

COLETA DE EXTRATO PIROLENHOSO NA INDÚSTRIA CARVOEIRA

Marcelo Elias dos Santos¹

Gilberto Sisto Fernández²

Sonia Valle Walter Borges de Oliveira³

RESUMO

A obtenção de alguns produtos originados a partir da carbonização da madeira tem permitido aumentar a rentabilidade da produção de carvão vegetal com subprodutos de grande importância comercial como o extrato pirolenhoso, alcatrão e gases não condensáveis. O presente estudo mostra o potencial que possui a indústria de carvão vegetal do Brasil como fonte para coleta do extrato pirolenhoso. Para confirmar o potencial de coleta de extrato pirolenhoso que possui a atividade na região foram visitadas três diferentes indústrias no Estado de Mato Grosso. Nossos resultados indicam que as carvoarias utilizam durante um ano 46.800 m³ de resíduos sólidos procedentes da indústria madeireira com o qual poderiam ter coletado 280.800 l/ano de extrato pirolenhoso. Com base em uma projeção estimativa, estas mesmas empresas poderiam alcançar uma produção de 187.200 l de alcatrão e 2.340 m³ de munha. A produção de subprodutos da indústria carvoeira requer estudos de longo prazo para alcançar conclusões acertadas sobre seu futuro no Brasil.

Palavras-chave: Carvão vegetal, ácido pirolenhoso, aproveitamento industrial.

RESUMEN

La obtención de algunos productos originados a partir de la carbonización de la madera, ha permitido elevar la rentabilidad de la producción de carbón vegetal con derivados de gran importancia comercial como el ácido piroleñoso, alquitrán insoluble y algunos gases no condensables. El presente estudio muestra el potencial que posee la industria carbonera vegetal de Brasil como fuente para la extracción de ácido piroleñoso. Para confirmar el potencial de recolección de ácido piroleñoso que posee esta actividad en la región fueron visitadas tres diferentes industrias en el Estado de Mato Grosso. Nuestros resultados indicaron que las empresas carboneras utilizaron durante un año 46 800 m³ de desechos sólidos procedentes de la industria maderera con lo cual podrían haber producido 280 800 l/año de ácido piroleñoso. Basado en una proyección estimativa, estas mismas empresas podrían alcanzar una producción de 187 200 l de alquitrán insoluble y 2340 m³ de polvo de carbón. La producción de derivados en la industria del carbón vegetal requiere de estudios a largo plazo para alcanzar conclusiones acertadas sobre su futuro aprovechamiento en Brasil.

Palabras Claves: Carbón vegetal, ácido piroleñoso, aprovechamiento industrial.

ABSTRACT

Products originated from wood carbonization allow increasing the production profitability of vegetable charcoal compounds with great importance for commercial purposes such as pyroligneous acid, insoluble tar, and non-condensable gases. Our study shows that the Brazilian vegetable charcoal industry is strongly suitable as a source for collection of pyroligneous extract. Thus, with this purpose three different facilities were visited in Mato Grosso State to confirm the potential of pyroligneous acid collection, which possess charcoal production activity in the region. Our results show that charcoal industries produce 46 800 m³ wastes from woody industries, that could produce 280 000 L/year of pyroligneous acid. Based in an estimate projection, these same companies

¹ MBA Gestão Estratégica de Pessoas e Organizações Sustentáveis. Fundace Business School, FUNDACE, Brasil.

² Professor do quadro efetivo da Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT.

³ Professor do Departamento de Administração da Universidade de São Paulo.

could produce 187 200 L of insoluble tar and 2340 m³ of munha. The production of byproducts in charcoal industry needs longtime studies to obtain accurate conclusions about their possible uses.

Keywords: Charcoal, pyrolyneous acid, industrial uses.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de carbón vegetal (CV) de Brasil es una de las actividades más tradicionales del país. De ella depende gran parte de la actividad siderúrgica y metalúrgica (BRITO, 1990; CALAIS, 2009), por lo tanto cualquier cambio en sus niveles de producción genera un impacto significativo en estas importantes actividades industriales del Brasil. Aun cuando el Brasil es el mayor productor de carbón vegetal del mundo (COELHO, 1982), su línea productiva sigue siendo rudimentaria y dependiente de la actividad forestal, principalmente en aquellos estados que colindan con la Amazonía (CALAIS, 2009).

La cadena productiva de carbón no solo es eficiente para la producción de CV, si no que también genera una serie de subproductos parcialmente condensables, pocas veces aprovechados en algunas carboneras del Brasil (COELHO, 1982; FERREIRA, 2000; ROCHA, 1993). Entre estos subproductos se encuentran una serie de aceites piroleñosos (e.g. ácido piroleñoso), gases no condensables (e.g. CH₄, CO₂) y alquitrán (BENITES et al., 2009; BRITO, 1990). La extracción de estos compuestos requiere la instalación de sencillos sistemas de recolección, lo cuales pocas veces son implementados en el país. Lamentablemente esto genera la pérdida irreversible de importantes ingresos económicos que elevarían el rendimiento de las carboneras brasileras, sin considerar que cuando son eliminados directamente constituyen importantes contaminantes para el ambiente (BRITO, 1009; SILVA et al., 2006).

Uno de los productos más interesantes obtenidos a partir de la elaboración de CV es el ácido piroleñoso. Este compuesto posee un interesante mercado en Japón donde es utilizado en el control de plagas, como desinfectante e incluso como aditivo en la industria alimenticia (GLASS, 2001). Diferentes estudios realizados en Brasil han demostrado el potencial del ácido piroleñoso en diferentes áreas de la producción agrícola (ver Tabla 1).

Desafortunadamente a pesar de la existencia de estos antecedentes, el ácido piroleñoso no es aprovechado debido a que no existe una política educativa que integre el conocimiento técnico con la actividad productiva de CV para producir un producto competitivo de alta calidad sin la presencia de residuos tóxicos. Debido a la importancia comercial que puede llegar a jugar la extracción de ácido piroleñoso a partir de la producción de CV y especialmente porque esta actividad es de importancia estratégica para otras áreas productivas del país, en este estudio se examina por primera vez el potencial de recolección de ácido piroleñoso en el Estado de Mato Grosso. Nuestros resultados podrían generar un impacto positivo en todo el ámbito social involucrado en la producción de CV, así como elevar el rendimiento comercial de esta actividad en todo país.

Tabla 1 - Resultados de diferentes estudios enfocados en la utilización del ácido piroleñoso en la producción agrícola de Brasil.

Cultivo	Resultado	Referencia
Arroz	Promotor del crecimiento, enraizamiento y turgencia de las plantas	Ichikawa y Ota (1982)
Caña de azúcar	Aumento de la productividad de entre 13-31 %	Uddin et al. (1995)
Melón	Promotor de la síntesis de sacarosa a partir de glucosa y fructosa	Du et al. (1997)
Limón clavo	Su aplicación no tiene interfiere en los mecanismos de asimilación de B, Fe y Zn foliar	Zanetti et al. (2004)
Eucalipto	En concentraciones de 0 a 2%, no contribuye a mejorar calidad de plántulas de híbridos	Silva et al. (2006)
Lechuga	Aumento de productividad (37 %) comparado a otros compuestos orgánicos	Mascarenhas et al. (2006a)
Quiabo	Aumento de calidad de frutos	Mascarenhas et al. (2006b)
Orquideas	Incremento y desarrollo de fase vegetativo y radicular	Schnitzer et al. (2010)

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de estudio

El estudio fue realizado durante un año (2009) en el área comprendida al norte del Estado de Mato Grosso cercano a la ciudad de Sinop, región Centro-Oeste de Brasil (Figura 1). En esta región existe una intensa actividad de tala forestal concentrada en el borde de la región amazónica, la cual genera residuos madereros que son aprovechados por tres carboneras de Sinop. Por ello, la información utilizada en este estudio fue obtenida desde estas tres empresas que representan el 100% de la actividad productiva de carbón de la región.

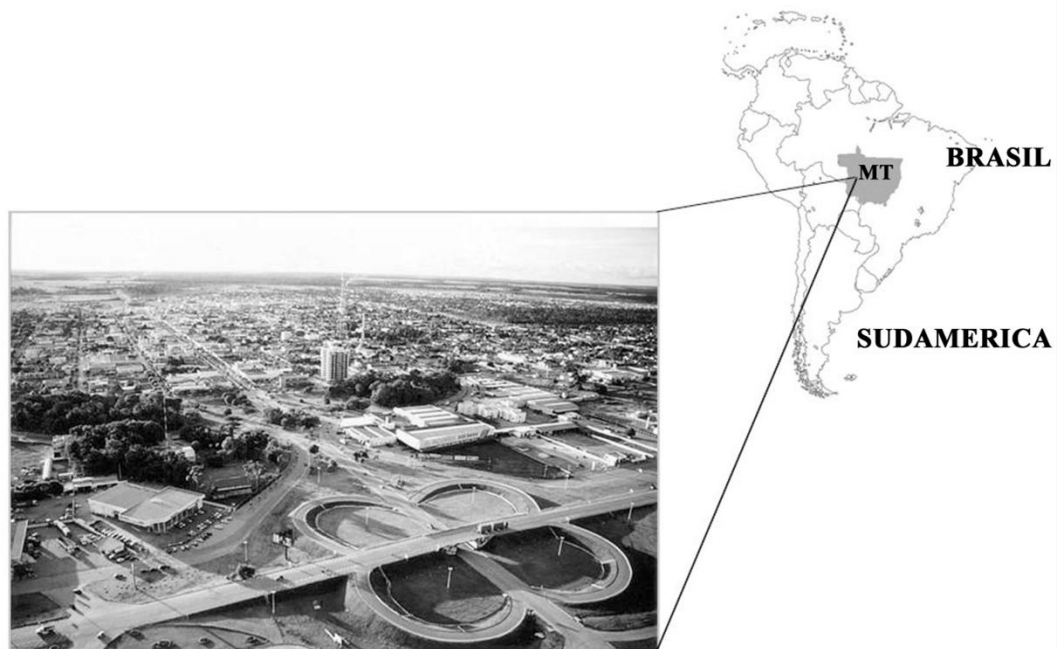


Figura 1 - Área de estudio donde se ubican las empresas carboneras en la ciudad de Sinop, Estado de Mato Grosso, Centro-Oeste de Brasil.

2.2. Colección de información

En algunas regiones del sur y sudeste de Brasil la actividad forestal ha generado el agotamiento de los recursos naturales (SOUZA-SILVA e ZANETTI, 2007; BOTREL et al. 2007) causando una serie de perjuicios a la economía local y estatal. En Sinop se ha observado un relación positiva entre la actividad extractiva de la madera y la utilización de los residuos provenientes de esta actividad (SANTOS obs. pers.). Durante el periodo de estudio fue obtenida información del 20% de un total de 150 hornos que forman parte de las tres industrias carboneras antes mencionadas. Los hornos encuestados fueron azarosamente elegidos, basados en semejanzas estructurales y de proceso. Cada horno analizado estuvo hecho con ladrillos, agua y barro, con una forma similar a la de una colmena: una entrada para la madera y una chimenea de salida por donde se colectaron los residuos de la manufacturación del carbón (Figura 2).

Para obtener información sobre el potencial de colecta del ácido piroleñoso de cada horno se utilizaron tres criterios principales (i) datos obtenidos de carboneras que producen a partir de residuos de madera, (ii) datos obtenidos directamente del proceso productivo, e (iii) información recopilada de literatura.

3. RESULTADOS

La forma y estructura de los hornos analizados fue similar, con una capacidad promedio de 10 m³ de leña (app.) cada uno. El rendimiento de cada horno no pudo ser precisado porque ninguna empresa de la zona lleva un control estadístico de la madera usada y el carbón producido por cada fogón. La técnica para colecta del ácido piroleñoso consistió en captar por medio de largos tubos de condensación (8 m app.), los gases que emanaron de los hornos (ver Figura 2). La cantidad recolectada fue altamente variable, dependiendo de factores como i) experiencia del operario, ii) longitud y ángulo del tubo recolector, y iii) época del año.

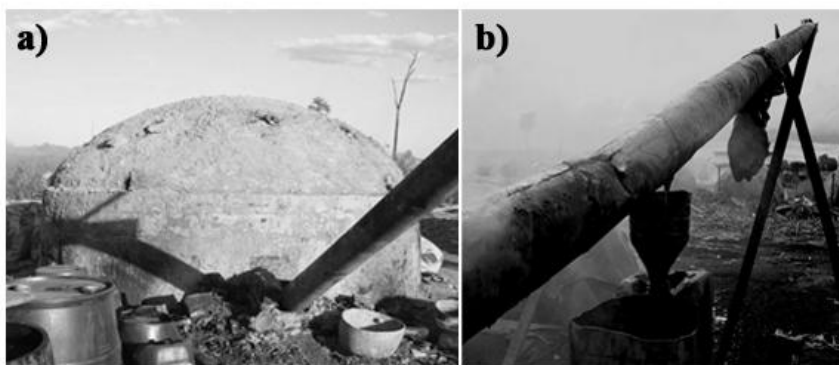


Figura 2 - Imagen de un horno típico (a) utilizado en la producción de carbón vegetal. Los compuestos producidos durante la combustión de la madera son condensados en un tubo colector que es visualizado en detalle en la imagen de la derecha (b).

Tabla 2 - Subproductos generados el año 2009 en las principales carboneras de Sinop. Los datos corresponden a la fabricación de carbón vegetal a partir de 46 800 m³ de residuos de maderas.

Material	Origen	Destino	Cantidad
Polvo de carbón	Carbonera	Agricultura	2 340 m ³
Alquitrán	Carbonera	Agricultura	187 200 L
Acido piroleñoso	Carbonera	Agricultura	280 800 L

En Mato Grosso el carbón vegetal producido en las empresas estudiadas fue hecho a partir de los residuos de la industria forestal. Las tres empresas evaluadas durante este estudio mostraron un consumo de 46 800 m³ de residuos con un potencial de recolección de ácido piroleñoso de 280 800 l (ver Tabla 2). En los hornos estudiados, la producción media de carbón vegetal fue de 5.2 m³ con 100 l de ácido piroleñoso derivado del proceso.

4. DISCUSIÓN

El proceso de producción de carbón sigue siendo completamente artesanal en Brasil y muchas veces los criterios de decisión pasan por la experiencia que cada operador posee (BENITES et al. 2009). Durante las observaciones realizadas en las diferentes carboneras, se pudo constatar cuales son estos criterios. Por ejemplo cuando el humo fue blanco o levemente oscuro el horno estuvo encendido. Este fue el momento en el que la abertura media llamada "baiana" fue cerrada por el operador, lo que produjo la salida del humo por una hilera inferior de orificios que fueron cerrados en cuanto la humareda se tornó azul. Esto fue realizado hasta que la carbonización llegó a la región inferior al nivel del orificio llamado "tatu" (= armadillo) u orificio inferior. Este fue el momento en el que el horno fue aislado completamente para que nada de aire ingresara. Después de ello, cada horno fue aislado por 4 días hasta que se completó el proceso de carbonización de la leña.

Cada región de Brasil tiene sus propias materias primas para producir carbón vegetal. Por ejemplo, en Rio de Janeiro Andrade et al. (2004) efectuaron un análisis químico del proceso y otros derivados de la producción del carbón vegetal (e.g. ácido piroleñoso, gases no condensables, entre otros), generados a partir de la cáscara de la variedad de palmera coco-da-baía concluyendo que esta materia prima es excelente para la producción de carbón vegetal de alta calidad. En nuestro estudio, la materia prima utilizada en las carboneras proviene principalmente de residuos de maderas nativas que son cambará, itaúba, garapeira, entre otras, logrando un rendimiento de ácido piroleñoso bastante interesante.

La técnica para colecta del ácido piroleñoso fue sugerida por Glass (2001), quién recomendó una inclinación para los tubos de colecta de 30° y una temperatura de recolección de entre 82° a 150° C. De acuerdo con este mismo autor, fuera de estos parámetros la recolección no tiene buenos resultados. Las observaciones realizadas en las carboneras demuestran que los operadores no siguen estas recomendaciones lo cual probablemente genera impacto negativo sobre la cantidad de ácido piroleñoso y otros productos recolectados durante el proceso. Las encuestas realizadas a los operadores indican que ellos están más concentrados en producir cantidad que calidad.

La tecnología empleada en la carbonización es altamente variable. Una comparación realizada por Guimarães Neto et al. (2007) demostró que los hornos tipo container industrial son más rentables para la producción de carbón vegetal que los de forma rectangular. Los hornos utilizados en Sinop se alejan del modelo propuesto por este autor. La eficiencia de los hornos usados en Sinop requiere ser revisada para mejorar los rendimientos de las empresas carboneras de la región. Lamentablemente no existen datos disponibles en literatura que permitan comparar el rendimiento bajo diferentes condiciones.

Este estudio confirma el potencial de recolección de subproductos derivados de la producción de carbón vegetal que existe en la región de Mato Grosso. Las tres carboneras estudiadas mostraron un excelente perfil para la realización de otros estudios enfocados al

mejoramiento de la técnica y del protocolo de producción de derivados. Sin embargo es necesario que exista una política gubernamental enfocada a mejorar las condiciones de trabajo actual, incorporando la tecnología y capacitación de los sectores sociales involucrados. La obtención de ácido piroleñoso cobra aún mayor importancia debido a la necesidad que existe en Brasil de contar con productos agroindustriales alternativos y de origen orgánico para disminuir el impacto de plagas en los cultivos de lechuga, melón, eucalipto y arroz. Los múltiples usos del ácido piroleñoso son resumidos en la Tabla 2.

5. CONCLUSIÓN

La falta de un protocolo de trabajo durante el proceso de producción de ácido piroleñoso, es una debilidad que impide mejorar o elevar los rendimientos de las carboneras de la región. Se sugiere la realización de un estudio enfocado a la optimización del proceso de obtención de subproductos derivados de la producción de carbón vegetal. Los resultados de este estudio demuestran el potencial que posee el ácido piroleñoso en la región de Mato Grosso, potencial que debe ser considerado como una actividad paralela a la producción de carbón vegetal especialmente debido a la falta de desarrollo de la región y las consecuencias positivas que conllevará en el futuro el desarrollo de esta actividad.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al Sr Alvaro Elias dos Santos por su apoyo incondicional durante la realización de este estudio. Asimismo los autores dan su más sincero agradecimiento al Sr. Patricio Hernández por su revisión de la versión en español del documento. Este estudio formó parte del proyecto para optar al grado académico de Master en Administración de Organizaciones de MES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANDRADE, A. M.; ASSIS PASSOS, P. R.; MARQUES, L. G. C.; OLIVEIRA, L. B.; VIDAURRE, G. B.; SÁ ROCHA, J. D. 2004. **Pirólise de resíduos do coco-da-baía (Cocos nucifera Linn) e análise do carvão vegetal**. R. Árvore, 28 (5): 707-714.

BENITES, V. M. ; TEIXEIRA, W. G.; PIMENTA, A. S.; RESENDE, M. E. 2009. **Utilização de Carvão e Subprodutos da Carbonização Vegetal na Agricultura: Aprendendo com as Terras Pretas de Índio**. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W.. (Org.). As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus.

BOTREL, M. C. G.; TRUGILHO, P. F.; ROSADO, S. C. S.; SILVA, R. M. 2007. **Melhoramento genético das propriedades do carvão vegetal de Eucalyptus**. R. Árvore, 31 (3): 391-398.

BRITO, J. O. 1990. **Carvão vegetal no Brasil: Gestões econômicas e ambientais**. Estudos Avançados, 4 (9): 221-227.

CALAIS, D. **Florestas energéticas no Brasil: Demanda e disponibilidade, 2009**. Associação Mineira de Silvicultura – AMS. Disponível em: <<http://www.silvimiras.com.br/arquivo/publicacoes.aspx?ano=23>>. Acesso em: 18 mar. 2010.

COELHO, J. C. 1982. **Biomassa, biocombustíveis, bioenergia**. Ministério das Minas e Energia, Brasília.

DU, H. G.; OGAWA, M.; ANDO, S.; TSUZUKI, E.; MURAYAMA, S. 1997. **Effect of mixture of charcoal with pyroligneous acid on sucrose content in netted melon (Cucumis melo L. var. reticulatus Naud.) fruit**. Japanese Journal of Crop Science, 66 (3): 369 -373.

FERREIRA, O. C. 2000. **Emissões de gases de efeito estufa na produção e no uso do carvão vegetal**. Economia & Energia, 20.

GLASS, V. **Onde a fumaça há lucro, 2001**. Revista Globo Rural. Disponível em: <www.globorural.globo.com/edic/188/rep_tecnologiaa>. Acesso em: 04 mar. 2010.

GUIMARÃES NETO, R. M.; PIMENTA, A. S.; SILVA, M. L.; SOARES, N. S.; VITAL, B. R.; CASTRO SILVA, J. 2007. **Avaliação econômica e financeira de projetos de fornos dos tipos container industrial e retangular de 40 estéreos**. R. Árvore, 31 (4): 709-715.

ICHIKAWA, T.; OTA, Y. 1982. **Effect of pyroligneous acid on the growth of rice seedlings**. Japanese Journal of Crop Science, 51 (1): 14-17.

MASCARENHAS, M. H. T.; LARA, J. F. R.; PURCINO, H. M. A.; SIMÕES, J. C.; MOREIRA, D. C.; FACION, C. E. 2006a. **Efeito da utilização do extrato pirolenhoso na produtividade da alface**. Revista Brasileira de Horticultura, 24 (1): 3122-3125.

MASCARENHAS, M. H. T.; LARA, J. F. R.; PURCINO, H. M. A.; SIMÕES, J. C.; MOREIRA, D. C.; FACION, C. E. 2006b. **Efeito da utilização do extrato pirolenhoso na produtividade do quiabeiro**. Revista Brasileira de Horticultura, 24 (1): 3126-3128.

ROCHA, J. D. 1993. **Potencial dos sub-produtos da obtenção de coques para a siderurgia**. Dissertação, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SCHNITZER, J. A.; FARIA, R. T.; VENTURA, M. U.; SORACE, M. 2010. **Substratos e extrato pirolenhoso no cultivo de orquídeas brasileiras cattleya intermédia (John Lindley) e Miltonia clowesii (John Lindley)**. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, 32 (1): 139-143.

SILVA, A. S.; ZANETTI, R.; CARVALHO, G. A.; MENDONÇA, L. A. 2006. **Qualidade de mudas de eucaliptos tratadas com extrato pirolenhoso**. Revista Cerne, 12 (1): 19-26.

SOUZA-SILVA, A.; ZANETTI, R. 2007. **FORAGEAMENTO por Atta sexdens rubropilosa forel, 1908 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) a campo em mudas de eucalipto pulverizadas ou imersas em soluções de extrato pirolenhoso**. R. Árvore, 31 (4): 753-759.

UDDIN, S. M. M.; MURAYAMA, S.; ISHIMINE, Y.; TSUZUKI, E.; HARADA, J. 1995. **Studies on sugarcane cultivation: II. Effects of the mixture of charcoal with pyroligneous acid on dry matter production and root growth of summer planted sugarcane (Saccharum officinarum L.)**. Japanese Journal of Crop Science, 64 (4): 747-753.

ZANETTI, M.; CAZETTA, J. O.; MATTOS JÚNIOR, D.; CARVALHO, S. 2004. **A influência do extrato pirolenhoso na calda de pulverização sobre o teor foliar de nutrientes em Limoeiro 'Cravo'**. Revista Brasileira de Fruticultura, 26 (3): 529-533, 2004.