

Producción artesanal de carbón: Una innovación y estrategia para utilizar los residuos de sistemas agrosilvopastoriles de traspatio

Antonio-Medina, Anadelia¹ ; Mendoza-Pedroza, Sergio I.^{1*} ; Cordero Salas Rodney O.² ; Ríos-Hilario, Josué J.¹ ; Castillo-Cabrera, Cristian¹ 

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Programa de Ganadería. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México; México. C.P. 56264.

² Universidad Técnica Nacional, Ingeniería en Ciencias Forestales y Vida Silvestre Atenas, Alajuela, Costa Rica. C.P. 74013

* Autor de correspondencia: sergiomp@colpos.mx

Problema

La utilización de combustibles fósiles, la tala de bosques, el mal uso de fertilizantes, entre otras actividades, han contribuido a incrementar el efecto invernadero y el calentamiento global; por lo tanto, se han buscado alternativas más benévolas con el ambiente, es por ello que se ha promovido a utilizar la biomasa como una apertura de energía renovable, también conocida como “carbón neutral”. Por otra parte existen manejos agrosilvopastoriles donde se incluyen estrategias con trasformaciones agroecológicas, que ayudan a mitigar el cambio climático, a su vez causan bienestar animal bajo pastoreo, en conjunto con la armonía de herbáceas forrajeras, arbustos y árboles, que sirven de un aprovechamiento con la generación de un ingreso económico adicional, por la venta de madera o su transformación. En el Colegio de Posgraduados cuenta con un área dedicada a este tipo de sistema donde se crea un modelo de producción sostenible de diversas actividades: silvicultura, cría de ganado, producción de hortalizas y plantas medicinales. Sin embargo, puesto que los árboles que de manera natural mueren o tiran sus ramas, representan un problema para los animales, la fauna y las personas que realizan la conducción de las actividades. Por consiguiente, se buscó una estrategia para la obtención de un subproducto procedente del sistema de producción y que pueda representar ingresos al productor.

Solución

Debido a que el sistema Agrosilvopastoril genera residuos de materia vegetal procedente de los árboles viejos o ramas, por lo se plantea la estrategia de producir carbón artesanal y proporcionar un ingreso extra al productor. Además, como parte de la estrategia

Cómo citar: Antonio-Medina, A., Mendoza-Pedroza, S. I., Cordero Salas, R. O., Ríos-Hilario, J. J., & Castillo-Cabrera, C. (2023). Producción artesanal de carbón: Una innovación y estrategia para utilizar los residuos de sistemas agrosilvopastoriles de traspatio. *Agro-Divulgación*, 3(5). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i5.253>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Diciembre 2023.

Agro-Divulgación, 3(5). Septiembre-Octubre. 2023, pp: 25-31.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



se tiene contemplado seguir sembrando árboles como el eucalipto (*Eucalyptus* spp.), sauce blanco (*Salix alba* L.), palmas datileras (*Phoenix dactylifera* L.) y frutales como el limón (*Citrus aurantifolia* L.), níspero (*Eriobotrya japonica* L.), granada roja (*Punica granatum* L.) que tienen como objetivo mejorar las características fisicoquímicas del suelo, el bienestar de los animales, servir como cerco vivo y generar ingresos adicionales. El árbol de interés económico para el carbón es el *Eucalyptus* spp. La producción de carbón artesanal, se estará comercializando a través del área de comercio de Colegio de Posgraduados a través del número 58-04-59-00 con extensión 60330.

Para llevar a cabo la producción de carbón artesanal se necesita lo siguiente:

1. **Construir una carbonera artesanal (fosa en el suelo).** Se recomienda que se realice lo más cercano a la generación de residuos forestales con el objetivo de reducir costos de acarreo y traslado. Es importante que no existan fuentes cercanas de agua que puedan ocasionar la inundación de la carbonera y se debe extremar precaución que la carbonera no presente demasiadas rocas o que esté cercana a fuentes inflamables como los son madera, bodegas, construcciones, etc. con la finalidad de evitar accidentes (Figura 1).
2. **Dimensión de la carbonera artesanal (fosa).** Preferentemente se debe ajustar al promedio del largo de la madera, por lo general máximo de un metro largo (1 m de ancho) con (1 m de profundidad $\times$ 3 m de largo). La tierra extraída se coloca cerca, ya que posteriormente será utilizará para recubrir la leña. La carbonera se estableció en el área de Traspatio del Colegio de Postgraduados presenta las siguientes dimensiones: 2.5 m de largo, 1.5 de ancho y 1 m de profundidad (Figura 2).



Figura 1. Área ideal para la ubicación de la fosa para la realización de la carbonera. A) árbol de *Eucalyptus* spp; B) residuos que se generan del procedimiento Agrosilvopastoril de Traspatio del Colegio de Posgraduados.



Figura 2. Dimensiones de la fosa realizada en el área de Traspatio del Colegio de Postgraduados. A) Dimensionando el área; B) medidas que se lleva una carbonera 1.5 m de ancho, 1 m de profundidad y 3 m de largo; C) acabado de cada pared para que no se genere obstrucciones; D) área de respiradero; E) colocando la tierra a modo que no quede lejos F) realización del área de respiradero (30 cm de ancho) en ángulo de 45°.

3. **Entrada, salida y respiradero de la carbonera.** Una vez construida la fosa, se le deben realizar una entrada y salida (30 cm de ancho) con un ángulo de 45°, ambos extremos para el encendido inicial y aireación, durante el proceso de carbonización. En el fondo, se conecta el canal de aireación con el área de encendido y respiradero, una medida de 30 cm de ancho por 15 cm de profundidad de lado a lado, conectando el área.

4. **Colocar a lo largo del canal de aireación (a ras de suelo)** ramas (trozos de leña) de 5 cm de diámetro máximo para evitar que la leña quede en contacto con el suelo. Lo anterior se lleva a cabo para facilitar la oxigenación y se garantiza una carbonización homogénea
5. **Llenado y acomodo de la leña en la carbonera artesanal.** Se recomienda que el acomodo sea de forma transversal sobre las ramas, iniciando con una primera capa de madera seca y delgada al inicio para facilitar el encendido. Colocar lo más ajustado posible, con material de diferentes diámetros para rellenar todos los espacios vacíos, facilitando el paso del calor y crear una carbonización uniforme. Se llena, la fosa de unos 10 a 15 cm, hasta superar el borde.
6. **Una vez llena la fosa con la leña,** se procede a cubrir con forraje verde, ramas sin troncos, también se puede colocar al final algunas láminas metálicas de desecho sobre el forraje. El objetivo de esta actividad es que la tierra compacte el material, limite el ingreso de oxígeno, y se crea una carbonización eficiente (Figura 3).



Figura 3. Preparación del llenado de la carbonera. A) Se coloca madera de máximo 5 cm de diámetro para evitar que la leña entre en contacto con el suelo; B) colocación de la leña de forma transversal sobre las varillas; C) borde del acabado de 10 a 15 cm; D) se cubre con forraje verde, ramas sin troncos.

7. **Área de encendido** se introduce la leña de madera seca y delgada, encima se agrega un poco de diésel para favorecer el encendido. Se enciende y se deja por un espacio de unos 15 minutos para la generación de brasas, esto favorece a la transmisión de calor al resto de leña.
8. **Respiradero.** Al otro extremo de la carbonera se coloca madera (trozo), que obstruya el ingreso del aire, la cual se retirará, cuando se tapa el área de encendido y se genera una succión hacia el respiradero.
9. **Encendido:** Aproximadamente unos 15 minutos del encendido de la leña, se verifica que exista suficientes brazas que garantice la continuidad del calor hacia el resto de la madera. Procediendo a colocar un tronco en el área de encendido, sobre las ramas verdes, para después colocar tierra. Al realizar esta acción, se cierra el ingreso de oxígeno, por un extremo y obliga a que respire del otro, esto hace que avance el calor y la carbonización. Para normalizar por una hora, se retira el tronco de nuevo donde se obstruye la salida del respiradero para que salga humo. Caso contrario se recomienda realizar perforaciones cercanas del área original del encendido. Con la salida del humo espeso se vuelven a tapar para que se normalice el proceso (Figura 4).



Figura 4. Preparación del encendido de la carbonera. A) se coloca un tronco de madera para que no ingreso el aire, retirándolo una vez que se encienda para generar una succión (respiradero); B) se enciende y se verifica que exista suficientes brazas; C) avance del encendido se comienza a carbonizar y se comprueba el hundimiento; D) se verifica posibles aperturas e ingreso de oxígeno.

10. **El avance de la carbonización** se determina según el hundimiento o con la pérdida del volumen, por lo general es posible que el avance sea de 1 m lineal por día, por lo que una carbonera de 3 metros lineales es posible que tarde tres días (dependiendo de la cantidad de madera y nivel de humedad).
11. **Posibles aperturas e ingreso de oxígeno.** Durante el avance de la carbonización se debe de verificar posibles aperturas, con la pérdida del volumen de la madera, esto genera un incremento en la entrada de oxígeno, por lo tanto provocaría un quemado completo y la pérdida total de la leña.
12. **Durante la pérdida de humedad y avance de la carbonización,** el humo será de color blanco espeso, cuando se acerca el final, cambia a transparente y se siente más temperatura, este es el momento de apagar la carbonera.
13. **Para el apagado de la carbonera** se realiza de la misma manera, que cuando se tapó el área de encendido, se coloca un tronco que obstruya el paso del aire, sobre este follaje verde y posteriormente tierra, se compacta y se revisa que no salga humo por ningún lado (Figura 5).
14. **Enfriamiento de la carbonera.** Se deja apagada por espacio de tres días para que el carbón se enfríe y posteriormente se retira con cuidado la tierra, para evitar contaminación del producto por el ingreso de la tierra.
15. **Extracción de carbón:** Se retira las piezas más grandes, se quiebran embolsándolas, las partes más finas se pasan por un cernedor para su recuperación. El polvo del carbón se recoge para ser vendido y utilizado para la producción de fertilizantes orgánicos.



Figura 5. Metodología del apagado de la carbonera y posterior extracción del producto. A) Verificación del color del humo para el apagado de la carbonera; B) Para el apagado de la carbonera se tapa el área de encendido, con un tronco; C) se estima un rendimiento dependiente de otros factores y la madera de 70 y 80 kg/m³.

16. **El rendimiento esperado** depende de la madera del proceso de carbonización y la gestión en general, oscila entre 70 y 80 kg/m³
17. **Reutilización de la leña:** La leña, que no se carbonizo, eficientemente, se utiliza para el encendido de la próxima carbonera.
18. **La tierra de la carbonera** se puede utilizar varias veces, hasta que llega un momento que hay que cambiarla, ya que se vuelve muy porosa por los residuos de carbón, por ende se reducen los rendimientos.

Retribución social

El prototipo para la producción artesanal del carbón, insertado en el modelo Agrosilvopastoril es una estrategia más para mejorar y dar uso a los residuos que se crean en este estilo de dirección, por demás de generar un ingreso para el sistema. Donde se promueve la actividad, el empleo y otra estrategia de capacitación a productores así como personas interesadas. Para cursos de capacitación sobre la elaboración y diseño de la carbonera se pueden obtener directamente con el responsable de área Dr. Sergio Iban Mendoza Pedroza o por correo electrónico sergiomp@colpos.mx del Colegio de Postgraduados campus Montecillo.

Agradecimientos

Se agradece al Campus Montecillo por las facilidades brindadas y a la Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento: “Ganadería eficiente, bienestar sustentable y cambio climático” (PREGEP-Ganadería, Campus Montecillo), del Colegio de Postgraduados.

INNOVACIÓN, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador general de políticas públicas	Indicadores específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Innovación sostenible	Diversificación productiva por la elaboración de una carbonera insertada en un Sistema Agrosilvopastoril para comercializar productos como carbón, generado por los residuos del manejo	Usuarios Potenciales: Pequeños Productores Comunidades Agrarias Poblaciones en particular	Primario: Agricultura, Ganadería, Explotación forestal Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I)	Social Económico Ambiental Conocimiento Uno, o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental Salud Pública Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Competitividad Recursos Humanos Capacitación Finanzas Públicas Uno o combinación de dos o más de las opciones anteriores	En proceso 2 tesis de doctorado y 2 de maestría Participación en curso internacional de sistemas Agrosilvopastoriles Transferencias tecnológicas con siete cursos de capacitación para técnicos, productores y público en general Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
A través de experiencias	A través de proyectos productivos promover la diversificación productiva experiencia						