo una llama que proporciona calor para continuar el proceso.



Pirólisis— en esta fase del proceso de combustión, el calor transforma el carbono en una forma químicamente estable que no se descompone fácilmente. La etapa final de la combustión es cuando todos los volátiles se han ido y no hay llama visible.



Si se permite que continúe, el material se quema hasta convertirse en ceniza mineral.

Podemos controlar la producción de cenizas, humo y biocarbón controlando las condiciones de la quema y deteniendo el proceso de quema en un momento específico para satisfacer las necesidades deseadas.

¿Qué es el biocarbón?

El biocarbón es material orgánico que se ha calentado en ausencia de oxígeno o en ambientes con poco oxígeno para producir una forma químicamente estable de carbón. El biocarbón se puede utilizar para acondicionar el suelo y para secuestrar carbono de la atmósfera mitigando así el cambio climático.

Biocarbón también se puede definir como carbón con ciertas propiedades. El carbón se refiere a más de una sustancia porque sus propiedades pueden variar mucho dependiendo de qué está hecho y cómo se produce. El biocarbón es carbón vegetal que se puede utilizar en el suelo o para otros fines beneficiosos que no devuelven el carbono a la atmósfera. El carbón utilizado como combustible no es biocarbón porque no conserva el carbono en forma sólida que

secuestra el carbono de la atmósfera, sino que lo libera en el aire cuando se quema.

El biocarbón se caracteriza midiendo la cantidad de carbono orgánico que contiene en relación con la cantidad de ceniza mineral. En California, por ejemplo, el biocarbón se define como aquel que contiene al menos un 60% de carbono orgánico. El contenido de carbono estable del biocarbón se determina en un análisis de laboratorio que mide la cantidad de oxígeno e hidrógeno que queda en el carbón. Menos oxígeno e hidrógeno significa que el carbón es más estable. Generalmente, el biocarbón que se produce a temperaturas más altas contiene carbón más estable.

¿Cómo se produce el biocarbón?

Hay diferentes formas de producir biocarbón. El término general para el proceso es pirólisis, de las palabras griegas para fuego (piro) y separación (lisis). La pirólisis es la separación por fuego. La madera y otras biomásas están compuestas de los elementos carbono, hidrógeno y oxígeno, con otros minerales traza. La pirólisis separa el carbono de los demás elementos mediante el fuego, produciendo gases volátiles que contienen hidrógeno y oxígeno y dejando atrás el carbono sólido. En el proceso, el carbono también se transforma en un estado más estable, conocido como biocarbón.

Los métodos tradicionales de pirólisis implican quemar madera lentamente a temperaturas relativamente bajas en un pozo o montículo cubierto. Este proceso es muy contaminante y tarda días en terminar. Este tipo de carbón no es adecuado para su uso en el suelo porque contiene alquitrán y aceites.

El biocarbón también se puede producir utilizando una variedad de tecnologías modernas que transforman la materia orgánica en energía térmica utilizable para la generación de calor y electricidad. Muchas instalaciones modernas ahora producen biocarbón comercialmente como un

coproducto de la generación de energía. Sin embargo, tales instalaciones son costosas y deben ubicarse cerca de fuertes cadenas de suministro de combustible de biomasa. Sin embargo, este tipo de instalaciones son costosas y deben ser colocadas cerca de fuertes cadenas de suministro de biomasa. Hay muchos lugares en el suroeste donde estas condiciones no existen o no se han desarrollado. Aquí es cuando, si se ejecuta con supervisión y mejores prácticas, el biocarbón basado en el lugar puede llenar un vacío proporcionando biocarbón para beneficio del suelo mientras se gestiona el exceso de biomasa para beneficios ecológicos.

El biocarbón puede tener propiedades muy diversas, según la materia prima, la temperatura de combustión y otros factores. La temperatura de producción es generalmente el principal factor determinante de la química del biocarbón. El biocarbón producido a altas temperaturas mediante la carbonización de la llama generalmente contiene más carbono fijo y estable y una masa más pequeña de compuestos volátiles que el biocarbón producido a temperaturas más bajas. En cambio, el carbón producido a bajas temperaturas se utiliza más adecuadamente como combustible para cocinar a la parrilla que como enmienda del suelo.

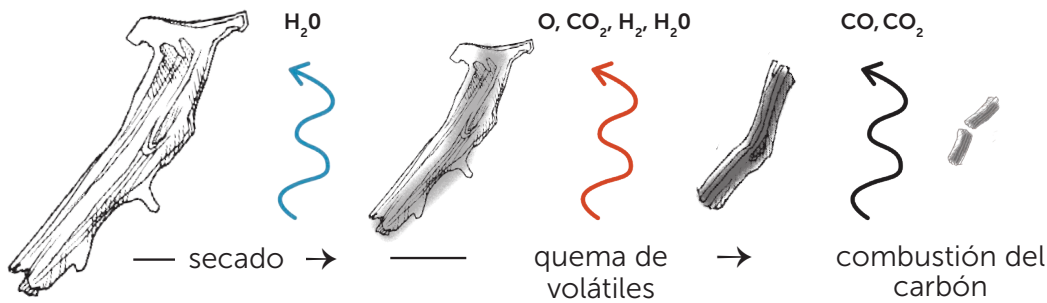
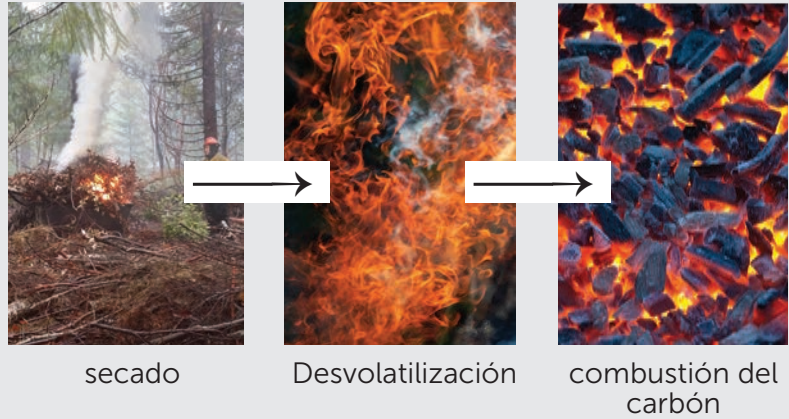


Como un horno con tapa de llama produce biocarbón. Concepto de imagen por Kelpie Wilson, diseñado por Jessica Brothers.

Carbonización de la llama

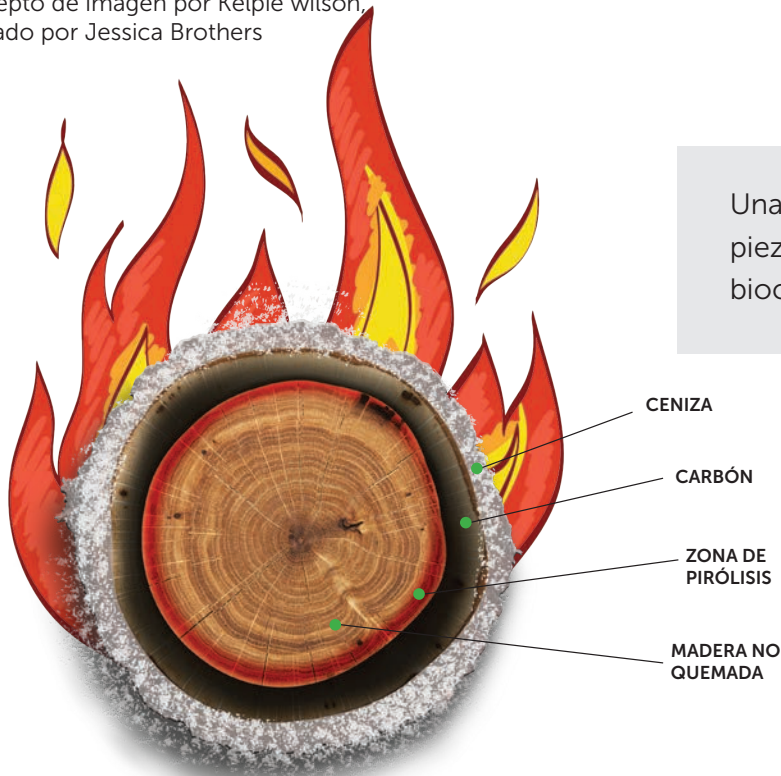
Producir biocarbón en una llama abierta

- la biomasa se quema en tres etapas (ver página 13)
- Para producir carbón, detenga el proceso antes de que la biomasa se convierta en cenizas



¡No lo olvides! Para producir carbón, el proceso debe detenerse antes de que se produzcan cenizas.

Concepto de imagen por Kelpie Wilson, diseñado por Jessica Brothers



Una sección transversal de una pieza de madera transformada en biocarbón desde el exterior.

Concepto de imagen por Kelpie Wilson, diseñado por Jessica Brothers

¿Cómo se relaciona el biocarbón con el cambio climático?

Para entender cómo el biocarbón (y más ampliamente, el fuego) se relaciona con el cambio climático, es necesario comprender el ciclo del carbono; el proceso en el que el carbono se mueve desde la atmósfera hacia y a través de las plantas y los animales, hacia el suelo y de regreso a la atmósfera.

Ejercicio #1

Escriba sus respuestas o analice esta pregunta con su familia, amigos o vecinos antes de pasar a la siguiente página.

#1: ¿De dónde provino la mayor parte del material que hizo la madera del árbol que se muestra arriba? ¿Fue del suelo, del agua o del aire?

Escriba sus opiniones debajo:



Árboles desnudos por McMac70

¿Qué respondió usted?

Si usted respondió suelo: sabemos que el suelo es importante para el crecimiento de las plantas. Proporciona estructura física, lo que permite que las plantas crezcan erguidas, y retiene el agua y los nutrientes que la planta utiliza. Pero si las plantas tomaran material del suelo para hacer madera, entonces un árbol muy grande consumiría todo el suelo a su alrededor, ¡y habría cráteres debajo de cada planta! Entonces no, la mayor parte del material que compone la madera no proviene del suelo.

Si usted respondió agua: el agua es esencial para el crecimiento de las plantas porque disuelve los nutrientes y es necesaria para mantener las actividades fisiológicas de las plantas. Pero de nuevo, no, la mayor parte del material que compone la madera seca no es agua.

Eso deja aire: específicamente el dióxido de carbono, un gas invisible, insípido e inodoro que forma parte de la atmósfera de la Tierra. Es fácil olvidar que hay masa en el aire porque los humanos no podemos sentirla directamente. Pero las reacciones químicas en las plantas transforman las moléculas de dióxido de carbono del aire en moléculas de carbohidratos (azúcares) en un proceso químico impulsado por la energía del sol (fotosíntesis). Podemos ver, tocar y saborear fácilmente colecciones de moléculas de carbohidratos a medida que forman innumerables estructuras vegetales, desde los árboles más grandes hasta la lenteja de agua más pequeña.

Los animales comen las plantas como alimento y los microbios en el suelo descomponen plantas y animales muertos. La mayor parte de ese material se origina en la gran reserva de carbono que existe en forma de dióxido de carbono en la atmósfera. A continuación, veremos una forma en que el carbono regresa a la atmósfera.



Ejercicio #2

Escriba sus respuestas o analice esta pregunta con su familia, amigos o vecinos antes de pasar a la página siguiente:

#2: ¿Adónde fueron a parar las paredes de esta casa?

Escriba sus respuestas debajo::



“Esqueleto de una casa quemada” por ChrisReilly

¿Qué es el biocarbón y por qué es importante?

Nuestra respuesta

El material que antes formaba las paredes de la casa ahora es invisible, inodoro e insípido (al menos para los humanos). La masa que antes formaba las paredes de madera ha regresado a la atmósfera en forma de dióxido de carbono. Esto también es el ciclo del carbono en acción.

El ciclo del carbono comprende todos los procesos por los cuales el carbono se mueve a través del medio ambiente, recorriendo el suelo, los océanos, las plantas, los animales y el aire. El movimiento ocurre a través de procesos que incluyen la fotosíntesis; la respiración de animales, plantas y microorganismos; la descomposición de animales, plantas y microorganismos después de su muerte; y el fuego.

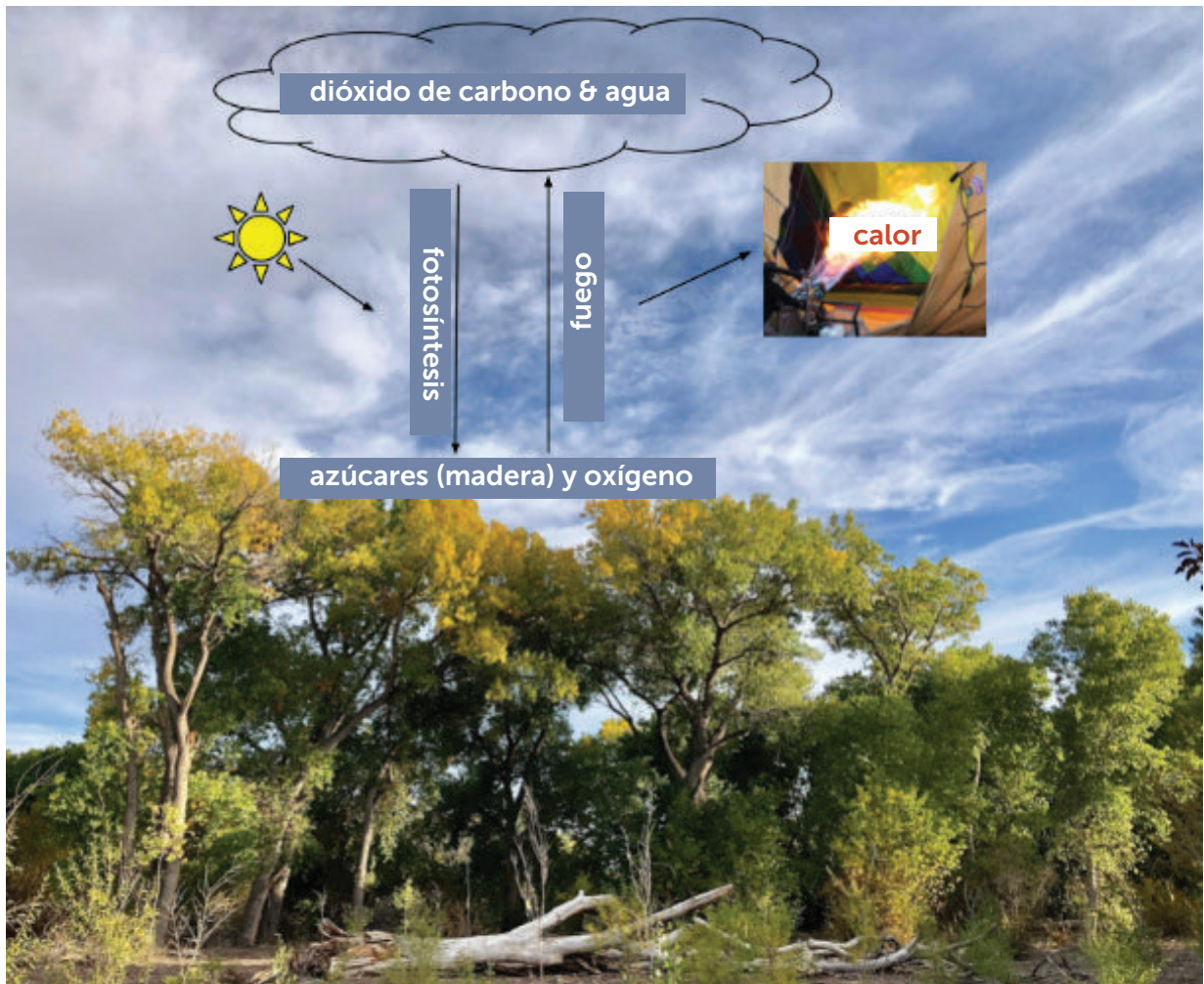


Diagrama simplificado de cómo el fuego y la fotosíntesis se relacionan con las reservas de carbono en la atmósfera y en la vegetación. Foto de Eva Stricker, cortesía de Quivira Coalition.

Ejercicio #3

Escriba sus respuestas o analice esta pregunta con su familia, amigos o vecinos antes de pasar a la siguiente página.

#2: ¿Cómo le han afectado los incendios forestales a usted o a su comunidad? ¿Cómo han cambiado los incendios forestales a lo largo de su vida? Escriba sus reflexiones debajo:



El fuego es una perturbación importante y natural en los paisajes saludables, pero hay dos formas importantes en que el comportamiento humano ha cambiado las condiciones en los bosques, praderas y matorrales. En primer lugar, durante la mayor parte del siglo XX, el miedo a los incendios llevó al Servicio Forestal de los Estados Unidos a suprimir los incendios forestales naturales, lo que resultó en una sobreabundancia peligrosa de combustibles en forma de escombros y madera muerta. En segundo lugar, el cambio climático como resultado del uso de combustibles fósiles ha provocado temperaturas más cálidas en general y patrones climáticos más extremos. En el suroeste árido, una forma en que esto se ha manifestado es en períodos prolongados de sequía.

Estas condiciones juntas (cambio climático y supresión de incendios) han provocado que los incendios forestales naturales se vuelvan cada vez más catastróficos. Los bosques, matorrales y pastizales sanos almacenan carbono en el material vegetal leñoso y en el suelo; los incendios

¿Qué es el biocarbón y por qué es importante?

forestales liberan carbono almacenado en árboles y otras plantas a la atmósfera. Una mayor disponibilidad de material leñoso para los incendios forestales significa que los incendios arden a temperaturas más altas, durante períodos más largos y en paisajes más amplios. Esto acelera la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera y deja áreas de suelo desnudo que, con el tiempo, también liberarán carbono a la atmósfera. Los incendios forestales masivos de 2020 en California emitieron más dióxido de carbono que las emisiones anuales en 2018 de países como Chile y Grecia, aproximadamente 90 millones de toneladas métricas (Grandoni 2020).

Convertir los desechos de madera y otros materiales de desecho orgánicos en biocarbón significa que es menos probable que el material regrese a la atmósfera como dióxido de carbono y otros gases en escalas de tiempo prolongadas. A raíz de tantos incendios destructivos, la política pública ha cambiado y los terratenientes privados que fabrican biocarbón ahora pueden contribuir a la reducción de los combustibles para incendios forestales y al mismo tiempo beneficiar al medio ambiente de muchas otras formas.

Convertir residuos de madera en biocarbón:

- Puede ser menos costoso que astillar y depositar en vertederos (donde se produce un potente gas de efecto invernadero, el metano)
- Limita la liberación de partículas contaminantes al aire por combustión ineficiente
- Hace posible devolver el carbono al suelo en forma pura y estable (como enmienda del suelo)

El uso de biocarbón en los suelos puede mejorar el crecimiento y la función de las plantas. Más plantas con más superficie foliar para realizar la fotosíntesis significan una mayor eliminación de dióxido de carbono de la atmósfera. Los resultados de este proceso producen resultados generalmente positivos para los seres humanos y el medio ambiente.

Agregar dióxido de carbono a la atmósfera es como agregar una manta caliente a una cama: mantiene el calor cerca de la Tierra en lugar de permitir que la energía se irradie hacia el espacio. Por lo tanto, el fuego se relaciona con el cambio climático al contribuir a la acumulación de gases de efecto invernadero. A su vez, las condiciones más cálidas y secas resultantes pueden debilitar la vegetación y aumentar la probabilidad de que ocurran grandes incendios. Los resultados de este proceso por lo general son negativos para los seres humanos y el medio ambiente.

2. Biocarbón para la salud del suelo

Características y buenas prácticas

Hay dos razones de peso para producir biocarbón en las tierras labradas del suroeste: la gestión de residuos y la mejora de la salud del suelo. Este capítulo proporciona una explicación de los beneficios generales de la aplicación de biocarbón enfocando su uso en sistemas agrícolas.



Taller de Biocarbón.
Fotografía por cortesía de Quivira Coalition

Aprendizaje Esperado

Al final de este capítulo, los lectores podrán:

- Describir las formas en que el biocarbón puede contribuir a la salud general del suelo.
- Diferenciar entre los impactos físicos, químicos y biológicos del biocarbón
- Discutir la evidencia actual del uso de enmiendas de biocarbón en el suroeste
- Relacionar el uso de biocarbón con los Principios de Suelos Saludables
- Aplicar una comprensión de los beneficios del biocarbón para la salud del suelo en los sistemas agrícolas del suroeste

Biocarbón para mejorar la salud del suelo

El biocarbón puede ser beneficioso para la salud del suelo agrícola porque agrega carbono al suelo, alterando sus características físicas, químicas y biológicas como se describe a continuación. Las mejores prácticas sugieren que el biocarbón debe inocularse con nutrientes y microorganismos antes de agregarlo al suelo.

Características físicas

La aplicación de biocarbón como enmienda del suelo tiene muchos beneficios potenciales; más notablemente, aumenta la retención de agua. Un estudio reciente mostró aumentos en el contenido de agua del suelo a capacidad de campo hasta en un 51 por ciento (Razzaghi et al. 2020), lo que respaldó una mayor productividad de las plantas. Una mayor capacidad de retención de agua es particularmente significativa en los climas áridos del suroeste, ya que brinda más oportunidades para aprovechar las precipitaciones cada vez menos frecuentes.

Además, se ha demostrado que el biocarbón alivia el estrés salino en suelos secos. Puede funcionar sinérgicamente con enmiendas como vermicompost para mitigar el estrés por salinidad y mejorar la eficiencia del uso del agua y el crecimiento de las plantas (Hafez et al, 2021).

La gran área de superficie del biocarbón a nivel microscópico, debido en parte a la naturaleza

porosa de su estructura, también lo hace útil para mejorar el flujo de aire en los suelos. Agregar biocarbón a los suelos disminuye la densidad aparente de los suelos, lo que ayuda a mitigar el daño causado por la compactación previa (Burrell et al, 2016).

Indirectamente, el biocarbón puede contribuir a mejorar la estabilidad de los agregados del suelo al aumentar el enraizamiento de las plantas y el crecimiento de hongos (Mukherjee y Lal 2013). Esta propiedad puede reducir el riesgo de erosión eólica e hídrica.



Hileras de suelo y biocarbón en Four Winds Farm. Fotografía por cortesía de biocharproject.org

Características químicas

Se ha demostrado que el biocarbón afecta las propiedades químicas del suelo, incluida la capacidad de intercambio catiónico y el pH, pero estos efectos dependen del tipo de suelo. Un metaanálisis en 2022 de cincuenta y nueve estudios realizados sobre biocarbón entre 2012 y 2021 encontró que los suelos gruesos y finos (aquellos con altos porcentajes de arena y arcilla, como los suelos que se encuentran en todo el suroeste) mostraron la mayor tendencia hacia la mejora en la capacidad de intercambio catiónico y aumento en el pH

cuando se enmiendan con biocarbón (Singh et al, 2022). Sin embargo, es posible que los suelos de pH alto que se encuentran en todo el suroeste no experimenten los beneficios de una mayor capacidad de intercambio catiónico, ya que el pH alto puede hacer que los nutrientes como el fósforo estén menos disponibles para la absorción de las plantas, por lo que estos efectos pueden cancelarse entre sí. Se necesita más investigación sobre el uso de biocarbón en el suroeste para comprender mejor sus impactos.

Características biológicas

El área de superficie proporcionalmente grande de biocarbón proporciona un hogar para los microorganismos. En los suelos del suroeste, que tienen poca materia orgánica en la que habitan los microorganismos, este microhábitat protector puede permitir una mayor biomasa microbiana (Lehmann et al. 2011) y biodiversidad.

Características físicas

Mejora la estabilidad de los agregados, la infiltración, el almacenamiento de agua, la densidad aparente y la moderación de la temperatura del suelo

Características químicas

Mejora el almacenamiento de nutrientes, el pH del suelo y reduce la lixiviación de nutrientes

Características biológicas

Mejora el hábitat de los microorganismos del suelo, la colonización de micorrizas y la actividad microbiana



Suelo con biocarbón, fotografía por Rob Goodier

Buenas prácticas para modificar el suelo con biocarbón

La mayoría de las veces, el biocarbón debe inocularse de alguna manera antes de aplicarlo al suelo. El biocarbón aplicado solo a altas tasas puede absorber nitrógeno y otros nutrientes del suelo en lugar de ponerlos a disposición de las plantas a corto plazo. El biocarbón se puede inocular con aditivos de ensilaje, bokashi, té de compost u otros. Al compostar biocarbón, este se carga con nutrientes y se inocula con microbios beneficiosos para el suelo. (Para obtener información sobre el compostaje en el suroeste, consulte <https://quiviracoalition.org/rural-dryland-composting/>). Junto con el compost, se ha demostrado que el biocarbón aumenta la capacidad de retención de agua y nutrientes de suelos labrados en múltiples contextos (Agegnehu et al. 2017).

Agregar biocarbón al estiércol o a los desechos vegetales mejora el proceso de compostaje:

- **Reteniendo aire y agua en la pila de compost**
- **Neutralizando el pH general (Nguyen et al, 2022)**
- **Permitiendo los microbios digieran la materia volátil que queda en el biocarbón**
- **Cargando el biocarbón con nutrientes y vida microbiana**

Existe una excepción para la necesidad de inoculación: al plantar un cultivo de leguminosas, puede ser beneficioso mezclar biocarbón sin inocular en el suelo. Las leguminosas fijan su propio nitrógeno y el biocarbón ayuda a promover las bacterias fijadoras de nitrógeno que viven en las raíces de las plantas leguminosas (Farhagi-Abriz et al, 2022).

El biocarbón también se puede inocular directamente con nutrientes si el compostaje no es una opción. Mezclar biocarbón directamente con una fuente de nitrógeno como la urea puede evitar que las enmiendas de biocarbón absorban los nutrientes disponibles para las plantas en el suelo, pero esta combinación no proporciona la adición de diversidad microbiana.

Se recomiendan análisis de suelo anuales para los administradores de la tierra que deseen medir el impacto de todas y cada una de las prácticas de gestión, incluida la aplicación de biocarbón. El monitoreo del suelo es particularmente importante con el uso de biocarbón porque diferentes materias primas y condiciones de producción pueden conducir a diferentes características químicas. En general, es una buena idea evaluar el suelo antes, durante y algún tiempo después de usar una enmienda como el biocarbón. Una prueba de suelo de laboratorio generalmente cuesta alrededor de \$35 y brinda información sobre el pH del suelo, la capacidad de intercambio catiónico y el estado de los nutrientes. Para obtener orientación sobre el muestreo, consulte el Libro de Trabajo de Salud de la Tierra de Quivira en <https://quiviracoalition.org/soil-health-workbook/>.

Biocarbón y los principios del suelo saludable

Las enmiendas de biocarbón están alineadas con los Principios de suelo saludable según lo descrito por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS por sus siglas en inglés). Éstos incluyen:

- Minimizar la perturbación
- Maximizar la biodiversidad, incluida la ganadería
- Mantener una raíz viva
- Mantener el suelo cubierto

La gestión alineada con uno (o más) de estos principios aumenta la probabilidad de mejorar la salud del suelo, principalmente mediante la construcción y el mantenimiento del material orgánico del suelo; los compuestos ricos en carbono producidos por la descomposición lenta de las plantas y los microorganismos del suelo. (El Libro de Trabajo de Salud de la Tierra de Quivira Coalition proporciona más información: www.quiviracoalition.org/techguides.)

El uso de biocarbón como enmienda orgánica se alinea con al menos dos de estos principios: cubrir el suelo (lo que también ralentiza la liberación de carbono a la atmósfera)

y maximizar la biodiversidad al albergar diversos microorganismos.

Los resultados de la inoculación de biocarbón con comunidades microbianas pueden depender de la calidad y el tipo del inoculante, así como de las características del suelo y, por esta razón, el conocimiento local o el ensayo y error son importantes antes de implementar el biocarbón inoculado en grandes áreas.



Biocarbón en Sistemas de Pastizales

Solo se ha realizado un pequeño porcentaje de investigación sobre la modificación de las enmiendas de biocarbón en el suroeste, pero los hallazgos en áreas similares en otros lugares sugieren que puede haber impactos positivos en los sistemas agrícolas del suroeste. Los resultados de dos estudios separados en los ecosistemas esteparios de artemisa en el centro de Oregón (caracterizados por un fuerte crecimiento del enebro occidental) indican que, si bien el biocarbón no puede mejorar los suelos secos de los pastizales por sí solo

(Phillips et al., 2020), puede tener impactos positivos significativos cuando se combina con un sistema de pastoreo rotativo (Gao y DeLuca 2022). Quivira Coalition está en proceso de realizar pruebas de campo sobre el impacto de las enmiendas orgánicas en pastizales, incluidos el compost y el biocarbón. Un informe sobre estos hallazgos estarán disponibles en el 2024 en el sitio web de Quivira Coalition.

Biocarbón en sistemas de huertos, cultivos y viñedos

Más a menudo que en los pastizales, el biocarbón se estudia en huertos y sistemas de cultivo. No se han llevado a cabo investigaciones exhaustivas en el suroeste hasta el momento de escribir este libro de trabajo, pero en base a investigaciones relacionadas en otras regiones, parece que las mejoras generales en la salud del suelo que puede proporcionar el biocarbón se traducirían en el suroeste.

Los beneficios en cultivos de árboles y hortalizas pueden incluir:

- Control de enfermedades: se ha demostrado que el biocarbón induce resistencia a una variedad de patógenos y fomenta un fuerte crecimiento de raíces en muchos cultivos hortícolas (Elad et al, 2012).
- Gestión del agua: la capacidad de retención de agua del biocarbón es importante para abordar los problemas relacionados con las enfermedades transmitidas por hongos y

las interrupciones en el ciclo de nutrientes que resultan de los patrones de inundación y secado. Mantener la consistencia en la humedad del suelo también puede prevenir los problemas con la absorción de calcio que causan enfermedades como la depresión amarga del manzano y la podredumbre apical en los cultivos frutales. En los huertos nuevos, una mayor retención de agua en los suelos puede marcar la diferencia para la supervivencia de los árboles jóvenes.

- Retención de nutrientes: se ha demostrado que el biocarbón reduce la lixiviación de nutrientes en huertos y sistemas de cultivo irrigados. La aplicación de biocarbón permite así un menor uso de fertilizantes y, a su vez, disminuye la acumulación de sales de fertilizantes en el suelo. Esto es particularmente importante en el suroeste, donde los suelos tienden a tener una alta salinidad.

Aplicación de Biocarbón en Grandes Áreas

Si bien rara vez es económico o logísticamente factible tratar operaciones completas con enmiendas orgánicas, investigaciones emergentes respaldan la idea de la nucleación de tratamientos que pueden crear semillas y esporas, que luego se propagan a áreas adyacentes (Michaels et al. 2020). Por lo tanto, la aplicación de biocarbón en áreas clave de cuencas hidrográficas o sistemas de producción puede tener efectos desproporcionadamente positivos en la salud del suelo, la calidad del agua, el hábitat y la productividad en el área circundante.



Algunos métodos de distribución de biocarbón pueden integrarse en actividades que ya forman parte de una operación de granja o rancho. El biocarbón se puede mezclar en hoyos donde se plantarán plantas perennes para hacer cercas o para amortiguar las fuentes de agua. También se puede palear de la parte trasera de una camioneta al salir para completar otra tarea como arreglar una cerca de pasto. El biocarbón se puede esparcir con un esparcidor de estiércol, pero asegúrese de proteger a los trabajadores para que no inhalen las partículas finas. Algunas investigaciones indican que, si el ganado se alimenta con biocarbón, distribuirán el biocarbón junto con su estiércol, y el biocarbón no tendrá que mezclarse primero con compost (Joseph et al, 2015).

Las enmiendas orgánicas como el biocarbón pueden ayudar a la salud del suelo al aumentar el carbono del suelo y pueden ayudar a que los ranchos y granjas sean más resistentes a los cambios ambientales, como inundaciones o sequías. Esto tiene un efecto de onda: en la tierra que resiste tales impactos, la salud del suelo continúa mejorando, y los suelos saludables en las tierras laborales respaldan un incremento de salud del suelo en paisajes completos. Si el biocarbón se produce a escala regional, regiones enteras pueden evitar la quema ineficiente o el envío de biomasa a los vertederos; por lo tanto, la producción de biocarbón tiene el potencial de generar beneficios combinados para la calidad del aire, el agua y el hábitat. Sin embargo, estamos en las primeras etapas de comprensión de los mecanismos y contextos específicos donde el biocarbón es más efectivo. ¡Por favor considere compartir lo que aprenda a través de su propia experiencia!

3. Hacer Biocarbón de Forma Segura

El proceso para hacer biocarbón en el campo es muy similar a la práctica de la quema de pilas con la que muchos administradores de tierras ya están familiarizados. Sin embargo, esa no es razón para adoptar un enfoque casual. Es esencial aprender, comprender y aplicar todas las medidas de seguridad cuando se trata de cualquier incendio, y vale la pena enfatizar que incluso los productores experimentados nunca deben tomar atajos. También es importante darse cuenta de que los peligros relacionados con el fuego no tienen por qué ser completamente prohibitivos. Si los productores aprenden cuales condiciones climáticas y estacionales permiten una quema más segura y desarrollan relaciones con las autoridades locales contra incendios, sabrán cuándo utilizar el fuego en sus operaciones y cuándo no hacerlo.

La seguridad es tan importante que brindamos consideraciones básicas de seguridad en este capítulo, antes de presentar los procedimientos exactos para hacer biocarbón en el Capítulo 4, y luego repasamos la seguridad en el Capítulo 5 al guiar a los lectores a través de la creación de un plan de quema.

El manejo de incendios requiere conocimiento y experiencia, pero realizar quemas seguras es algo que cualquiera puede hacer siguiendo las regulaciones locales y regionales, además de estas pautas.

Aprendizaje Esperado

Al final de este capítulo, los lectores podrán:

- Identificar las medidas de seguridad específicas que son adecuadas para biocarbón.
- Identificar prácticas generales de seguridad centradas en el ser humano.
- Discutir las características que contribuyen a condiciones de quema más seguras o peligrosas, especialmente en relación con la programación de una quema.

Antes de una quema, es importante escribir un plan de quema de biocarbón como se describe en el Capítulo 5. Cuando un anfitrión del sitio o un supervisor de quema escribe las medidas de seguridad, esta hora e intención pueden aclarar pasos importantes para todos los participantes. También les permite compartir el plan con el departamento de bomberos local. Siempre familiarícese con el entorno, haga llamadas y use el sentido común para asegurarse de haber planificado eventos extremos o inusuales además de las preocupaciones más rutinarias.

Expectativas de los Participantes

Comparta la información de esta sección con cualquiera que vaya a asistir a un evento de quema.

Todos los participantes en el evento de quema deben estar lo suficientemente sanos para levantar herramientas, caminar alrededor de ramas caídas o lodo, y soportar el calor y las posibles condiciones climáticas que pueden ocurrir durante una quema. Se les debe informar de antemano sobre las condiciones probables para que puedan tomar decisiones informadas sobre si su estado de salud los pondrá a ellos o a otros en riesgo el día de la quema. Todos los que asistan al evento y/o participen en la quema deben estar alerta a las condiciones climáticas prevaletientes y ser conscientes de que estas pueden cambiar sin previo aviso.

Primeros auxilios

Es altamente recomendado que alguien con capacitación en primeros auxilios asista a cada evento de quema. Si es necesario, esta persona puede brindar ayuda de emergencia en el sitio o en el camino hacia el tratamiento médico disponible más cercano. La capacitación en primeros auxilios se ofrece a través de múltiples entidades y varía en costo y tiempo requerido. Siempre informe a los participantes en un evento de quema quién tiene capacitación en primeros auxilios.

Si bien es esencial trabajar con alguien capacitado en primeros auxilios o medicina, los siguientes artículos pueden ser útiles en un botiquín de primeros auxilios. Si se van a

usar motosierras, se deben incluir dos o más torniquetes comerciales en el botiquín de primeros auxilios junto con una gasa para tratar la pérdida de sangre. Independientemente del uso de la motosierra, materiales para limpiar y proteger las heridas por quemaduras o cortes, materiales para estabilizar una articulación o un hueso, medicamentos para aliviar el dolor y una mezcla de electrolitos son buenos materiales para tener a la mano.

Hidratación y Nutrición

Estar expuesto al calor por largos periodos es agotador. Hacer trabajo físico al aire libre durante el calor del día puede drenar los fluidos corporales y utilizar más calorías de lo habitual. El sobrecalentamiento puede provocar un golpe de calor. Asegúrese de traer o tener disponible por lo menos dos galones de agua por persona por día.

Recuerde a los participantes en el evento de quema:

- Mantenerse bien hidratados bebiendo agua a intervalos regulares.
- Comer un desayuno nutritivo y continuar comiendo a lo largo del día.
- Trabajar a un ritmo moderado y tomar descansos frecuentes, comunicándose con el equipo y el supervisor para asegurarse de que alguien esté cubriendo las tareas asignadas antes de retirarse.

Protección en actividades al aire libre

Use protector solar y vuelva a aplicar según sea necesario. El repelente de insectos puede reducir las distracciones ante la tarea de quema en cuestión.

Ropa y Calzado

Todos los participantes deben tener vestimenta no inflamable que sea apropiada para el trabajo y las condiciones climáticas.

Prendas de vestir recomendadas para un evento de quema:

- Botas de trabajo o de senderismo de cuero (u otro material no inflamable) con buena protección para los tobillos y/o los dedos de los pies.
- Mangas y pantalones largos hechos de telas no inflamables lavadas sin suavizante (que es inflamable); el algodón y la lana son los mejores. Este no es el día para lucir su chaleco de flecos favorito.
- Buenos guantes de cuero para ayudar a prevenir ampollas, astillas y quemaduras.
- Gorro no inflamable para proteger del sol y mantener el cabello a salvo de llamas y brasas. El cabello largo también debe estar asegurado. Este no es el día para usar mucho spray para el cabello u otros productos inflamables.
- Un casco y cualquier otro equipo de protección personal necesario, según la carga y otra preparación que se les

Comportamiento

asigne a los participantes. Por ejemplo, si se usa un minicargador para cargar, o si se mueven ramas o troncos grandes y se cortan con una motosierra, todos los participantes deben usar cascos y cualquier persona que opere el equipo debe tener el equipo de seguridad adecuado.

- Un protector facial opcional para ayudar a proteger contra el calor y el humo.

La conciencia de otros participantes es crucial. Los participantes deben prestar atención de dónde están los otros miembros del equipo en todo momento. Recuérdeles que deben tener cuidado con cualquier persona que use herramientas como hachas con acción sobre el hombro. Las cabezas de las herramientas, incluidas las hachas y las palas, pueden soltarse y convertirse en proyectiles mortales. Observe y asegúrese de que todos los participantes estén levantando, cargando y usando herramientas, equipos y suministros de manera segura (p. ej., nadie debe cargar herramientas sobre su hombro). Recuerde que el comportamiento del anfitrión y de los supervisores de quema puede afectar directamente la seguridad de todos los participantes. Es una buena idea establecer pautas al comienzo del día (o cada día) y recordarles a todos que sean conscientes y considerados con todos los demás participantes en todo momento.

Crear una compenetración

Es muy importante que el supervisor de quema pase tiempo con el equipo de quema antes del evento para que todos puedan conocerse, repasar cada función y asegurarse de que cada persona comprenda sus responsabilidades. Cuando Quivira Coalition lleva a cabo quemas siempre tenemos etiquetas de nombre con letras grandes. Incorporamos intencionalmente una hora de presentaciones y debates en grupos pequeños, utilizando indicaciones como ¿Cuál es su interés en el biocarbón? ¿Cuál es su experiencia/conocimiento? ¿Cómo se enteró acerca de este evento? Esto le brinda a las personas una forma de conocer los nombres y experiencia de los demás y les brinda una conciencia general de con quién están compartiendo el espacio. Si todos los participantes conocen sus propios roles y los de otras personas y se cuidan unos a otros, es menos probable que cometan errores.

Revise el plan de quema (consulte el Capítulo 5) inmediatamente antes de la quema. Permita suficiente tiempo para completar esta comunicación esencial antes de comenzar a quemar.



Fotografía por Gregg Young, Director Ambiental en Potter Valley Tribe, California.

Autoevaluación antes y durante la quema

Se debe pedir a los participantes que firmen una hoja de descargo que incluya una declaración como “Entiendo y acepto los riesgos y expectativas de la quema y estoy física y mentalmente apto/a para participar”. Se debe indicar a los participantes que dejen de atender una pila o agregar material nuevo a un horno cuando estén cansados, incluso si hay más materias primas. Es mejor parar antes de quemar todo el material y guardar el resto para otro día que correr el riesgo de lesionarse o equivocarse porque los participantes están cansados.

Si el supervisor de quema sospecha que un participante está bajo los efectos de las drogas o alcohol, debe pedirle que observe desde una distancia segura (al menos seis metros) o que lo lleven a su casa.

En Quivira, nos gusta practicar la “confirmación” tanto para iniciar como para continuar con una quema. El supervisor de quema solicita una confirmación verbal o con el pulgar hacia arriba de todos los participantes en cada etapa de iniciar o continuar una quema (como antes de agregar más materia prima al horno o pila). Si alguien no desea continuar porque ha alcanzado su propia capacidad, debe alejarse de la quema. Si ya no hay suficientes personas para manejar la quema o si alguien se siente incómodo con las condiciones del viento o la seguridad del equipo, la quema debe apagarse con agua.

Áreas de trabajo

Las áreas de trabajo deben mantenerse limpias y bien organizadas. La basura siempre debe colocarse en envases, y las herramientas y materiales (rastrillos, McLeods, tanque de propano) deben guardarse cuando no estén en uso. Es importante nunca dejar herramientas tiradas por ahí.

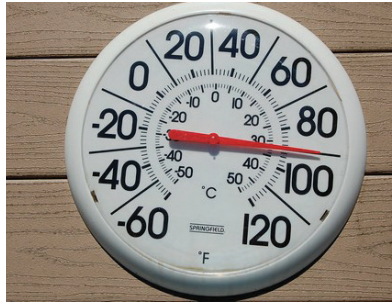
Un buen sitio para instalar un horno o pila de quema tendrá las siguientes características:

- Un lugar nivelado para colocar el horno o la pila de quemado, libre de objetos o agujeros que puedan convertirse en peligros de tropiezo.
 - Espacio circundante adecuado. Las regulaciones varían entre los municipios, pero nunca se debe colocar un horno o una pila a menos de veinte pies de árboles o estructuras.
 - Espacio circundante bien despejado. Limpie los escombros inflamables unos pocos pies más allá del perímetro del horno o de la pila. Use rastrillos y palas para despejar el área, o realice la quema en la nieve. Si trabaja en un césped o pasto, no será necesario quitar todo el césped, pero moje el área con una manguera y manténgala mojada durante la duración de la quema.
 - Espacio superior adecuado. Seleccione un sitio que esté libre de elementos que sobresalgan. En particular, el área de quemado debe estar al menos a seis metros de las ramas de los árboles u otra vegetación colgante.
 - Una distancia segura de la materia prima. Sitúe una quema al menos a diez pies de la materia prima, dejando un amplio espacio para manejarla y prepararla.
 - Con agua al alcance. La mejor opción es una buena manguera conectada a una fuente de agua con presión confiable. La manguera debe alcanzar todo el contorno del horno o la pila. Asegure y pruebe su fuente de agua antes de encender el horno o la pila.
- Se necesita una buena fuente de agua por seguridad y para extinguir el biocarbón al final de la quema. Las pilas de combustión pequeñas se pueden extinguir con aproximadamente cinco galones de agua, pero los hornos de tapa de llama más grandes pueden necesitar cien galones o más para extinguirse por completo.
- Siempre tenga agua más que la necesaria a mano para emergencias.
- Equipado con las herramientas esenciales. Tenga disponibles suficientes herramientas de mango largo, como palas, rastrillos y McLeods, para que los participantes ayuden a controlar las llamas de las brasas que se escapan. Advierta a los participantes que sean conscientes en todo momento de la posibilidad de que las brasas se transporten fuera del horno o de la pila de quemado hacia material inflamable cercano.

Ejercicio #5

Escriba sus respuestas o discuta esta pregunta con su familia, amigos o vecinos antes de pasar a la siguiente página.

#5: Escriba cómo estas imágenes podrían relacionarse con la planificación de una quema segura. Discutiremos cada tema más adelante.



Programación de una quema segura

Temporada y Temperatura

La temporada afecta a las condiciones de temperatura y humedad que, a su vez, afectan a las características de las plantas y el combustible y, por tanto, al comportamiento del fuego, pero las condiciones locales pueden significar que las quemas no son recomendables incluso en días de invierno. Las altas temperaturas del aire favorecen las altas temperaturas del fuego y afectan la cantidad de calor necesaria para encender el combustible. Las temperaturas promedio más frías en el invierno dan como resultado días seguros contra incendios más frecuentes.

Las plantas que son fisiológicamente inactivas son más resistentes al fuego, lo que hace que un incendio escapado se despegue más lento y sea más fácil de controlar en invierno que en verano.

Considere el tiempo en función de las mascotas, el ganado y la vida silvestre vecina. Los animales pequeños y jóvenes que no son lo suficientemente móviles para alejarse pueden lesionarse con el calor, las brasas o el humo, incluso de un horno contenido o una pila quemada. Tómese un tiempo para aprender sobre los patrones de anidación y ciclo de vida de las aves y otros pequeños animales salvajes que viven en el área, y considere

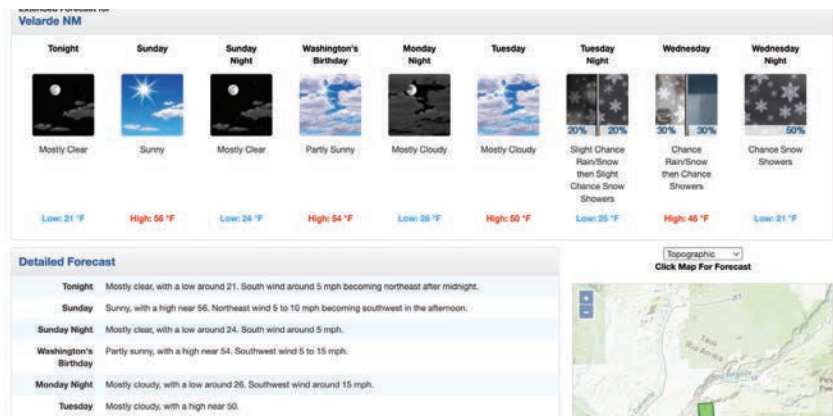
programar las quemas para evitar dañar potencialmente a sus crías.

Humedad

La humedad relativa afecta el contenido de humedad del combustible y la cantidad de calor necesaria para el encendido del combustible. Una humedad relativa más alta es más segura para quemar.

Hora del día

En general, las mañanas son más frescas, más húmedas y menos ventosas que las tardes y noches. A medida que avanza el día, la humedad relativa disminuye, la temperatura del aire aumenta y la velocidad y dirección del viento se vuelven variables. Muchos condados y municipios requieren que las quemas se realicen solo por la mañana y temprano en la tarde, y la mayoría de los distritos de bomberos restringen las quemas a las horas de luz diurna.



Viento

El viento es la variable ambiental más traicionera porque puede cambiar más rápidamente que cualquier otra. Un simple cambio en la dirección del viento puede cambiar un fuego frío y fácil de controlar en un fuego caliente e incontrolable que puede causar un gran daño. La velocidad del viento debe estar entre cero y trece millas por hora y nunca debe exceder las veinte millas por hora durante una quema. Tenga en cuenta que esto puede diferir en jurisdicciones específicas. Por ejemplo, en el condado de Santa Fe, diez millas por hora es la velocidad máxima del viento permitida el día de una quema. Estimar la velocidad del viento es una tarea difícil, y la siguiente escala es solo una guía. *Siempre debe seguir las normas locales contra incendios.*

En la Escala de Estimación de Vientos de Beaufort a continuación, que es una versión modificada de la Escala de Vientos

del Programa de Observación de Tiempo Significativo (www.weather.gov/ilx/swopwindscale), el resaltado amarillo indica un mayor riesgo; el rojo indica condiciones en las que está prohibido quemar.

Estar familiarizado con estas especificaciones puede hacer que los participantes se den cuenta de las condiciones cambiantes en tiempo real. Si las condiciones son tranquilas al comienzo de la quema, pero las señales indican que las condiciones se están volviendo moderadas, el supervisor de la quema puede hacer cambios en el plan o detener las actividades para que la quema no esté activa con vientos peligrosos. Esté atento en todo momento a las fluctuaciones del viento y no ignore la recomendación de la estación de bomberos local: si dicen que no queme, no queme (¡incluso si hay poco viento observable!). Tenga siempre en cuenta que cuanto menor sea la humedad relativa y mayor sea la temperatura del aire y la velocidad del viento, más rápido se propagará el fuego y arderá con mayor intensidad

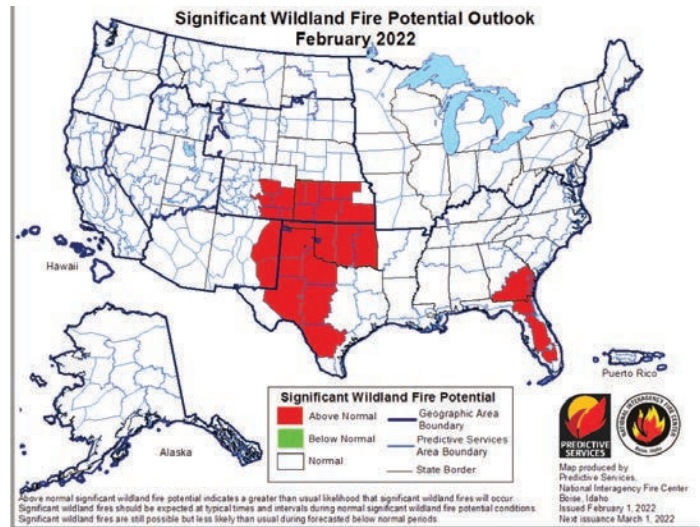
Escala de Estimación de Vientos de Beaufort		
MPH	Descripción	Especificación
<1	En calma	El humo sube verticalmente
1-3	Aire ligero	Dirección del viento mostrada por la deriva del humo, pero no por las paletas de viento
4-7	Brisa ligera	Se siente viento en la cara; Las hojas susurran; Paletas de viento se mueven por el viento
8-12	Brisa suave	Hojas y pequeñas ramitas en constante movimiento; El viento extiende la bandera ligera
13-18	Moderado	Levanta polvo, papel suelto; Pequeñas ramas movidas
19+	Fresco	Los árboles pequeños se balancean; Olas con cresta se forman en aguas interiores

Pronóstico del tiempo y riesgo de incendios

Prestar atención al clima puede ayudar a predecir el comportamiento potencial del fuego, pero solo para las personas que saben qué buscar. Si le interesa aprender sobre la extinción de incendios forestales, incluida la predicción del comportamiento potencial del fuego, el Grupo Nacional de Coordinación de Incendios Forestales ofrece capacitación introductoria en línea y sin cargo en www.nwccg.gov. Estas sesiones de capacitación pueden aumentar su comprensión de cómo tiende a comportarse el fuego para que pueda estar al tanto de los riesgos, pero recuerde que todavía depende de la estación de bomberos local dar permiso para quemar en un día determinado.

Use el mapa del Servicio Meteorológico Nacional www.weather.gov/fire para ver pronósticos relacionados con incendios. Haga clic en el mapa para ver el pronóstico para diferentes regiones.

En el sitio en línea de información sobre incendios de Nuevo México, www.nmfireinfo.com/fire-restrictions, hay un mapa de las restricciones de incendios de Nuevo México y Arizona junto con otra información sobre restricciones de incendios, organizada por las agencias que administran varias localidades. Incluso en invierno puede haber prohibiciones de quema, y los propietarios son responsables de obtener los permisos adecuados y seguir las normas contra incendios en cualquier época del año.



4. Hacer biocarbón basado en el lugar: dos métodos

Este capítulo proporciona instrucciones básicas para dos formas de gestionar el proceso de carbonización por llama: horno tapa de llama (flame cap kiln en inglés) y quema de conservación. Cada anfitrión de quema tendrá que determinar qué método usar en función de sus recursos. Ambos métodos siguen un proceso básico de tres pasos: encender, alimentar, extinguir. El horno puede conducir a una combustión más eficiente, mientras que la quema de conservación requiere menos equipo. Con un manejo hábil, cualquiera de los métodos transforma la madera excesiva o los desechos agrícolas en biocarbón valioso.

Como se describe en el Capítulo 1, la biomasa se quema en tres etapas. Para hacer biocarbón, estas etapas se gestionan para optimizar el resultado. Detenemos el proceso tan pronto como el combustible alcanza la etapa de carbón incandescente y ya no produce llama. La ausencia de llama indica que las dos primeras etapas de la combustión están completas. Para guardar el carbón y evitar su oxidación a cenizas, detenemos la combustión eliminando el calor, el aire o ambos. Apagar con agua es la mejor manera de lograr esto.

Aprendizaje esperado

Al final de este capítulo, los lectores podrán:

- Comparar métodos de producción de biocarbón
- Identificar los tipos de hornos disponibles para la producción de biocarbón
- Identificar los pasos y describir el proceso de fabricación de biocarbón
- Preparar el material para un horno o quema en pila
- Con entrenamiento de video adicional, experiencia de campo, u orientación en el sitio, llevar a cabo una quema en horno o en pila

Nota: el biocarbón se puede hacer en hornos, estufas y gasificadores que proporcionan energía térmica, así como biocarbón. Estas se denominan tecnologías de calor y biocarbón combinados o CHAB, por sus siglas en inglés. Aunque no los discutiremos en este libro de trabajo, los lectores pueden recopilar más información en el sitio web de la Iniciativa Biocarbón de los Estados Unidos (www.biochar-us.org).

Preparación

Recomendamos que lea todo este capítulo incluso si planea usar un solo método. Todos los principios y procedimientos se refuerzan entre sí y pueden ayudarlo a tener una comprensión holística del proceso.

Herramientas y Suministros

La mayoría de las herramientas y los suministros necesarios para hacer biocarbón son los que muchos administradores de tierras ya tienen a mano, pero pueda que los participantes que queman con frecuencia quieran adquirir una o más herramientas especiales para ayudar con una producción eficiente. También tenga en cuenta que se necesitan suministros adicionales para la seguridad, como guantes de cuero y ropa ignífuga (Consulte el Capítulo 3 para obtener instrucciones y suministros de seguridad completos).

Aquí hay una lista de suministros valiosos:

- Palas y rastrillos
- Una sierra de mano o una pequeña motosierra eléctrica
- Baldes de agua, mangueras, boquillas
- Una antorcha de propano
- Un rastrillo de fuego McLeod
- Un medidor de humedad de la madera (opcional)



Fotos de arriba hacia abajo: Herramienta de deshierbe por un agricultor, un bombero en el Bosque Nacional Wayne por el Bosque Nacional Wayne, medidor de humedad por Kelpie Wilson, créditos en la lista de referencias.

Materias primas

La mayoría de los materiales leñosos son buenas materias primas para el biocarbón utilizando los métodos de horno o pila. Las materias primas leñosas pueden consistir en maleza, ramas, troncos pequeños, madera vieja, extremos de molinos o cualquier material de biomasa limpio que no se comprima. Tenga en cuenta que las materias primas con hojas adheridas pueden crear llamas altas en el aire que pueden hacer que las brasas se transporten fuera del horno o de la pila. Ciertos desechos agrícolas, como los rastrojos de maíz y los tallos de cáñamo, también funcionan bien con ambos métodos. Otros desechos orgánicos, como el estiércol, la paja o las cáscaras de nuez, serían difíciles de quemar en un horno. Las diferentes características del biocarbón se deben a las materias primas que se utilizan, así como a las condiciones de quemado, por lo que es útil realizar un seguimiento de los resultados; hay una tabla para este propósito en el Anexo 2.

Las astillas de madera no funcionarán bien porque se compactan y excluyen el aire necesario para la combustión.

Al seleccionar las materias primas, hay dos condiciones principales a tomar en cuenta:

Humedad: Utilice materias primas secas. Idealmente, el contenido de humedad de la mayor parte del material debe estar entre el diez y veinticinco por ciento. Si bien un medidor de humedad no es un equipo de uso común, es una inversión de unos treinta dólares que vale la pena para cualquiera que planea hacer biocarbón. La madera y las materias primas que están

demasiado secas (alrededor del cinco por ciento o menos) pueden generar grandes cantidades de humo negro y tizado porque se queman demasiado rápido. Tenga mucho cuidado si las materias primas están muy secas, ya que la longitud de la llama será mayor que cuando utilice materias primas más húmedas. No se debe usar madera húmeda con un treinta por ciento de humedad o más porque se tendrá que quemar demasiada materia prima para generar el calor necesario para que el agua se evapore de la materia prima, lo que hace que el proceso sea menos eficiente. Permita que las materias primas leñosas húmedas se sequen antes de quemarlas, siguiendo estas pautas:

- Hasta dos pulgadas de diámetro: seque por treinta días
- Dos a seis pulgadas de diámetro: seque por sesenta días

Dependiendo de qué tan húmeda esté la madera, estos plazos deberían permitir que la madera tenga entre el diez y treinta por ciento de humedad para hacer biocarbón. El medidor de humedad le dará una mejor idea de cómo se sienten los diferentes niveles de humedad en la madera que usa cuando mide las materias primas antes y después del secado. La humedad del combustible es el factor principal que afectará el tiempo de carbonización del material. Permita suficiente tiempo para completar su quema si debe comenzar con materias primas húmedas.

Tamaño: el tamaño ideal de las materias primas leñosas es entre una y cuatro pulgadas de diámetro. Si las materias primas están muy secas, las piezas de hasta ocho

4. Hacer biocarbón basado en el lugar: dos métodos

pulgadas de diámetro se pueden carbonizar con éxito en un horno grande. La maleza pequeña y las ramas deben separarse de la madera más grande y procesarse por separado. Si mezcla tamaños de materia

prima, el material pequeño se desperdiciará porque se quemará completamente hasta convertirse en cenizas antes de que el material más grande haya terminado de carbonizarse.

Notas críticas sobre la seguridad de las materias primas:

- No queme madera tratada o madera con pintura.
- ¡Conozca las características de las materias primas! Hay maderas que liberan químicos mortales cuando se queman (la adelfa, por ejemplo).
- Comuníquese con el control de envenenamiento u otros expertos si el anfitrión quiere quemar material leñoso que ha muerto con herbicida u otros productos químicos para comprender los riesgos.
- Mantenga las pilas de materia prima por lo menos a veinte pies del horno o las pilas, idealmente contra el viento. Recuerde asegurarse de que alguien esté encargado de asegurarse de que no hayan caído brasas en la pila de materia prima.

Ejercicio # 7

Escriba sus respuestas o discuta esta pregunta con su familia, amigos o vecinos antes de pasar a la siguiente página.

#7: Considere las condiciones o consideraciones locales y agregue términos adicionales para recordar aquí que lo ayudarán a prepararse para una quema útil y de riesgo relativamente bajo.

Métodos para Biocarbón

Hay varias similitudes entre el horno tapa de llama y los métodos de quema de conservación. Use la tabla a continuación para comparar los métodos y poder tomar una decisión sobre qué método es el adecuado para usted. Consulte “El método de los tres pasos” en la página 60 para obtener una lista de verificación para quemar con cada método.

	Método Horno Tapa de Llama	Método Quema de Conservación
Tamaño de materia prima	Material leñoso o materia prima de una a cuatro pulgadas de diámetro; las materias primas de mayor diámetro se pueden quemar si se secan o si se utiliza un horno más grande.	Material leñoso o materia prima de una a cuatro pulgadas de diámetro; las materias primas de mayor diámetro se pueden quemar si la pila se construye para manejar madera más grande.
Cantidad de materia prima	Quema el material de manera más eficiente para que se puedan quemar más materias primas en un período de tiempo determinado.	Quema material de manera menos eficiente, por lo que se puede quemar menos en un período de tiempo determinado.
Cantidad de personas que asistan con la quema	Al menos dos, pero se recomiendan tres. Se necesitan más para gestionar múltiples hornos.	Una persona puede construir y administrar una pila, pero recomendamos dos personas por seguridad. Se necesitan más personas para gestionar múltiples pilas.
Costo del equipo	Varía considerablemente según el tamaño, la portabilidad y los materiales.	No se necesita un equipo especializado.

Para ambos métodos:

- Haga un plan de quema (Capítulo 5), obtenga un permiso de quema y asegúrese de que no haya demasiado viento para quemar. Siga todas las demás consideraciones de seguridad del Capítulo 3.
- Separe los tamaños de las materias primas: haga pilas separadas de artículos de menos de cuatro pulgadas de diámetro y más de cuatro pulgadas de diámetro.
- Cargue las materias primas sin compactar, con materiales del tamaño de una astilla en la parte superior.

Método de horno tapa de llama

Los hornos tapa de llama producen biocarbón en una llama abierta. El método del horno con tapa de llama utiliza un recipiente hecho de ladrillos, cerámica o metal, o una fosa o zanja de tierra, para excluir el aire del fondo y los lados de una pila de biomasa en llamas. Se diferencia de una pila de quema de conservación principalmente en que excluye el aire del fondo de la pila para preservar el biocarbón formado en el proceso de combustión y evitar que el carbono de la biomasa se oxide. En combinación, el fondo cerrado y la llama abierta en la parte superior conservan el biocarbón hasta que se pueda extinguir y guardar. Consulte el método de tres pasos en la página 60.

El principio básico de funcionamiento es el de la combustión a contracorriente (ver imagen a continuación). El aire ingresa al horno solo desde arriba. El aire alimenta una llama que se mantiene alimentada al agregar combustible nuevo constantemente. A medida que cada nueva capa de combustible estalla en llamas, el calor se transfiere por radiación al material parcialmente carbonizado que se encuentra debajo; ese material continúa

carbonizándose, liberando gases para la llama. (Recuerde el proceso de quema de biomasa como se explica en el Capítulo 1). La llama consume todo el aire disponible, por lo que no hay aire disponible para quemar el biocarbón que se forma debajo de la llama. El aire de combustión a contracorriente mantiene baja la longitud de la llama y evita la emisión de brasas o chispas. La llama también quema la mayor parte del humo, reduciendo las emisiones de partículas. Cuando se carga nueva materia prima en el horno, se interrumpe temporalmente la tapa de la llama, pero la tapa de la llama se reforma rápidamente. Cuando el horno está lleno de biocarbón, se enfría con agua, se rastrilla en una capa delgada para que pierda calor o se apaga con una tapa. El agua es la forma más rápida y fácil de enfriar las brasas encendidas, por lo que la mejor práctica es usar al menos un poco de agua para ayudar a detener la quema y enfriar el biocarbón. Las próximas secciones usan ejemplos de diferentes hornos de tapa de llama para ilustrar el método de horno de tapa de llama.



Cómo un horno tapa de llama produce biocarbón. Concepto de imagen de Kelpie Wilson, diseñado por Jessica Brothers.



Las puntas de las llamas se enroscan hacia abajo en un horno tapa de llama, lo que muestra cómo todo el aire proviene de arriba en un flujo a contracorriente. Foto por Kelpie Wilson.

El Horno Oregón: un pequeño horno tipo caja.

Horno de
tapa de llama

Método #1

El horno Oregón es un horno pequeño en forma de caja. Planes gratuitos disponibles en WilsonBiochar.com

Preparación

Cargue la materia prima seca sin apretar en el horno.



Paso uno:



Encender. Asegúrese de que haya material seco del tamaño de leña en la parte superior. Se enciende uniformemente en la parte superior.

Durante la quema..



Mantenga una tapa de llama en la parte superior para quemar la mayor parte del humo.

4. Hacer biocarbón basado en el lugar: dos métodos

Paso dos:



Encender. Una vez que la primera pila se haya quemado, comience a agregar más material.



Una vez que el horno está muy caliente, se puede agregar material más grande.

A lo largo de la quema...



Supervisar. Si las piezas se acercan demasiado, se corta el aire. Sepárelas con un rastrillo.

Paso tres:



Extinguir. Cuando toda la llama ha desaparecido y la ceniza comienza a formarse, es hora de apagar.

Use bastante agua. Muy poca agua puede resultar en la evaporación total y el reencendido del biocarbón.



Horno de paneles con escudo térmico

Horno de
tapa de llama

Método #2

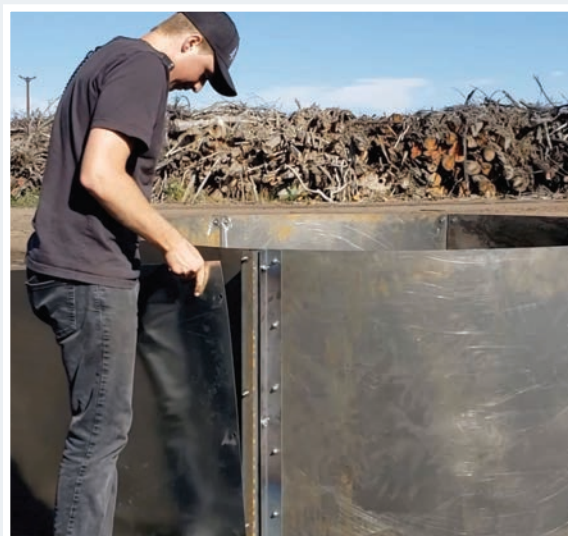
Este tipo de horno funciona eficientemente por dos razones:

1. El escudo térmico retiene más calor dentro del horno que un horno sin escudo térmico.
2. El escudo térmico actúa para precalentar el aire de combustión, mejorando la eficiencia de la combustión y reducción de las emisiones de partículas.

Nota: Horno anillo de fuego para biocarbón: disponible para su compra en www.WilsonBiochar.com

Preparación:

1. Descargue los componentes del horno: son livianos y portátiles.
2. Instale el anillo interior y selle el fondo con tierra.
3. Fije las piezas del escudo térmico al anillo interior, usando los tornillos



4. Hacer biocarbón basado en el lugar: dos métodos

Preparación :



Cargue la materia prima inicial, manteniéndola empacada sin apretar.

Paso uno:



Encender. Encienda las materias primas en la parte superior.

Paso dos:



Alimentar. Cargue más materias primas una vez que la primera pila se haya quemado.

Paso tres:



Extinguir. Enfríe el horno con agua. Rocíe las juntas hasta que se enfríen lo suficiente como para tocarlas. Retire los tornillos; aleje el escudo térmico y los paneles del carbón para permitir una pulverización y un rastrillado eficientes.

Rocíe y rastrille para extinguir por completo la quema.



Horno Big Box, un horno grande tipo caja

Horno de
tapa de llama

Método #3

Para aquellos que tienen acceso a equipos pesados, es posible hacer biocarbón en hornos más grandes. Estos son a menudo tanques o contenedores de acero reutilizados. El Servicio Forestal del Estado de Utah ha diseñado y construido su propio horno de contenedores grandes llamado Horno Big Box.

Preparación:

Se aplican todos los procedimientos para operar hornos pequeños, excepto que se puede usar maquinaria para movilizar, cargar y descargar el horno.



Biocarbón producido en grandes hornos utilizando equipo pesado. Fotos por Darren McAvoy.



Paso uno:

Encender. Asegúrese de que haya material seco del tamaño de astillas en la parte superior. Encienda uniformemente en la parte superior.

Mantenga una tapa de llama en la parte superior para quemar la mayor parte del humo.

Paso dos:

Alimentar. Una vez que la primera pila se haya quemado, comience a agregar más material.

Ahora que el horno está muy caliente, se puede agregar material más grande.

A lo largo de la quema...

Monitorear. Si las piezas se acercan demasiado, se corta el aire. Sepárelas con un rastrillo.

Paso tres:

Extinguir. Cuando toda la llama ha desaparecido y la ceniza comienza a formarse, es hora de apagarla.

Utilice bastante agua. Muy poca agua puede resultar en la evaporación total y el reencendido del biocarbón.

Cuadro comparativo de hornos de tapa de llama

	Horno de cubo pequeño (por ej., Horno de Oregón)	horno de paneles (por ej., horno de anillo de fuego)	Horno de cajón grande (por ej., horno de caja grande de Utah)
Movilidad	vehículo todo terreno (VTT), grupo laboral manual	Grupo laboral manual	Deben estar ubicados en lugares con acceso a carretera
Tamaño de materia prima	Hasta cuatro pulgadas	Hasta cuatro pulgadas	Hasta ocho pulgadas
Método de alimentación	Alimentado a mano	Alimentado a mano	Alimentado con maquina o a mano
Método de extinguir	Inundar	Pulverizar y rastrillar	Inundar

Consideraciones adicionales sobre hornos

Los hornos pueden tener cualquier forma, incluidos cilindros, conos, artesas, pirámides, rectángulos o polígonos. Estos deben tener una relación de aspecto de alto a ancho que sea de uno a uno o menos. Un horno demasiado alto tendrá problemas para obtener suficiente aire para mantener la combustión. Algunos ejemplos se muestran a continuación.



Foto: Montana por Rasmus



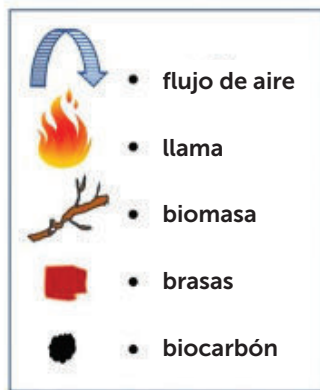
Foto: Horno Kon Tiki por biochar4ss

Otros ejemplos de hornos incluyen:

- Horno de hecho con bebedero para ganado. Puede encontrar una descripción en www.forestry.usu.edu/files/utah-forest-facts/hazardous-fuels-reduction-using-flame-cap-biochar-kilns.pdf
- Horno de artesa. <https://warmheartworldwide.org/flame-cap-trough/>

El método de quema de conservación

La quema de conservación es una quema de pila especializada, que se construye de tal manera que produzca biocarbón. Este método requiere menos equipo que una quema en horno, pero también es menos eficiente; lleva más tiempo y produce menos biocarbón por materia prima. Al igual que con la quema de un horno, las llamas quemarán gran parte del humo; tanto la quema en horno como la de conservación son más limpias que los métodos al aire libre y es menos probable que molesten a los vecinos con el humo. Si ha estado gestionando quema de pilas en su terreno y le gustaría intentar hacer biocarbón, este método le permite adaptar las prácticas a las que está acostumbrado sin una gran inversión. Consulte “El método de los tres pasos” en la página 60.



quema de conservación

flujo de aire y llamas

www.wilsonbiochar.com

Una ventaja del método de quema de conservación es que puede funcionar con material más grande que en un horno. Incluso el material difícil de quemar, como la madera vieja y los troncos de más de ocho pulgadas de diámetro, se puede carbonizar con una pila de quema de conservación. Vea las imágenes a continuación de cómo carbonizar maleza pequeña, troncos más grandes, tamaños mixtos y madera vieja.

4. Hacer biocarbón basado en el lugar: dos métodos



Una pequeña pila puede producir una gran cantidad de biocarbón muy rápidamente. La clave es consolidarla mientras se quema y apagarla en el momento adecuado. Fotos por Kelpie Wilson.



Para carbonizar troncos más grandes (los que se muestran miden entre tres y seis pulgadas), asegúrese de que haya espacio para el aire entre las piezas, que el material esté seco y que no haya tierra en la pila. Encienda la pila en la parte superior y apáguela con agua. Nota: todo el humo de la tercera imagen proviene de una rama que sobresale de la zona caliente. Mantenga todo en la parte caliente del fuego y no verá humo. Fotos por Kelpie Wilson.

4. Hacer biocarbón basado en el lugar: dos métodos



Las pilas de tamaño mixto se hacen apilando ramas más pequeñas en el medio de la pila y luego colocando los troncos más grandes en forma de cono alrededor de la pila. Los troncos más grandes no se carbonizarán por completo, pero serán muy efectivos para retener el calor y controlar el flujo de aire, por lo que el material más pequeño en el medio se carbonizará rápida y eficientemente. Después del enfriamiento, los troncos parcialmente carbonizados se pueden esparcir en la tierra circundante para obtener beneficios ecológicos. Fotos por Kelpie Wilson.



Para quemar tablas viejas, apílelas en una base con espacio para aire entre cada tabla y enciéndala encima. Las tablas apiladas de esta manera se quemarán limpia y rápidamente y producirán una buena pila de biocarbón. Fotos por Kelpie Wilson.

El método de tres pasos

Hornos de tapa de llama

1. Encender

Siempre encienda primero el centro superior, luego las partes exteriores de la pila, de modo que haya una quemadura uniforme en toda la superficie. Mantenga una llama fuerte en la parte superior para quemar el humo y proporcionar calor a las materias primas carbonizadas que se encuentran debajo. Un soplete de propano es útil pero no necesario si se comienza con combustible seco. También se puede usar líquido para encendedores y cerillos para encender la parte superior.

Preparación: construya una pila inicial de material de tamaño mediano (lo ideal es de una a dos pulgadas de ancho) que esté abierta y suelta en la parte inferior para facilitar el flujo de aire. Llene el horno hasta el borde del horno. Encima de la pila de material de tamaño mediano, coloque una pila densa de maleza pequeña y muy seca para encender. Esto puede tener unas doce pulgadas de alto.

2. Alimentar

Prepárese para cargar materia prima adicional: durante la primera fase de operación, el aire se mueve de arriba hacia abajo del horno mientras que la carga inicial se quema en su mayoría hasta formar una capa de carbón. La primera carga debe producir una buena cama de carbones antes de agregar más material.

Continúe alimentando: Una vez que la primera carga produzca una buena cama de carbón, comience a agregar más material. Cuando la segunda capa comience a mostrar una película de ceniza blanca, agregue otra capa de materia prima. Intente agregar madera del mismo diámetro a cada capa para que la carbonización sea uniforme. Agregue el material más grande en las etapas intermedias de la quema para que tenga tiempo de carbonizarse por completo.

Supervise la llama: deje que la llama sea la guía para agregar material nuevo. Se debe mantener una buena llama fuerte en la parte superior porque esa es la fuente de calor para hacer carbón. Si carga mucho, demasiado rápido, sofocará la llama. Si eso sucede, el equipo de quemado debe hacer una pausa y esperar a que vuelva la llama. Si no carga suficiente material, la llama se extinguirá y el carbón comenzará a quemarse hasta convertirse en cenizas. Si eso comienza a suceder, agregue más material para mantener o extinguir la llama. A medida que el horno se llena con brasas al rojo vivo, haga las últimas capas de materia prima y agregue material de tamaño mediano para permitir que las piezas más grandes terminen de carbonizarse. La carbonización está completa cuando ya no hay llamas.

3. Extinguir

Apague la llama: Apagar las llamas remueve el calor, ya sea al agregar agua o remueve al aire al obstruir la entrada de aire.

- **Enfriamiento por inundación:** cuando se utiliza un horno de caja con un tapón de drenaje, es posible enfriar por inundación. Una vez que todas las llamas se hayan apagado, comience a agregar agua con un rocío suave en la parte superior del horno. Tenga cuidado de no usar un rocío fuerte porque puede llevar aire al horno y forzar una nube de partículas negras en el vapor. Asegúrese de que haya mucha agua; cuando es poca, el agua puede evaporarse y el biocarbón puede volver a encenderse. Para conservar agua, tómese el tiempo para revolver el biocarbón en el agua hasta que se enfríe. Alternativamente, vierta el biocarbón húmedo en el suelo y extiéndalo para que pierda calor.
- **Pulverice y rastrille:** cuando se utiliza un horno de paneles, no existe la opción de apagar por inundación. Una vez que todas las llamas se hayan apagado, rocíe un poco de agua para enfriar el horno lo suficiente como para poder quitar un panel. Continúe rociando agua mientras saca las brasas y las extiende para eliminar el calor.

Nota: si el carbón caliente se va a rastrillar para enfriarlo y apagarlo al final de la quema, asegúrese de haber limpiado un área lo suficientemente grande libre de material inflamable en el sitio para ese propósito.

- **Sofoque:** una tapa hermética en un horno de basura puede funcionar para extinguir el biocarbón. Coloque una lámina delgada de acero directamente sobre la capa de biocarbón dentro del horno y selle los bordes con tierra o arcilla. Alternativamente, extraiga las brasas del recipiente con una pala y colóquelas en un tambor de metal con una tapa hermética. Deje que el carbón se enfríe durante al menos doce horas. Tenga cuidado al volver a abrir el tambor o el contenedor: si se vuelve a introducir oxígeno mientras el material todavía está ardiendo, el fuego puede volver a encenderse.

Nota: Después del enfriamiento, el material debe estar lo suficientemente frío como para poner la mano en él.

Quemas de conservación

1. Encender

Encienda la(s) pila(s) en la parte superior como en un horno. Siempre encienda primero el centro, luego las partes exteriores de la pila, para que haya una quema uniforme en toda la superficie. Un soplete de propano es útil pero no necesario si se comienza con combustible seco. También se puede usar líquido para encendedores y cerillos para encender la parte superior.

Preparación: Haga una pequeña pila (o varias pilas) de material de tamaño mediano que esté lo suficientemente suelto para proporcionar un buen flujo de aire y que no contenga tierra. Un buen tamaño de pila es de cuatro a seis pies de diámetro y cuatro a seis pies de alto. Encima de cada pila de material de tamaño mediano, coloque una pila densa de maleza pequeña y muy seca para encender. Esta capa puede tener unas doce pulgadas de alto.

Consejo: Considere construir muchas pilas para quemarlas todas a la vez; esto es útil en un paisaje accidentado donde sería difícil instalar hornos.

2. Alimentar

- Prepárese para cargar materia prima adicional: la pila se quemará lentamente al principio, pero pronto toda la pila arderá. El método de quema de arriba hacia abajo es mucho más rápido que otros métodos de quema de pilas.

3. Extinguir

- Apague la pila rociando y rastrillando.
- Cuando la pila se haya derrumbado en un lecho de carbón encendido, use el método de rociado y rastrillado para apagarlo. Rocíe agua para enfriar las brasas lo suficiente para que el equipo pueda rastrillar las pequeñas piezas para remover el calor.

- Supervise las pilas de quema: Al igual que con un horno, agregue material a la pila justo cuando comiencen a aparecer las cenizas.
- Supervise la llama: una vez que se haya agregado toda la materia prima (u otras circunstancias que indiquen que es hora de terminar), observe si las llamas se apagan para indicar que es hora de usar un rastrillo para empujar el material no quemado hacia el centro de la pila.

Nota: si el carbón caliente se va a rastrillar para enfriarlo y apagarlo al final de la quema, asegúrese de haber limpiado un área lo suficientemente grande libre de material inflamable en el sitio para ese propósito.

5. Elaborar un plan de quema

Respondiendo “¿Dónde? ¿Por qué? ¿Qué? ¿Quién? ¿Cuándo?” ayudará a un equipo de quema a tener en cuenta todas las consideraciones para garantizar una quema de bajo riesgo y elaborar un plan de quema completo. Las respuestas a estas preguntas deben comunicarse varias veces, tanto dentro del equipo de quema como con otras partes interesadas. En Quivira Coalition, nuestros planes incluyen una visita al sitio antes de la quema con todos los miembros del equipo, el jefe de bomberos local y los vecinos; llamadas telefónicas (además de correos electrónicos) en los días previos a una quema planificada para mantener a todas las partes interesadas actualizadas sobre las condiciones climáticas y consideraciones tales como de construcción en las carreteras que podrían

obstaculizar al personal de emergencia; y un día de sesión informativa para revisar el plan. Proporcionamos un ejemplo de un plan de quema en el Anexo 1 de este manual, este se puede modificar para satisfacer sus necesidades.

Aprendizaje esperado

Al final de este capítulo, los lectores podrán:

- Identificar los aspectos de un plan de quema
- Escribir un ejemplo de un plan de quema usando la plantilla provista
- Discutir la importancia de un plan de quema en relación con la seguridad

Ejemplo de un programa de comunicación

Al menos con un mes de anticipación	Diez días antes de la quema	Una semana antes de la quema	Diariamente, acercándose la quema	Un día antes de la quema	¡Día de la quema!
Obtenga un permiso de quema	Comuníquese con el equipo de quema, el jefe de bomberos local y los vecinos para alertarles sobre la quema planificada	Visite el lugar de la quema; escriba el plan de quema. Distribuya el plan de quema y este capítulo de seguridad a todos los participantes	Revise las predicciones del clima	Finalice el plan de quema; comparta el plan finalizado con el equipo de quema, el jefe de bomberos local y los vecinos	Llame al departamento de bomberos local, evalúe las condiciones inmediatas, integre a los participantes.

El día de la quema, no suponga que todos han leído los comunicados avanzados. Siempre vale la pena reducir la velocidad y asegurarse de que las preguntas de todos sean respondidas.

¿Por qué? — Objetivo de la Quema

Escribir el objetivo es una parte importante del plan de quema. Este objetivo es una comunicación clave para el equipo de quema y las partes interesadas externas. Considere y responda las preguntas: *¿Qué espera lograr a través de esta quema? ¿Cómo le beneficiará esto a usted y al paisaje?*

¿Quién? — El equipo de quema de biocarbón

El tamaño mínimo para un equipo de quema de biocarbón es de dos o tres personas: un propietario/administrador de tierras, un supervisor y al menos una persona adicional para ayudar. El supervisor de quemas puede ser el propietario, pero si el propietario no tiene experiencia en el uso del fuego como herramienta de manejo, es mejor solicitar a alguien con experiencia para que sea el supervisor de quema.

El día de la quema, use una hoja de registro para tener información de todas las personas que asisten. Haga que cada persona enumere o confirme su propio nombre y número de teléfono y los nombres y números de teléfono de sus contactos de emergencia. En una emergencia, es esencial tener un conteo exacto de personas. Cualquier persona que llegue o se marche del evento deberá avisarle al responsable de la lista, quien deberá mantener la lista actualizada durante todo el evento. En el caso de una emergencia, una lista precisa de participantes permite que el personal de emergencia ahorre tiempo al no buscar a las personas que ya se han ido o al no buscar a alguien cuya llegada no se ha anotado.

Roles y Responsabilidades

El supervisor de quemas es responsable de hacer el plan de quema, obtener su aprobación y asignar funciones en el evento de quema. Esta persona debe tener experiencia en el manejo de incendios y conocimiento del comportamiento del fuego para poder tomar decisiones de seguridad de inmediato. También debe estar familiarizado con la terminología presentada en este manual para garantizar una comunicación clara con el personal de emergencia y la agencia local contra incendios. El supervisor

de quema administrará y dirigirá la carga, la quema y el apagado para garantizar seguridad y eficiencia.

Participantes adicionales serán responsables de administrar el agua y supervisar el área de la quema en busca de chispas o brasas. La persona que patrulla necesitará una herramienta como una pala, un McLeod, o un extintor de incendios o agua, para extinguir rápidamente las brasas encendidas. Para grupos más grandes, se asignan dos o más personas a cada tarea.

No importa quién esté haciendo qué, es esencial asignar funciones y responsabilidades claras a cada participante y asegurarse de que sepan quién es el supervisor. *¿Quién es responsable de la manguera? ¿Quién es responsable de introducir material nuevo en el horno o en la pila de conservación? ¿Quién es responsable de patrullar el área buscando brasas cerca y lejos de la quema?*

Vecinos

El humo y el ruido pueden molestar o incluso alarmar a los vecinos cercanos al lugar de la quema. El supervisor de la quema y/o el

dueño de la propiedad deben comunicarse con los vecinos al menos una semana antes de la quema y explicarles que la quema para obtener biocarbón es un proceso de bajo riesgo, bien contenido y, por lo general, produce muy poco humo. Se puede invitar a los vecinos a los que les interese el evento, y todos se deben agregar a la lista de personas para actualizar a medida que se acerca el evento. Además de apoyar la seguridad general, la comunicación abierta le da a cualquier persona con problemas respiratorios suficiente aviso para evitar el posible (aunque poco probable) aire con humo.

¿Cuándo? — Tiempo

La época del año, la hora del día y el clima son factores que determinan cuándo quemar. El Capítulo 3 incluye los factores que afectarán el momento de una quema, y el departamento de bomberos local tendrá información detallada sobre si un día determinado es relativamente seguro para una quema. Cuando las condiciones son de bajo riesgo para la quema de residuos forestales o agrícolas en pilas al aire libre, la fabricación de biocarbón en un horno o en una pila también es de bajo riesgo. Por el contrario, las advertencias de banderas meteorológicas rojas se emiten cuando las condiciones climáticas tienen el potencial de permitir que los incendios forestales crezcan rápidamente en tamaño e intensidad antes de que los primeros en actuar puedan contenerlos. El Servicio Meteorológico Nacional proporciona un pronóstico de las condiciones de quema en línea con un mapa de peligro actualizado.

Inquietudes de seguridad importantes con respecto al tiempo para una quema:

- Queme solo en días de quema legales y en condiciones seguras según lo determine el departamento de bomberos local. Nunca queme en los Días de Bandera Roja.
- Consulte con el departamento de bomberos local. Es probable que la estación de bomberos local tenga regulaciones sobre las horas del día y los días de la semana que son aceptables e inaceptables para quemar. Asegúrese de que el plan de quema se alinee con estas regulaciones.
- Recuerde llamar a la estación de bomberos local mucho antes de la quema y en la mañana del día que la quema esté planificada para asegurarse de que las condiciones sean seguras.

Dónde — Contexto

La ubicación es más que identificar el área donde el equipo hará el biocarbón. Al desarrollar el plan de quema, el supervisor de quema debe tener un mapa del sitio y hacer una visita para evaluar el espacio para la seguridad contra incendios y preparar el terreno en el lugar específico donde estará el horno o la pila para quema.

Orientar a los participantes. La dirección y las indicaciones para llegar a la propiedad donde se hará la quema deben indicarse claramente en la primera página del plan de quema, junto con los números de teléfono del departamento de bomberos local y del servicio de ambulancia, para que todos los participantes en el evento puedan encontrarlos fácilmente en caso de emergencia y comunicar la ubicación correctamente. No dependa únicamente del propietario o el supervisor de quemas para tener esta información. Además, no confíe en las aplicaciones de mapas digitales; incluya un mapa en el plan de quema que muestre las carreteras locales y cómo se conectan con las vías principales. Esta información puede ser importante para los participantes si necesitan salir de la propiedad rápidamente. También podría ayudarlos a guiar a los servicios de emergencia a la ubicación.

Organice un punto de reunión seguro, uno protegido por cortafuegos o con abundante agua cerca, y con fácil acceso a los vehículos, donde todos los participantes deben reunirse en caso de una emergencia.

Use la hoja de registro para identificar a cualquier persona que esté desaparecida y posiblemente en riesgo; esta es información esencial para el personal de servicio de emergencia.

Mapee la propiedad donde se realizará la quema a escala grande y pequeña, anotando las características de su topografía, vegetación, agua y caminos. ¿La propiedad está en un valle o cerca de las montañas? El viento puede moverse hacia arriba y hacia abajo de la pendiente en patrones predecibles en momentos particulares del día, pero también puede comportarse de manera impredecible cuando hay características topográficas, como colinas y cunetas cerca. La topografía puede afectar el comportamiento del fuego: la vegetación de la ladera superior se puede precalentar por las llamas de abajo y, por lo tanto, puede incendiarse más rápidamente. Los vientos pueden esparcir brasas a grandes distancias. Tomar nota de dónde se encuentra en el paisaje y considerar lo que sucedería en el peor de los casos de incendio le ayudará a planificar una quema de bajo riesgo.

Haga un inventario de los tipos de vegetación en la propiedad (hierbas, arbustos, árboles) y su etapa fenológica (bien regada, hojas y tallos vivos u hojas secas y crujientes y ramas muertas). ¿Hay combustible en escalera (maleza que fácilmente podría permitir que un incendio pase del suelo a la copa de los

árboles)? ¿Hay vegetación continua o es una vegetación irregular con mucha tierra descubierta, agua o nieve en el medio?

Mapee las fuentes de agua en la propiedad. ¿Dónde está el grifo de la manguera y cuál es la presión del agua? ¿Se ha desenroscado la manguera? ¿Existe una fuente de agua que pueda ser móvil, como un balde de cinco galones o una bomba portátil? Estos deben colocarse a favor del viento de la quema para que, si se escapa una brasa, puedan desplegarse fácilmente para extinguirla. Es una buena idea rociar el área directamente alrededor del horno o

pila de biocarbón, tanto antes de la quema como periódicamente a medida que avanza.

Identifique y mapee los cortafuegos tanto naturales como contruidos, como arroyos y caminos, o incluso un césped bien regado en la propiedad de un vecino.

Para el mapeo, el supervisor de quemas puede usar una imagen satelital, como este ejemplo tomado de Mapas de Google; un mapa topográfico o de carreteras impreso; o un mapa dibujado a mano o trazado de la propiedad.



Un mapa que muestra algunas de las características locales de una quema en horno planificada.



Un mapa que muestra algunas de las características regionales de una quema de horno planificada.

¿Qué? — herramientas y suministros a tener a la mano

Según el tamaño de la quema y las tareas requeridas, el equipo de quema querrá tener a la mano una variedad de herramientas, suministros y equipo de seguridad. Estos pueden variar desde herramientas manuales y un botiquín de primeros auxilios hasta herramientas eléctricas y equipos de movimiento de tierra, baldes de agua de cinco galones y una bomba portátil. El supervisor de quema debe hacer una lista de verificación antes del evento para que el equipo pueda tener todo lo que necesita en el lugar y en funcionamiento el día o días de la quema.

Los siguientes suministros son esenciales para cualquier evento de quema:

- Copias del plan de quema para cada participante
- Hoja de registro e información de contacto para todos los participantes
- Equipo de seguridad (consulte el Capítulo 3 para obtener una lista de verificación completa), que incluye:
 - Un extintor de incendios si se quemará cerca de estructuras (cercas de madera, edificios, vehículos, etc.)
 - Botiquín de primeros auxilios
 - Teléfono celular, radio o teléfono fijo para llamar al departamento de bomberos local en la mañana de la quema y para emergencias
 - Suministros adicionales de agua, meriendas, protector solar, guantes, ropa resistente al fuego en caso de que a los participantes se les agote o se les haya olvidado
- Equipo de producción (consulte el capítulo 4 para obtener una lista de verificación completa), que incluye
 - Un horno con todas las piezas requeridas (si se usa)
 - Palas, rastrillos y un rastrillo para incendios McLeod
 - Baldes de agua, mangueras y boquillas

Si uno o más participantes no están familiarizados con el uso adecuado y seguro de determinadas herramientas, el supervisor de quema debe asegurarse de que haya tiempo para una formación adecuada o asignar a estas personas tareas que no requieran el uso de esas herramientas.

Una nota sobre herramientas eléctricas, maquinaria y otros equipos grandes: este libro de trabajo está diseñado para presentar a los lectores el biocarbón y el proceso de elaboración, con el objetivo de que puedan hacerlo por su cuenta. Sin embargo, este libro no puede cubrir todas las medidas de seguridad (como primeros auxilios o capacitación en motosierras) que serán útiles para el lector que desea hacer biocarbón.



Fotografía por Karolina Grabowska

6. Buenas Prácticas: hacer biocarbón y cumplir con las regulaciones

Si planea quemar con frecuencia, conozca a los oficiales de bomberos en el área local. Llame con anticipación, invítelos a asistir a quemas y haga un seguimiento si tienen preguntas. Aunque este no es un requisito legal, definitivamente ayudará a los administradores de quemas a planificar, prepararse y responder en caso de una emergencia.

Regulaciones Locales

Cualquiera que vaya a quemar materiales al aire libre, primero debe llamar a su estación de bomberos local con suficiente anticipación. El condado o municipio puede requerir un permiso para quemar materiales al aire libre. Algunos condados permiten que los residentes soliciten permisos en línea, pero en muchos casos el solicitante debe llamar para obtener los permisos correspondientes. Muchos condados tienen restricciones sobre el día de la semana en que las personas pueden quemar; incluso puede darse el caso de que solo haya horas específicas durante las cuales las personas pueden quemar. Tan pronto como decida que desea comenzar a quemar en su terreno, llame al departamento

Aprendizaje esperado

Al final de este capítulo, los lectores podrán:

- Identificar a quién deben alertar sobre la quema planificada para cumplir con las regulaciones locales y estatales, dada la ubicación y estructura de la propiedad.
- Discutir la importancia de la responsabilidad en la quema prescrita y otras quemas agrícolas
- Explicar el impacto de la Ley de Quema Prescrita de Nuevo México

de bomberos local. Este es el primer paso y guiará el resto de su proceso.

Además, es importante informar a los servicios de emergencia locales y al departamento de bomberos que se producirá una quema llamando a primera hora de la mañana el día de la quema; esto les permite realizar un seguimiento seguro de los informes de humo o llamas y estar preparados si los informes comienzan a registrarse como potencialmente peligrosos. El departamento de bomberos informará al equipo de quema si las condiciones no son seguras para quemar ese día.

Regulaciones Estatales

Además de los permisos de quema locales, los administradores de tierras deben familiarizarse con las leyes relativas al uso del fuego en su estado. Los siguientes párrafos describen el panorama legal en Nuevo México; otros estados tendrán regulaciones diferentes. Esta sección presenta los tipos de regulaciones estatales que se deben buscar y con los cuales se debe familiarizar al planificar una quema.

Dado que la práctica de hacer biocarbón no está muy extendida en Nuevo México, aún no hay una respuesta clara sobre qué leyes estatales deberían regular esa práctica. Los administradores de tierras deben conocer la Ley de Quema Prescrita, aprobada en el 2021. Se puede encontrar una copia de la ley en sí, así como información al respecto, en el sitio web del Departamento de Energía, Minerales y Recursos Naturales: www.emnrd.nm.gov/sfd/prescribed-burning/. La ley amplía el uso de la quema prescrita en terrenos privados, lo que el estado considera un beneficio para el público para reducir el riesgo de incendios forestales extremos. Sin embargo, la evaluación más conservadora en este momento es que si el biocarbón se hace en un horno o en una pila, esa práctica no cae bajo las protecciones de la Ley de Quema Prescrita. Por ahora, se debe considerar que la producción de biocarbón se incluye en la quema agrícola general.

La quema agrícola está regulada por el Departamento de Medio Ambiente de Nuevo México (NMED por sus siglas en inglés) debido a su impacto potencial en la calidad del aire. NMED emite permisos de calidad del aire basados en toneladas de emisiones por año y libras de emisiones por hora, mucho más de lo que puede emitir un incendio. Si el equipo de quema va a quemar un vasto paisaje, el supervisor de quema debe estar al tanto del punto en el que necesitará un permiso de calidad del aire y asegurarse de registrar los cálculos de las emisiones. Comuníquese con NMED para conocer las pautas para áreas específicas.

Nota: Las leyes cambian a menudo. Siempre es una buena idea investigar las regulaciones e implicaciones más actualizadas.

Información adicional:

- Cualquier persona que arrienda tierras del Bureau of Land Management, United States Forest Service, o New Mexico State Land Office debe comunicarse con la persona que administra su arrendamiento si está interesado en crear un plan de quema para producir biocarbón en su área arrendada.
- Si alguien está interesado en utilizar el fuego como una herramienta de gestión de la tierra o simplemente quiere comprender mejor los incendios y la lucha contra incendios, el Grupo Nacional de Coordinación de Incendios Forestales (NWCG por sus siglas en inglés) tiene un portal de aprendizaje en línea con cursos introductorios a los que se puede acceder de forma gratuita en <http://www.nwcg.gov/>.

Ejercicio #8

Escriba sus respuestas o discuta estas preguntas con su familia, amigos o vecinos antes de pasar a la siguiente página.

#8: ¿Cuál es su plan para determinar las regulaciones en su área?

¿A quién llamará y cuándo?

Siéntase libre de escribir los números de teléfono aquí para una referencia rápida.

Referencia rápida de contactos

Nombre/Contacto

Número de teléfono

<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>

¿Quién?

Enumere los nombres y números de teléfono celular del propietario del terreno, el supervisor de quemas y cualquier persona que ayude con la quema, junto con los nombres y números de teléfono del contacto de emergencia de cada participante. También enumere a cualquier otra persona con la que pueda necesitar ponerse en contacto, como vecinos. Pídale a cada persona que firme/ponga sus iniciales al lado de su nombre cuando se registren para asegurarse de tener una lista precisa de los participantes.

Rol	Nombre	Teléfono	Contacto de emergencia	Teléfono del contacto de emergencia	Iniciales
Anfitrión del lugar					
Supervisor de quema					
Participante(s) con certificado de primeros auxilios					
Participante(s)					

Contactos adicionales:

Nombre/Contacto	Número de teléfono	Asignación o relación con la quema	Iniciales
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Defina los roles y responsabilidades de los participantes.

Quien va a:

Iniciales del participante:

- 1. Cargar el material en el horno o la pila

- 2. Administrar manguera

- 3. Supervisar brasas durante y después de la quema

- 4. Observar (cualquiera que no tenga la vestimenta de seguridad adecuada debe mantenerse al menos a veinte pies de la quema)

- 5. Comunicación (incluyendo quién estará a cargo de mantener la lista de participantes y quién está disponible para hacer o recibir llamadas con un teléfono fijo o celular con servicio en el área)

Cree un registro de comunicación.

1. Anote la fecha de notificación anticipada al departamento de bomberos local o entidad pertinente y la información de contacto de esa persona/entidad

2. Anote la fecha de aviso previo a los vecinos y agregue la información de contacto de esas personas/entidades

3. **Anote la fecha y la hora del día del aviso al departamento de bomberos local o entidad pertinente y la información de contacto de esa persona o entidad. Si ellos no aprueban la quema en ese día, no queme.**

4. Anote la fecha en que se compartió un plan de quema actualizado con el departamento de bomberos local y la información de contacto de esa persona o entidad.

5. Escriba cuándo y cómo llevó a cabo la capacitación en seguridad y la sesión informativa sobre el plan de quema para los participantes.

¿Cuándo?

1. Anote las fechas y descripciones de las actividades de preparación para la quema, como visitas al sitio, preparación de materia prima y limpieza de obstáculos y vegetación del área de la quema.

2. fecha de la quema*:

3. Actividad	Agenda planeada para el día	Agenda real del día
• Llegada de los participantes:	_____	_____
• Instrucción de seguridad:	_____	_____
• Hora de inicio de la quema:	_____	_____
• Hora de inicio de la quema:	_____	_____
• Tiempo para la supervisión final a pie para verificar que no queden brasas encendidas:	_____	_____
•	_____	_____
•	_____	_____
	_____	_____

Documente el pronóstico del tiempo.

Adjunte una captura de pantalla que muestre que no hay una advertencia de bandera roja:

Adjunte una captura de pantalla del pronóstico del día anterior a la quema para las condiciones locales de temperatura, precipitación y viento:

Describa qué criterios utilizará para detener una quema:

Detenga siempre la quema si las autoridades locales de bomberos le indican que lo haga.

Viento:

Temperatura:

Personal:

Otro:

Notas:

Firma fechada del supervisor de quemas y otras partes interesadas relevantes:

¿Dónde?

Indique la dirección y las indicaciones para llegar en caso de que algún participante necesite llamar para pedir ayuda de emergencia:

Indicaciones para llegar:

Describa su sitio:

Composición de la vegetación (hierbas, arbustos, árboles, etc.):

Fenología (seco y muerto, bien regado y activo):

Describe su sitio:

Humedad del suelo (nieve en el suelo, riego por inundación reciente, etc.):

Distancia del lugar de la quema a estructuras, árboles y líneas eléctricas:

Distancia a la(s) fuente(s) de agua, caudal de agua y cantidad total disponible:

Cortafuegos naturales/construidos, si los hay:

Ruta de escape y punto de encuentro de emergencia para todos los participantes:

Mapa #1

Adjunte un mapa del lugar de la quema y el área inmediata, incluida la ubicación del equipo de seguridad, el teléfono fijo u otra(s) herramienta(s) de comunicación designada(s) y las fuentes de agua. Indique dónde deben estacionarse los participantes, dejando zonas libres para que puedan maniobrar los equipos de emergencia.

Mapa #2

Adjunte un mapa de la región que destaque las rutas de escape y el punto de encuentro de emergencia, e indique los cortafuegos naturales.

¿Qué?

Describe las materias primas que planea quemar (podas de huerta, madera vieja, arbustos tratados mecánicamente, etc.):

Describe su equipo de trabajo:

Cuales herramientas y equipos de seguridad estarán disponibles y su condición:

#_____Mangueras/baldes/tanques de agua
Condición:

#_____ Extintor
Condición:

#_____ Kit de primeros auxilios
Condición:

#_____ Rastrillos/palas/McLeods
Condición:

Otro:

#_____
Condición:

#_____
Condición:

#_____
Condición:

#_____
Condición:

Describe el equipo de protección personal disponible o requerido

#_____ Protección para los ojos
Condición:

#_____ Guantes de cuero
Condición:

#_____ Zapatos de cuero
Condición:

#_____ Ropa no inflamable
Condición:

#_____ Ligas para el cabello u otros medios para atar el
cabello largo hacia atrás.
Notas:

#_____ Bastante agua potable y bocadillos disponibles
Notas:

Otro:

#_____
Condición:

#_____
Condición:

Notas adicionales

Anexo 2. Plantilla de registro de quema de biocarbón

Registro diario de producción de biocarbón con hornos de tapa de llama y quemados de conservación

Registre sus resultados para evaluar qué factores afectan su biocarbón resultante, así aprenderá sobre la marcha. El seguimiento de lo que hace y cómo lo hace le permitirá realizar ajustes precisos y útiles en su proceso y mejorar con el tiempo.

Nombre del supervisor de la quema:	
Fecha:	
Clima (temperatura, soleado, nublado, lluvia, velocidad del viento, etc.):	
Ubicación y notas del sitio (dirección física y descripción: bosque, campo, pendiente pronunciada, plano, etc.):	
Número y tipo de hornos o pilas:	
Tipos de materias primas y cantidades aproximadas de cada una (por ejemplo, cincuenta por ciento de abeto de Douglas, treinta por ciento de pino, veinte por ciento de encino):	
Humedad de la materia prima (registre varias mediciones de humedad desde la mitad de los troncos, no desde los extremos):	

<p>Diámetros de la materia prima y cantidades aproximadas de cada una (por ejemplo, setenta por ciento de menos de dos pulgadas, veinte por ciento de entre dos y cuatro pulgadas, diez por ciento de más de cuatro pulgadas):</p>	
<p>Cantidad de materia prima (número de montones, dimensiones aproximadas o tamaño de los montones, por ejemplo, yardas cúbicas o cuerdas):</p>	
<p>Distancia máxima de transporte de la materia prima al horno o pila:</p>	
<p>Hora de inicio (cuando se encienden los hornos o las pilas):</p>	
<p>Tiempo de enfriamiento y cantidad (cuándo se aplica agua y cuánta):</p>	
<p>Rendimiento aproximado de biocarbón en yardas cúbicas, pies cúbicos, baldes de cinco galones o barriles de cincuenta y cinco galones:</p>	
<p>Trabajadores (nombres, horas trabajadas):</p>	
<p>Notas:</p>	

Anexo 3. Recursos informativos

1. Innovations in Biochar: New CSP enhancement helps forest owners convert tree debris to soil-friendly, carbon-storing biochar
<https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/or/newsroom/stories/?cid=nrcseprd1499267>
2. Biochar Basics: An A-to-Z Guide to Biochar Production, Use, and Benefits
<https://www.fs.usda.gov/rmrs/documents-and-media/biochar-basics-z-guide-biochar-production-use-and-benefits>
3. US Biochar Initiative - tiene una base de datos con motor de búsqueda sobre la producción y uso de biocarbón
<http://biochar-us.org/>
4. Pacific Northwest Biochar Atlas - se desarrolló para una región diferente pero tiene pautas ampliamente aplicables para adecuar el biocarbón al tipo de suelo
<http://www.pnwbiochar.org/>
5. Biochar: Prepping it for Soil, by David Yarrow
<https://www.ecofarmingdaily.com/build-soil/soil-inputs/minerals-nutrients/biochar-prepping-soil/#:~:text=Author%20David%20Yarrow%20helps%20install,once%20in%20a%20single%20event.>
6. Wilson Biochar Associates – tiene pautas para la práctica de biocarbón desarrolladas para el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS por sus siglas en inglés), vende hornos de Anillo de Fuego
<http://wilsonbiochar.com/>
7. Biochar in the Woods Webinar and Field Days - archivos y grabaciones de presentaciones
<https://biochar-us.org/presentations-biochar-woods-webinar-and-field-days-jan-feb-2022>
8. Biochar in the Woods Discussion Forum - únase para aprender de colegas que están desarrollando prácticas de biocarbón
<https://biochar.groups.io/g/Biocharinthewoods>
9. International Biochar Initiative
<http://www.biochar-international.org/>
10. The Biochar Journal
<https://www.biochar-journal.org/>

Anexo 4. Recursos de financiamiento

Hacer biocarbón es una práctica respaldada por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS por sus siglas en inglés), una agencia del Departamento de Agricultura de EE. UU., por lo que puede haber apoyo de costos compartidos disponible para los administradores de tierras que deseen incorporarlo en sus actividades de manejo de la tierra.

Para compartir los costos con el NRCS, llame a la oficina local y pregunte sobre el desarrollo de un Plan de Conservación, que incluirá las prácticas de conservación relevantes para la operación. Encuentre su oficina local de NRCS aquí: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/contact/local/>

Hay varias prácticas de conservación alineadas con NRCS presentadas en este libro de trabajo.

- Práctica de conservación en el tratamiento de residuos leñosos 384. Esta práctica permite a los ganaderos y agricultores reducir o abordar “la gestión de los residuos de plantas leñosas creados durante actividades forestales, agroforestales u hortícolas, o resultantes de desastres naturales” (NRCS).
- Actividad de mejora de la conservación E384135Z. Esta actividad permite a los terratenientes producir biocarbón que se puede usar en el sitio para mejorar la salud del suelo, que es una mejora de la práctica de conservación en el tratamiento de residuos leñosos 384. Esta práctica permite a los ganaderos y agricultores reducir o abordar “la gestión de los residuos de plantas leñosas creados durante actividades forestales,

agroforestales u hortícolas, o resultantes de desastres naturales” (NRCS).

- Código estándar de prácticas de conservación 336. Esta práctica se refiere a la aplicación de enmiendas basadas en carbono (incluido el biocarbón) para mejorar o mantener la materia orgánica del suelo, secuestrar carbono y aumentar las reservas de carbono del suelo, mejorar la estabilidad de los agregados del suelo y mejorar el hábitat de los organismos del suelo.

Nota: cada operación necesitará un número de trazabilidad (Tract Number en inglés) de la Agencia de Servicios Agrícolas antes de cualquier contrato con NRCS. Este puede ser un proceso que requiera mucho tiempo, así que asegúrese de comenzar mucho antes de que planee solicitar financiamiento de costos compartidos.

El apoyo técnico también puede estar disponible a través del Servicio de Extensión local, una colaboración entre el USDA, universidades con fondos del estado, y los gobiernos estatales y locales. Estas instituciones tendrán un conocimiento profundo de las prácticas de manejo específicas del suelo, los sistemas de producción y el clima locales.

Las organizaciones sin fines de lucro locales, como Quivira Coalition, pueden ayudar a conectar a los administradores y operadores de la tierra con otros recursos o fuentes de financiamiento, como oportunidades educativas, centros de préstamo de herramientas y equipos, apoyo para la redacción de solicitud de subvenciones y creación de red. ¡Por favor manténgase en contacto!



Referencias

Amonette, J.E., J.G. Archuleta, M.R. Fuchs, K.M. Hills, G.G. Yorgey, G. Flora, J. Hunt, H.-S. Han, B.T. Jobson, T.R. Miles, D.S. Page-Dumroese, S. Thompson, K.M. Trippe, K. Wilson, R. Baltar, K. Carloni, C. Christoforou, D.P. Collins, J. Dooley, D. Drinkard, M. Garcia-Pérez, G. Glass, K. Hoffman-Krull, M. Kauffman, D.A. Laird, W. Lei, J. Miedema, J. O'Donnell, A. Kiser, B. Pecha, C. Rodriguez-Franco, G.E. Scheve, C. Sprenger, B. Springsteen, E. Wheeler. (2021). Biomass to Biochar: Maximizing the Carbon Value. Retrieved from csanr.wsu.edu/biomass2biochar.

Grandoni, D. (2020, September 17). The Energy 202: California's fires are putting a huge amount of carbon dioxide into the air. *The Washington Post*.

Badger, S. & Foley, M. (2019). Large-loss fires and explosions in the United States during 2018. *National Fire Protection Association*.

Schenk, E., O'Donnell, F., Springer, A., Stevens, L. (2020). The impacts of tree stand thinning on groundwater recharge in aridland forests. *Ecological Engineering*, 145, 105701.

Stephens, S., Battaglia, M., Churchill, D., Collins, B., Coppoletta, M., Hoffman, C., Lydersen, J., North, M., Parsons, R., Ritter, S., & Stevens, J. (2021). Forest restoration and fuels reduction: convergent or divergent? *BioScience*, 71(1), 85-101.

Phillips, C., Meyer, K., Hanson, C., Biraud, S., & Trippe, K. (2021). Manipulating rangeland soil microclimate with juniper biochar for improved native seedling establishment. *Soil Science Society of America Journal*, 85(3), 847-861.

Gao, S., & DeLuca, T. H. (2022). Rangeland application of biochar and rotational grazing interact to influence soil and plant nutrient dynamics. *Geoderma*, 408, 115572.

Razzaghi, F., Bilson Obour, P., Arthur, E. (2020). Does biochar improve soil water retention? A systematic review and meta-analysis. *Geoderma*, 361, 114055.

Mukherjee, A. & Lal, R. (2013). Biochar impacts on soil physical properties and greenhouse gas emissions, *Agronomy*, 806 (2), 150465.

Lehmann, J., Rillig, M., Thies, J., Masiello, C., Hockaday, W., & Crowley, D. (2011). Biochar effects on soil biota – A review. *Soil Biology and Biochemistry*, 43, 1812–1836.

Agegnehu, G., Srivastava, A., Bird, M. (2017). The role of biochar and biochar-compost in improving soil quality and crop performance – A review. *Applied Soil Ecology*, 119, 156-170.

Michaels, T., Eppinga, M., & Bever, J. (2020). A nucleation framework for transition between alternate states: short-circuiting barriers to ecosystem recovery. *Ecology*, 101(9), e03099.

Basso, A., Miguez, F., Laird, D., Horton, R., & Westgate, M. (2012). Assessing potential of biochar for increasing water holding capacity of sandy soils. *GCB Bioenergy*, 5,132-143.

Amoakwah, E., Arthur, E., Frimpong, K., Lorenz, N., Rahman, M., Nziguheba, G., Islam, K. (2022). Biochar amendment impacts on microbial community structures and biological and enzyme activities in a weathered tropical sandy loam, *Applied Soil Ecology*, 172 (104364).

Burrell, L., Zehetner, F., Rampazzo, N., Wimmer, B., Soja, G. (2016). Long-term effects of biochar on soil physical properties, *Geoderma*, 282, 96-102.

Wilson, K. (2021). A carbon conservation corps to restore forests with biochar using flame cap kilns. American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Virtual Meeting, 2100361. Retrieved from doi:10.13031/aim.20210036.

Puettmann, M., Sahoo, K., Wilson, K., & Oneil, E. (2017). Life cycle assessment of biochar from postharvest forest residues. *Journal of Cleaner Production*, 250 (119564).

Wilson, K. (2015). Biochar return on investment in fruit and nut orchard production. Wilson Biochar Associates. Retrieved from wilsonbiochar.com.

USGS website: <https://www.usgs.gov/special-topics/wildland-fire-science/science/geological-and-hydrological-process-effects>

CDC website: <https://www.cdc.gov/disasters/wildfires/smoke.html>

Singh, H., Northup, B.K., Rice, C.W. et al. (2022). Biochar applications influence soil physical and chemical properties, microbial diversity, and crop productivity: a meta-analysis. *Biochar* 4, 8. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s42773-022-00138-1>.

Nguyen, M. K., Lin, C., Hoang, H. G., Sanderson, P., Dang, B. T., Bui, X. T., & Tran, H. T. (2022). Evaluate the role of biochar during the organic waste composting process: A critical review. *Chemosphere*, 299 (134488).

Joseph, S., Pow, D., Dawson, K., Mitchell, D., Rawal, A., Hook, J., Taherymoosavi, S., Van Zwieten, L., Rust, J., Donne, S., Munroe, P., Pace, B., Graber, E., Thomas, T., Nielsen, S., Ye, J., Lin, Y., Pan, G., Li, L., Solaiman, Z. (2015). Feeding Biochar to Cows: An Innovative Solution for Improving Soil Fertility and Farm Productivity. *Pedosphere*, 25 (5).

Farhangi-Abriz, S., Ghassemi-Golezani, K., Torabian, S., & Qin, R. (2022). A meta-analysis to estimate the potential of biochar in improving nitrogen fixation and plant biomass of legumes. *Biomass Conversion and Biorefinery*. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02530-0>.

Elad, Y., Cytryn, E., Meller Harel, Y., Lew, B., & Graber, E. R. (2012). The biochar effect: plant resistance to biotic stresses. *Phytopathologia Mediterranea*, 50(3), 335-349.

Créditos de Imágenes

Pg 9: Todas las fotos se descargaron de canva.com con licencia de uso no exclusivo:

- woodland scene by Barneybonner, Gettyimages
- ranch by ishootphotosLLC, Gettyimages
- produce by arinahabich, Gettyimages
- permaculture by simon002, Gettyimages
- Adobe by maxfocus, Gettyimages
- grapes by Pannonia, Gettyimages
- restoration project by rivernorthphotography, Gettyimages
- city skyline by Sean Pavone, Gettyimages
- marshland by Neil Bowman, Gettyimages
- Rx fire by Kamchatka
- woodland scene by Sweet Lana, Gettyimages

Pg 13: Fire Triangle https://en.wikipedia.org/wiki/Fire_triangle#/media/File:Fire_triangle.svg

Pg 16: Charcoal series, Todas las fotos se descargaron de canva.com con licencia de uso no exclusivo

Pg 17: "bare trees" by McMac70 <https://wordpress.org/openverse/image/5d52d91a-8f20-4306-b457-5c99ae818404>

Pg 19: "burned house skeleton" by ChrisReilly <https://wordpress.org/openverse/image/1e6b7471-eacd-488e-a85c-a88749465cbc>

Pg 23: 'Biochar Workshop', courtesy of Quivira Coalition

Pg 36: Images used for Exercise #5:

- "Thermometer <https://wordpress.org/openverse/image/4512ceb1-a18b-4274-b0e1-7bc840d96683>
- "Winter tree" <https://wordpress.org/openverse/image/13ae1953-4cae-40ba-ba5f-063b45d4c2da>
- "Windsack" https://en.wikipedia.org/wiki/Windsock#/media/File:Freiburg_im_Breisgau_-_Flugplatz_-_Windsack.jpg
- "Condensation" https://en.wikipedia.org/wiki/Condensation#/media/File:Window_in_Ireland.jpg
- "Clock" https://en.wikipedia.org/wiki/Clock#/media/File:Telechron_clock_2H07-Br_Administrator.JPG

Pg 37: "Time of Day" screenshot of Valarde, NM daily forecast by www.nws.noaa.gov/

Pg 39: Forecast screenshots

- "Wildfire Outlook," Screenshot taken Feb 2022. <https://www.predictiveservices.nifc.gov/outlooks/outlooks.htm>
- "Storm prediction" screenshot, NOAA/NWS Storm Prediction Center. <https://www.spc.noaa.gov/>
- "red flag warning", screenshot taken Feb 2022. National Weather Service <https://www.weather.gov>

Pg 42: Tools and Supplies:

- Weeding tool by photo farmer, <https://openverse.org/image/3cc185ff-ac59-4464-adbd-646563d1c8f4/>
- a firefighter in Wayne National Forest by Wayne National Forest, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/24/Wayne_National_Forest_%283620426058%29.jpg
- Moisture meter by Kelpie Wilson

Pg 52: Additional Kiln Considerations:

- Montana by Rasmus https://wiki.opensourceecology.org/wiki/Earth_Pit_Kiln.
- Kon Tiki kiln by biochar4ss <https://wordpress.org/openverse/image/ef660443-f58c-45bf-8b47-073f1a46a02e>

Pg 64: Chainsaw work, photo by Karolina Grabowska via Pexel y descargado de canva.com con licencia de uso no exclusivo

Quivira Coalition fomenta la resiliencia en tierras áridas de trabajo. Para crear una cultura de administración de la tierra que integre la salud ecológica, económica y social, trabajamos en coalición con ganaderos, terratenientes y administradores de la tierra, agencias públicas, conservacionistas, educadores, estudiantes y el público en general. Creemos que esta cultura tiene sus raíces en tres áreas de práctica: educación, innovación y colaboración en el centro radical, una forma de trabajar juntos que promueve la creación de coaliciones y los resultados por encima de la transigencia.

En la base de todo el trabajo de Quivira se encuentra el concepto de que la administración efectiva y adaptativa de las tierras de trabajo es uno de los caminos más poderosos e inmediatamente viables para remediar los impactos inminentes del cambio climático.

Nuestros esfuerzos están dedicados a las comunidades y las tierras de trabajo en las regiones áridas del oeste de los Estados Unidos y a conectarlas con las comunidades de todo el mundo que se basan en la tierra.



www.quiviracoalition.org

Quivira Coalition

1413 Second Street, Suite 1
Santa Fe, New Mexico 87505

505-820-2544

www.quiviracoalition.org