

# Producción y uso del carbón vegetal en África

P. Girard

*Con la creciente urbanización, las poblaciones africanas están obligadas a dejar de usar la leña para uso doméstico y utilizar el carbón vegetal para cocinar y calefaccionar sus casas.*

**U**rbanización y desarrollo económico están haciendo cambiar los hábitos de consumo y elevando los ingresos familiares en los países en desarrollo, con los consiguientes cambios importantes en el sector de la energía doméstica. La sustitución progresiva de la leña por el carbón vegetal, especialmente en África, ha suscitado la inquietud de ecologistas y responsables del desarrollo y la ordenación de los bosques. En este artículo se trata de la tendencia al mayor uso de carbón vegetal en África, de los problemas de este recurso, y de algunas condiciones para el desarrollo sostenible de este sector.

## DE LA LEÑA AL CARBÓN VEGETAL

En general, el consumo de energía en las zonas rurales de África es todavía bajo y se limita casi exclusivamente a la leña. Sin embargo, el consumo de energía y el tipo de combustible utilizado en los hogares va cambiando al compás del desarrollo del país. Según una encuesta realizada para el Programa de asistencia para la administración del sector de la energía del Banco Mundial en 45 ciudades de 12 países entre 1984 y 1993 (Waddams Price, 2000), el menor uso de leña y el ascenso de los productos del petróleo tienen una clara correlación con la elevación de los ingresos, así como las nuevas políticas y los programas establecidos por los gobiernos.

Sobre el consumo de energía y los tipos de combustible influyen también las fuertes corrientes migratorias y el alto crecimiento de las poblaciones urbanas. Aunque los migrantes a las ciudades mantengan sus hábitos y tradiciones rurales durante varias generaciones, las presiones de la vida urbana (modernización de la vivienda, falta de tiempo, etc.) hacen que muchas poblaciones abandonen rápidamente la leña en favor de otros combustibles como gas natural o queroseno. Las mujeres urbanas en las encuestas sobre energía doméstica en Etiopía, Chad,

Madagascar, Malí, Níger y Senegal no querían cocinar con leña, que les parecía difícil de encender, aparatosa, peligrosa para los niños, además de producir humo y suciedad (Madon, 2000). En el carbón vegetal no se ven la mayoría de estos efectos negativos, y es más barato que el gas y el queroseno, que son todavía demasiado caros para muchos (Foster, 2000). Un estudio realizado en Dar es Salaam, República Unida de Tanzania, por ejemplo, mostraba claramente que el carbón vegetal usado en estufas eficientes era el combustible más barato por unidad de energía (Foster, 2000), por lo que a menudo se usa antes de la adopción de otros combustibles modernos más caros.

Un ejemplo de la sustitución de la leña por el carbón vegetal se encuentra en el caso de Bamako, Malí, donde en 1990 más del 85 por ciento de las familias utilizaban leña como combustible doméstico diario. Ahora la usan menos del 50 por ciento, y en 1997 el carbón vegetal (reservado antes a usos especiales como preparación del té y barbacoas) sustituyó a la leña como principal combustible en dicha ciudad (véase la figura). El bajo nivel de ingresos de las familias es probablemente el único factor que se opone a la adopción de combustibles fósiles, gas y petróleo.

Lo más notable es el uso creciente del carbón vegetal en poblaciones de tamaño medio, y a veces incluso en zonas rurales. Por ejemplo, una encuesta reciente del consumo en los hogares en todas las poblaciones de la región norte de Mahajanga, Madagascar, reveló que el carbón vegetal era el principal combustible utilizado (CIRAD, 1999). Las cifras indican una tendencia creciente del consumo del carbón si se comparan con una encuesta de 1992 realizada para el Banco Mundial por la Dependencia de Planificación de la Energía Doméstica del Ministerio de Energía y Minas (CIRAD, 1992).

Con la urbanización, el sector del carbón vegetal ha adquirido un considerable

*Philippe Girard* es jefe de la Dependencia de Energía de la Biomasa, Departamento de Silvicultura, Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD-Forêt), Montpellier, Francia.

peso económico. El trabajo realizado en el marco del Programa de asistencia para la administración del sector de la energía en Níger y Malí desde los últimos años ochenta ha mostrado que este sector poco estructurado alcanza un volumen de negocios anual de varios millones de dólares en algunos países africanos. En cuanto al empleo, si no en términos financieros, su importancia es comparable a la de los cultivos comerciales (Matly, 2000).

### PRESIÓN SOBRE LOS BOSQUES Y LOS RECURSOS ARBÓREOS

El uso de combustibles leñosos ha ido creciendo en el mundo paralelamente al crecimiento de la población, de manera que el crecimiento anual de la demanda está entre el 3 y el 4 por ciento según los países (Amous, 2000). Durante los últimos veinte años, una mejor comprensión de los sistemas de dendroenergía ha permitido reconocer que las fuentes de suministro son más diversas de lo que se suponía e incluyen no sólo zonas forestales sino también árboles fuera de los bosques. Han resultado pues infundadas las predicciones alarmistas de los años setenta sobre una «crisis de la leña» en la que la oferta sería incapaz de responder a la demanda.

No obstante, en los lugares en que el alto consumo de leña y carbón vegetal y la debilidad de las fuentes de suministro ejercen una fuerte presión sobre los recursos arbóreos (por la elevada densidad de población, los bajos ingresos o las rigurosas condiciones climáticas), son todavía muy preocupantes los problemas de deforestación y agotamiento de la vegetación.

### ¿DEBEMOS PREOCUPARNOS POR EL CARBÓN VEGETAL?

El paso de la leña al carbón vegetal, aunque dure sólo unos decenios, podría tener importantes consecuencias ecológicas si no se controla. Como las estufas de carbón vegetal son más eficientes que las de leña, la relación proporcional entre energía primaria y energía utilizable es casi la misma que con la leña. De ahí que con la supervisión, la gestión y el apoyo debidos, el cambio no tenga por qué alterar los niveles actuales de uso de los recursos.

Un fuerte motivo de inquietud es que el carbón vegetal, a diferencia de la leña, se produce casi siempre a partir de los recursos forestales. El uso de la biomasa forestal para hacer carbón podría constituir una amenaza para el futuro de los recursos en

una perspectiva local, en especial en ciertas situaciones de fuerte demanda (por ejemplo, en la periferia de grandes zonas urbanas con escasos recursos) y falta de prácticas y normas adecuadas de ordenación forestal.

Con prácticas adecuadas de gestión, supervisión y control forestales, el crecimiento del uso de carbón vegetal no repercute gravemente sobre las zonas forestales que suministran a los centros de consumo. Los trabajos realizados en Níger y Malí indican que el control de los recursos por las personas que viven en las zonas de producción de carbón puede facilitar una gestión adecuada de los recursos y mejorar al mismo tiempo los ingresos de los habitantes locales (CIRAD, documentos inéditos, 2001).

Pese a algunos ejemplos afortunados como estos, muchos gobiernos africanos, preocupados por la amenaza potencial del carbón vegetal para los recursos forestales, han emprendido programas en los últimos veinte años para promover la sustitución del carbón vegetal por otros combustibles (en particular gas y queroseno) mediante subsidios y suministro de equipo a los hogares. Pese a una buena distribución de equipo (en Dakar, Senegal, más del 60 por ciento de las familias fueron equipadas para utilizar gas), estos programas no han tenido éxito, en parte porque las ciudades africanas no siempre adoptan fácilmente hábitos urbanos (Matly, 2000).

Sin embargo, los programas de sustitución han tenido también el efecto negativo de crear desempleo en las zonas forestales cuando se ha desincentivado la producción de carbón vegetal. La falta de empleo ha dado lugar a una mayor migración hacia zonas urbanas y periurbanas y ha acentuado la demanda de leña y todavía más de carbón vegetal,

las principales fuentes de energía accesibles para los pobres.

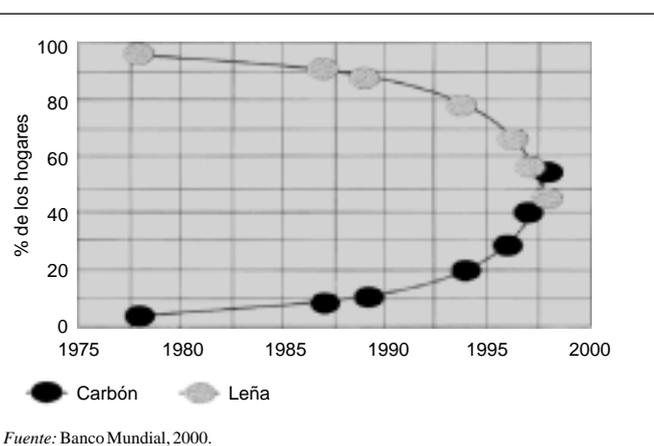
La prohibición de producir y comercializar carbón vegetal, decidida algunas veces (por ejemplo, en Mauritania y Kenya), ha resultado contraproducente: con ello no se reduce de hecho la producción, sino que simplemente se la empuja a la clandestinidad, lo que impide un control adecuado de los procedimientos de producción (FAO, 1993).

La producción sostenible y el uso de carbón vegetal mediante la gestión y la planificación adecuadas de las fuentes de suministro, junto con infraestructuras comerciales racionales y un uso eficiente, pueden tener también un notable efecto positivo al ayudar a conservar los recursos, reducir la migración desde zonas rurales o forestales y elevar los ingresos de la población. Las intervenciones para aportar soluciones a largo plazo no son fáciles de realizar, especialmente en países tropicales pobres que carecen de los necesarios recursos financieros, de capacidad institucional y de personal especializado.

### SOLUCIONES PARA EL USO SOSTENIBLE DEL CARBÓN VEGETAL

El carbón vegetal se hace tradicionalmente con especies que dan lugar a un producto denso y de combustión lenta. Estas especies son de crecimiento lento y son por lo tanto muy vulnerables a la explotación intensiva. Es pues necesario estimular la diversificación y el uso de especies de plantación o especies que produzcan un carbón menos denso. Aunque el carbón menos denso puede tener diferentes propiedades físicas, no hay diferencia desde el punto de vista energético, como se indica en el cuadro (pág. 32). Como el carbón vegetal se vende por volumen (pilas, sacos, etc.), un producto más pesado da a los consumido-

*Uso comparado de leña y carbón en Bamako, Malí*



### Características medias de carbones vegetales tradicionales de Togo en comparación con el carbón de eucalipto de plantación

Tipo de carbón vegetal	Materia volátil (%)	Ceniza (%)	Carbono fijo (%)	Valor calorífico máximo (kJ/kg)	Densidad (%)	Friabilidad (%)	Recuperación de humedad (%)
Sabana media	17,2	5,8	77,0	30 190	0,58	11,1	5,10
Bosque aclarado medio	23,5	5,1	71,4	29 320	0,49	19,1	6,37
<i>Anogeissus</i> spp.	19,0	9,6	71,4	28 570	0,65	11,7	4,18
<i>Eucalyptus torelliana</i>	19,0	3,8	77,2	30 600	0,36	13,3	–
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	15,7	3,1	81,2	32 480	0,44	18,1	–

Fuente: Girard, 1987.

res la impresión de comprar más. Aunque el carbón denso contiene efectivamente más energía por volumen, no es así por peso.

Cuando se promueve el uso de especies alternativas para la fabricación de carbón vegetal, es preciso reevaluar los procesos de la cadena de producción y utilización. Una adaptación necesaria es el diseño de estufas eficientes, ya que la mayoría de las utilizadas actualmente no son realmente aptas para carbón vegetal de especies ligeras, que arden demasiado rápidamente y con fuerte llama para las necesidades de los consumidores.

Cuando se empieza a usar el carbón vegetal para la cocina en un país determinado, la pronta introducción de procedimientos que estimulen el uso de carbón ligero (venta por peso, precios basados en calidad, control de especies utilizadas, etc.)

podría limitar la explotación excesiva y favorecer la producción con especies de plantación, con beneficio considerable para el medio ambiente y los consumidores. La formación profesional y medidas de supervisión podrían contribuir también a reducir la actual presión sobre las especies que producen un carbón denso.

#### LA ESTIMACIÓN DE LAS NECESIDADES

En los países industrializados, la subida de los precios de la madera hace que se estén desarrollando gran número de soluciones técnicas mejores y más racionales para que el proceso de carbonización observe las normas medioambientales y energéticas y para mejorar los rendimientos. El objetivo es producir más carbón vegetal utilizando menos madera.

Hay muchas soluciones: retortas de carga por lotes en las que la madera se carboniza mediante una fuente externa de calor; hornos metálicos equipados con incineradores de vapor; y retortas continuas de tipo Lambiotte en las que la madera se introduce en lo alto del horno y el carbón se extrae por debajo, quemándose los vapores para producir el calor necesario para el proceso. Todos estos procedimientos requieren grandes inversiones que en general no pueden permitirse los pequeños fabricantes de carbón vegetal en los países tropicales.

Bien aplicadas, la mayoría de las técnicas tradicionales o mejoradas de producción de carbón vegetal dan buenos rendimientos, con una inversión de capital relativamente baja. Sin embargo, requieren mucho trabajo.

Muchos proyectos carboneros no han alcanzado los resultados esperados por haber considerado sólo los aspectos energéticos del proceso técnico y haber ignorado los aspectos sociales y económicos. Pero en el sector podrían realizarse economías considerables, como se indica en el recuadro.

Muchas serrerías producen gran cantidad de desechos que a menudo simplemente se queman para eliminarlos o se carbonizan muy ligeramente. Procedimientos semiindustriales de fabricación de carbón con incineración de gases de pirólisis y recuperación de calor podrían ser una manera satisfactoria de optimizar los subproductos de las serrerías, ya que éstas tienen los recursos técnicos y humanos necesarios (FAO, 1985). Hay algunos ejemplos de este tipo en la zona tropical húmeda (Côte d'Ivoire, Brasil).

La selección de la tecnología debe basarse siempre en un análisis del contexto socioeconómico. Nunca debe aplicarse una fórmula fija, aunque haya tenido excelentes resultados en otro contexto.

Aunque pueda preverse un descenso del consumo mundial de carbón vegetal en el



Montículo tradicional de carbón vegetal en África occidental (Guinea)



*Un horno metálico semipermanente de bajo costo denominado «Subri-fosse», para carbonizar los residuos del aserrado de madera, Madagascar*

*Los hornos metálicos equipados con incineradores de vapor (en Francia) contribuyen a reducir la presión ambiental al aumentar el rendimiento del carbón vegetal, pero pocas veces son asequibles económicamente en los países en desarrollo*



futuro, es posible que localmente o en ciertos países (en desarrollo y desarrollados) el consumo aumente todavía a consecuencia de las oportunidades del nuevo mercado industrial de «energía verde». Los servicios forestales y los organismos del sector de la energía deben prestar pues especial atención al carbón vegetal y a su producción y uso sostenibles. Acciones positivas podrían ser, entre otras:

- establecer programas de gestión forestal para evitar la deforestación y la sobreexplotación de especies aptas para la producción de carbón;
- profesionalizar el sector, de manera que los carboneros se dediquen a producir carbón como actividad principal y se disuada la actuación de los no profesionales, mediante políticas y programas de formación oportunos;
- dar a los carboneros la posibilidad de elegir entre varios métodos técnicos adecuados, más bien que una «mejor» solución técnica única;
- promover la utilización como materia prima de residuos y madera de plantaciones, mediante control de precios y políticas adecuadas.

Si se considera la fabricación de carbón vegetal como fuente de ingresos complementaria o como trabajo de mujeres, las inversiones en formación serán probablemente menores, y se preferirán métodos con menos densidad de mano de obra

—que son también los menos productivos—, lo que limitará las posibilidades de mejoramiento. La educación y la formación de técnicos forestales, extensionistas y carboneros, y la adopción de tecnologías de fabricación más sostenibles, pueden ser factores determinantes para mejorar las condiciones de trabajo en el sector, así como las repercusiones ambientales y la efectividad de la energía.

### Algunas cifras sobre cuestiones económicas y ambientales

Los rendimientos de masa de un horno Casamance y de un horno de pila tradicional bien manejado son del 25 por ciento. Es decir, una tonelada de madera dará 250 kg de carbón vegetal. Con técnicas peores, no obstante, a menudo los rendimientos no pasan del 15 o el 20 por ciento, o sea unos 150 a 200 kg por una tonelada de madera. Muchos carboneros, por ejemplo, utilizan madera verde, y la energía necesaria para secarla procede de parte de la carga, lo que reduce los rendimientos al 15 por ciento.

El contenido de carbono de la madera y del carbón vegetal es 50 y 90 por ciento respectivamente, lo que da los siguientes equivalentes de carbono:

- 1 000 kg de madera → 500 kg de carbono;
- 250 kg de carbón vegetal → 225 kg de carbono;

- 150 kg de carbón vegetal → 135 kg de carbono.

Cuando se carboniza una tonelada de madera, se liberan en la atmósfera 365 kg con una técnica deficiente y 275 kg con métodos mejorados. La técnica mejorada impide pues la emisión de 90 kg de carbono, o 1,1 toneladas de CO<sub>2</sub> por tonelada de carbón vegetal consumido.

Para la ciudad de Abidjan, Côte d'Ivoire, que consume unas 300 000 toneladas de carbón vegetal al año, las economías anuales ascienden a:

- 330 000 toneladas de emisión de CO<sub>2</sub> evitadas;
- 800 000 toneladas de madera no consumida gracias al aumento del rendimiento.

El carbón vegetal es uno de los combustibles de uso doméstico que hay que considerar en todo programa de racionalización de los recursos energéticos en los países tropicales. En lugar de verlo como el enemigo público del silvicultor, los planificadores deben comprender los problemas y aplicar soluciones idóneas para el uso óptimo del carbón vegetal. ♦



## Bibliografía

**Amous, S.** 2000. *Review of wood energy reports from ACP African countries*. EC-FAO Partnership Programme working document. Roma.

**Banco Mundial.** 2000. ESMAP Household Energy Strategy.

**CIRAD.** 1992. *Approvisionnement en combustible ligneux d'Antananarivo et Mahajanga*. Informe del proyecto, Ministerio de Energía y Minas/UPED, Madagascar.

**CIRAD.** 1999. *Programme pilote intégré d'approvisionnement durable en bois énergie de la région de Mahajanga*. Informe del proyecto, Programa Piloto Integrado de Mahajanga (PPIM).

**FAO.** 1985. *Industrial charcoal making*. FAO Forestry Paper No. 63. Roma.

**FAO.** 1993. *A decade of wood energy activities within the Nairobi Programme of Action*. FAO Forestry Paper No. 108. Roma.

**Foster, V.** 2000. Measuring the impact of energy reform – practical option. En *Energy services for the world's poor*. Energy and Development Report 2000, p. 34-42. Washington, DC, Estados Unidos, Banco Mundial.

**Girard, P.** 1987. *Compte rendu de mission d'appui en carbonisation au volet reboisements industriels*. Tsevié, Togo, Oficina Nacional de Togo para el Desarrollo y la Explotación de los Recursos Forestales.

**Madon, G.** 2000. *An assessment of tropical dry-land forest management in Africa: what are its lessons*. Presented at the World Bank seminar Communication for Village Power 2000, Empowering People and Transforming Markets, Washington, DC, 4-8 de diciembre de 2000.

**Matly, M.** 2000. La mort annoncée du bois énergie à usage domestique. *Bois et Forêts des Tropiques*, 266(4): 43-55.

**Waddams Price, C.** 2000. Better energy services, better energy sectors and links with the poor. En *Energy services for the world's poor*. Energy and Development Report 2000, p. 26-32. Washington, DC, Banco Mundial. ♦

## Nuevas tecnologías de producción de carbón vegetal

H.E. Stassen

El carbón vegetal se ha producido y utilizado como combustible para cocer y asar desde la Edad de Piedra, y para producir instrumentos metálicos desde la Edad de Bronce. En los países en desarrollo se utiliza todavía ampliamente en hogares urbanos y rurales para cocer y asar, ya que produce poco humo y tiene un alto valor calorífico. En los países desarrollados está aumentando su demanda como combustible para barbacoas. Grandes cantidades de carbón vegetal se utilizan en la producción de cobre y cinc, así como en la producción de metales preciosos.

Al calentar la madera en ausencia de aire se produce carbón vegetal, junto con alquitranes volátiles y una mezcla de gases. Las cantidades relativas de estos tipos de productos dependen del equipo utilizado y de las características de la madera original. El contenido de humedad es un parámetro especialmente importante. La madera seca produce más carbón vegetal que la húmeda.

En las aplicaciones domésticas o las barbacoas es importante el contenido remanente de alquitrán (o volátil) del carbón vegetal. A mayor contenido de carbono fijo, menor contenido de alquitrán y menos humo durante la combustión. Para las aplicaciones metalúrgicas también son importantes el contenido de ceniza y el tamaño y la resistencia a la compresión del carbón.

### Producción tradicional de carbón vegetal

Hasta principios del siglo XX la práctica totalidad del carbón vegetal se producía con métodos tradicionales. Se colocaba la leña en pozos excavados en la tierra, se le prendía fuego y se cubría con tierra. La combustión de parte de la madera producía bastante calor para carbonizar el resto. Otro método era cubrir con tierra y hierba montones de leña y prenderle fuego a través de aperturas en la cubierta de tierra (hornos de tierra). Las aperturas podían cerrarse y abrirse convenientemente, y podían practicarse otras para controlar la entrada de aire. Este método permitía controlar la combustión y la carbonización algo mejor que el del pozo. Ambas técnicas se siguen practicando en muchos países en desarrollo, sobre todo porque son baratas. No obstante, sus rendimientos son muy bajos (normalmente 1 kg de carbón vegetal a partir de 8 a 12 kg por lo menos de leña), la calidad no es uniforme (porque es difícil mantener una carbonización uniforme) y contaminan el medio ambiente al emitir alquitranes y gases venenosos.

### Métodos tradicionales mejorados

En los años setenta y ochenta del pasado siglo se consiguió mejorar la producción tradicional de carbón vegetal equipando los hornos de tierra con chimeneas hechas con bidones de petróleo (hornos Casamance) y construyendo pequeños hornos de acero o ladrillo.

**Hubert E. Stassen** es un consultor de Stassen Consultants, Enschede, Países Bajos.



P. GIRARD

**Producción tradicional de carbón vegetal mejorada: horno de ladrillo de tipo brasileño en Cuba**



M.A. TROSSERO

**Producción mejorada de carbón vegetal utilizando un horno metálico en el Senegal**

**La producción industrializada moderna de carbón vegetal en los Países Bajos cumple normas muy estrictas de emisión de contaminantes**



M.A. TROSSERO

Todos estos métodos se basan en la combustión parcial de la carga de leña para producir el calor necesario para la carbonización; por consiguiente el rendimiento depende en gran medida del contenido de humedad de la madera. Con una buena práctica, son posibles rendimientos de 1 kg de carbón a partir de 4 a 5 kg de leña secada al aire. Más corrientes son rendimientos de 1 kg de carbón por 6 a 8 kg de leña. La ventaja de procedimientos que utilizan una cobertura sólida (metal, ladrillo u hormigón) es su cierre hermético, que minimiza el efecto de una mala supervisión y da resultados más uniformes. Los hornos de acero y ladrillo requieren menos trabajo que los montones recubiertos de tierra, incluso mejorados, pero pueden ser menos accesibles para los carboneros tradicionales por su elevado costo. Convendría promover métodos tradicionales mejorados en pequeña escala.

#### **Tecnologías de producción industrial**

La demanda industrial de carbón vegetal en el siglo XX suscitó nuevas tecnologías en mayor escala para mejorar el rendimiento y la calidad. Se concibieron diferentes tipos de hornos de ladrillo o metal de funcionamiento intermitente o retortas de funcionamiento continuo, que elevaron considerablemente el rendimiento (1 kg de carbón por 5 a 7 kg de leña) y produjeron un carbón mucho más uniforme con un mayor contenido de carbono fijo.

Muchas fábricas de este tipo funcionan todavía hoy en Europa y las Américas, pero la contaminación plantea un problema persistente. Las fábricas de carbón vegetal emiten grandes cantidades de humo, hollín y partículas de alquitrán, así como mal olor, y se consideran una amenaza para la salud.

#### **Nuevos sistemas de alto rendimiento y bajas emisiones**

La tendencia actual en la producción de carbón vegetal aspira a mejorar los efectos medioambientales manteniendo o elevando al mismo tiempo el rendimiento y la calidad del producto. Recipientes de acero o retortas se llenan con leña presecada y se colocan en un horno de carbonización de ladrillo calentado a 900 °C. Los alquitranes y gases producidos al calentarse la madera se conducen a una cámara de combustión separada a alta temperatura. El gas de combustión que sale de esa cámara se utiliza para calentar el horno de carbonización, y el calor restante del horno se utiliza para el presecado de la leña. El excelente aprovechamiento del calor de este tipo de equipo permite producir 1 kg de carbón vegetal por 3 ó 4 kg de leña.

La altísima temperatura de la cámara de combustión hace que se quemem por completo todas las partículas, alquitranes y gases. En los Países Bajos, se ha certificado que este tipo de equipo cumple con los requisitos estrictos de emisión para las instalaciones de combustión. Las emisiones de alquitranes, monóxido de carbono y peróxido de nitrógeno, así como los componentes olorosos, están muy por debajo de los límites legales.

Las nuevas fábricas de carbón vegetal de alto rendimiento y bajas emisiones requieren mayores costos de inversión que los viejos hornos o retortas de ladrillo o acero, pero en muchos casos esto se compensa sobradamente con el mayor rendimiento y el mejoramiento en las emisiones viene a ser una prima gratuita. Por ello esta tecnología relativamente nueva se ha extendido en los dos últimos años no sólo en los países de la Unión Europea cuidadosos del medio ambiente (Francia, Países Bajos), sino también en Europa oriental (Estonia) y en regiones en desarrollo (China, Ghana, Sudáfrica). En Singapur está en construcción una fábrica de carbón vegetal a partir de maderas viejas.