



## **Diagnóstico de la cadena productiva de carbón vegetal en la provincia Pinar del Río**

### **Diagnosis of the productive chain of charcoal in the province Pinar del Río**

**Damaris C. Rivas Castillo<sup>1</sup>, María Antonia Guyat Dupuy<sup>2</sup>, Nicolás Sánchez Ramírez<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Estudiante Ingeniería Forestal. Quinto año. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Cuba. Correo electrónico: damaris.rivas@upr.edu.cu

**Recibido:** 12 de abril de 2017.

**Aprobado:** 14 de octubre de 2017.

---

#### **RESUMEN**

Hay diferentes formas de concebir una cadena productiva y su funcionamiento. Esta se define como un subsistema del negocio agrícola, la cual estaría conformada por un conjunto de componentes interactivos, incluyendo los sistemas productivos, proveedores de insumos y servicios, industrias procesadoras y transformadoras, agentes de distribución, almacenamiento, comercialización y los consumidores finales. El trabajo se realizó según la metodología para el diagnóstico de cadenas productivas adaptándose a la del carbón vegetal. Esta comprende la caracterización general de la cadena productiva, modelación de la cadena productiva, análisis de entradas y salidas, análisis de flujos de materiales y el capital, análisis de procesos internos en segmentos de la cadena productiva e

#### **ABSTRACT**

There are different ways of conceiving a production chain and its operation is defined as a subsystem of agribusiness, which would consist of a set of interactive components, including production systems, suppliers of inputs and services, processors and processors, agents distribution, storage, marketing and final consumers. The work was conducted according to the methodology for the diagnosis of productive chains adapting to the charcoal, it comprises of the general characterization of the production chain, the supply chain modeling, analysis of inputs and outputs, analysis material flows and capital, analysis of internal processes in segments of the production chain and identification and prioritization of critical factors. The study to companies producing charcoal was delimited in the province Pinar del Rio. It was found that

identificación y priorización de factores críticos. Se delimitó el estudio a las empresas productoras de carbón vegetal en la provincia Pinar del Río. Se encontró que en la segmentación la cadena es incompleta y se evaluó la eficiencia, calidad y equidad para reducir los impactos y proporcionar la competitividad y sostenibilidad de la cadena. Se identificaron los factores críticos que afectan el desempeño de la misma. El costo ambiental calculado para las empresas asciende a \$ 659 036,00 en la producción de carbón vegetal. La cadena productiva de carbón vegetal sirve como base de estudio y para definir estrategias en sector para todos los segmentos.

**Palabras clave:** cadena productiva; carbón vegetal; factores críticos; desempeño; calidad.

---

segmentation chain is incomplete, efficiency; quality and equity are evaluated to reduce impacts and provide the competitiveness and sustainability of the chain. The critical factors affecting the performance of the same were identified. The environmental cost calculated for the companies amounts to \$ 659 036, 00 in the production of charcoal. The charcoal production chain serves as the basis of study and to define strategies for all industry segments.

**Keywords:** supply chain; charcoal; critical factors; performance; quality.

---

## INTRODUCCIÓN

El carbón vegetal (residuo sólido producto de la carbonización de la madera por combustión parcial o pirolisis, constituido principalmente de materias carbonizadas ricas en carbono) ha constituido durante toda la historia de Cuba el más importante combustible utilizado por la población para la cocción de alimentos. Actualmente se conserva el método de cocción de alimentos con empleo de carbón vegetal en las áreas rurales fundamentalmente.

Si se tiene en consideración el elevado consumo del producto a escala internacional, se pueden valorar las posibilidades reales que tiene Cuba de incrementar su producción de manera constante y sostenida, con variadas y abundantes especies leñosas de maderas duras y semiduras con cualidades para la producción de carbón, destacándose entre ellos *Dichrostachys cinerea* (L) *Wigth et Arm* (Marabú) y, al mismo tiempo,

augmentar las exportaciones de este producto forestal.

El diagnóstico de la cadena productiva de carbón vegetal es de gran importancia, ya que permite identificar los factores críticos que limitan el desempeño de la misma, determinándose las causas que afectan actualmente la producción y las relaciones entre cada uno de los segmentos de la cadena (Castro, *et al.*, 1998; Valle, 2001).

El objetivo es diagnosticar el desempeño de la cadena productiva del carbón vegetal en cuanto a eficiencia, calidad, equidad, competitividad y sostenibilidad, identificando los factores críticos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El diagnóstico de la cadena de carbón vegetal y su caracterización se realizó considerando como límite de la cadena la

provincia de Pinar del Río, en las cinco Empresas Forestales Integrales (EFI) de la provincia.

Se aplicó la Técnica de Delphi según Valle (2001), que consiste en la selección de expertos por su experiencia en el tema dando respuesta a través de encuestas.

El trabajo para el diagnóstico de la cadena se realizó según la metodología definida por Castro *et al.* (1998) para análisis de cadenas productivas.

Se elaboró, mediante la información derivada de las encuestas, la matriz DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) siguiendo la metodología establecida por Cruz en Palacio, 2012.

Se determinó la eficiencia en la cadena, que es la relación entre el producto o salida (S) y los insumos (I) necesarios para obtener el producto según Valle (2001).

$$E(f) = S/I (1)$$

**La eficiencia se clasificó en:  $E \geq 1$  (Eficiente);  $E < 1$ : (Deficiente)**

La determinación de la calidad del carbón vegetal se realizó según los procedimientos descritos por la Norma Cubana 580 (2008), en el Instituto de Investigaciones Agroforestales (INAF). Se tomaron muestras al azar de la EFI "Guanahacabibes", utilizando para ello 5 muestras de: Mezcla (M1), *Eucalyptus pellita* F. Muell (eucalipto), (M2), *Dichrostachys cinerea* (Marabú) (M3) almacenado en la nave de beneficio y *Eucalyptus pellita* (eucalipto)(M4), directamente del productor. De la EFI "La Palma" se realizó una sola muestra de *Dichrostachys cinerea* (Marabú) (M9). Las características analizadas fueron: contenido de humedad, contenido de materia volátil, contenido de carbono fijo, contenido de cenizas.

Se determinó el carbono liberado a partir de la descomposición de la madera, que consiste en el producto de la biomasa seca total y el factor de conversión de biomasa carbono igual a 0,5; la cantidad de biomasa seca se determinó como sigue:

$$B_T = V_T * P_{EB} (2)$$

$B_T$  = Biomasa seca total (Kg.)

$V_T$  = volumen total de madera ( $m^3$ )

$P_{EB}$  = Peso específico básico (Kg. / $m^3$ )

$$C = B_T * 0,5 (3)$$

C: carbono liberado

0,5: factor de conversión

Se tomó que la densidad básica de *Dichrostachys cinerea* (L.) (Marabú) es de 900 Kg/ $m^3$  y la densidad media básica de las otras especies usadas en la producción es de: Guanahacabibes, 800 Kg/ $m^3$ ; Macurije y Minas de Matahambre, 740 Kg/ $m^3$ ; Pinar del Río, 610 Kg/ $m^3$  y La Palma, 780 Kg/ $m^3$  y el precio del carbono es de 10 USD/ton, establecido por FONAFIFO, según Guyat, 2002.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se entrevistaron un total de 29 expertos de las cuales son: 8 técnicos y 21 especialistas, representados en un 58.6 % en las edades mayores de 47 años, un 34.5 % en las edades comprendidas entre 35 y 46 años y el resto menores de 35 años, resultando el mayor por ciento de los expertos correspondiente a edades mayores a 47 años, lo que corrobora que esta fuerza laboral es la que presenta elevada experiencia trabajando en la producción de carbón vegetal.

## **Caracterización general de la cadena productiva**

En el diagnóstico de la cadena se identifican los segmentos de la misma: proveedores de insumos, sistema productivo, agroindustria, comercialización y consumidores finales, sobre los ambientes institucional y organizacional de la cadena.

El ambiente institucional está conformado por un conjunto de normas, así como la norma de calidad y leyes que regulan las transacciones físico-financieras, llevadas a cabo por los distintos actores sociales de la cadena productiva. En este conjunto de normas y leyes se destacan las relativas a la regulación de impuestos, aranceles, importaciones, exportaciones, entre otras.

El ambiente organizacional está integrado por un conjunto de organizaciones públicas que apoyan el funcionamiento de la cadena, sobre todo los grupos de actores sociales de la cadena productiva. Dichas organizaciones no participan directamente en el negocio, pero sus acciones influyen sobre el desempeño de la cadena.

Las entidades proveedoras de insumos a la cadena productiva son:

- Suministro Agropecuario: empresa que pertenece a GELMA, encargada de facilitarle a las EFI cada uno de estos recursos comunes (hachas, limas, ropas etc.).
- MAQUIMPORT: exportadora que facilita la importación de recursos especializados (motosierras).

El sistema productivo de la cadena de carbón vegetal se desarrolla en las empresas forestales integrales de la provincia; EFI "Pinar del Río", EFI "La Palma", EFI "Guanahacabibes", EFI "Macurije", EFI "Minas de Matahambre".

En la cadena productiva no existe ninguna industria para la producción de carbón vegetal, por lo que la cadena de carbón vegetal encontrada se clasifica como una cadena incompleta.

La comercialización del carbón vegetal se realiza para la exportación a través de CUBAEXPORT y para el consumo nacional en las principales entidades como el Poder Popular, Suministro Agropecuario, Comercio y Gastronomía, el CAN y otras.

Los consumidores se dividen en mercado externo, que se exporta hacia España, Portugal, Italia, Turquía, Grecia, Bélgica, entre otros y en el mercado interno se encuentran los consumidores finales: CAN, Poder Popular, Comercio y Gastronomía, entre otros.

Las relaciones que se establecen entre cada segmento de la cadena productiva viene dado por la participación que tienen cada uno de ellos en la obtención de un producto determinado (Figura 1).

Las relaciones establecidas entre los distintos segmentos de la cadena no son muy estables. Los insumos que necesitan los sistemas productivos no llegan en tiempo, no son los suficientes y en algunos casos no poseen la calidad necesaria. Además, es importante resaltar la cantidad de intermediarios que están presentes entre los segmentos.

Estudiar las relaciones de la cadena es determinar la capacidad de transformar los insumos (entradas) en productos (salidas) y de esta forma medir el desempeño de la cadena (Figura 2).

El desempeño de la cadena productiva y de los sistemas naturales puede ser evaluado por los criterios de eficiencia, calidad, competitividad, equidad y sostenibilidad ambiental.

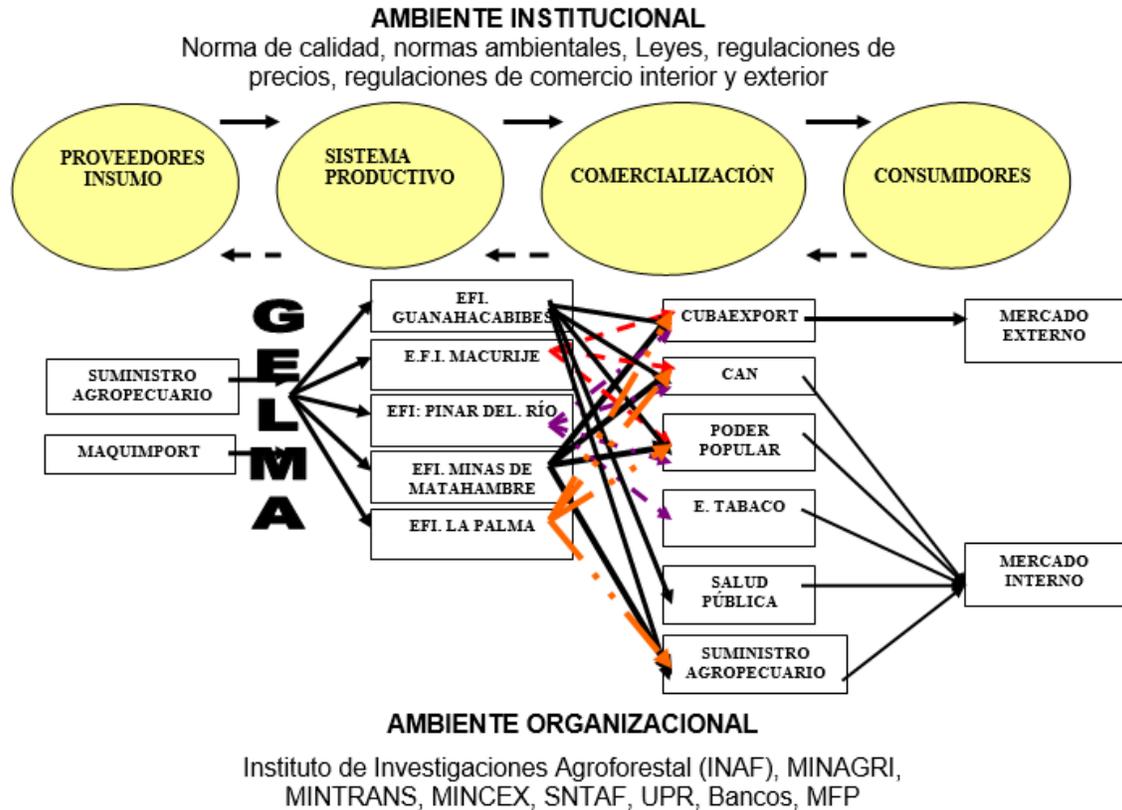


**Fig. 1.** Segmentación de la cadena productiva de carbón vegetal.  
*Fuente:* elaboración propia

Del análisis realizado a las encuestas aplicadas se pudo realizar la matriz DAFO, determinándose las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que intervienen tanto negativa o positivamente en la cadena productiva como parte del análisis de su entorno.

El resultado obtenido en la ponderación de los valores indica que el producto se encuentra ubicado en el segundo cuadrante con un valor total de 128 puntos, localizada en una estrategia de

tipo defensiva. Esto nos indica que las amenazas que presenta la cadena influyen significativamente en la comercialización del producto y que su predominio en el entorno de la cadena de carbón vegetal traza pautas para convertirlas en fortaleza. Por otra parte, es de destacar la situación actual del producto que se manifiesta con pocas ventajas competitivas, aunque existen fortalezas bien definidas que podrían cambiar la situación en un futuro y mejorar la base productiva de la provincia.



**Fig. 2.** Relaciones de los segmentos de la cadena productiva de carbón vegetal

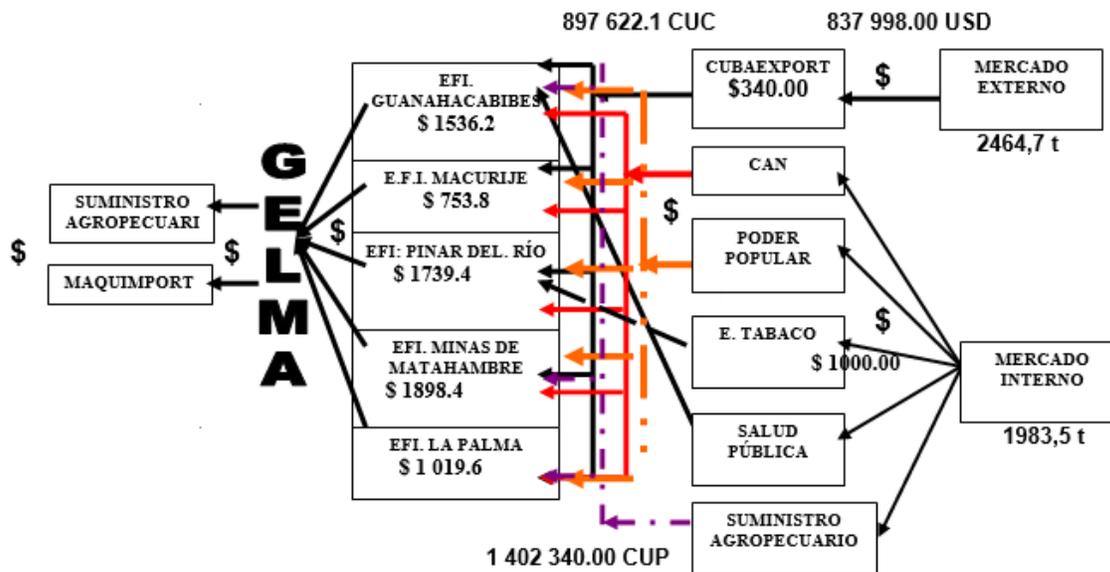
*Fuente:* Elaboración propia

De la información brindada sobre los costos por tonelada de carbón vegetal obtenido se encontró que la cadena no es eficiente.

A partir de estos resultados, se puede deducir que los mayores costos se encuentran en materias primas y materiales y fuerza de trabajo en las empresas, resultando elevados los costos de producción por tonelada de carbón vegetal en cada empresa, con relación al precio que tiene la tonelada de carbón vegetal en el mercado externo. Todas las empresas estudiadas reportan pérdidas por concepto de producción y venta de carbón vegetal.

La equidad de una cadena puede ser analizada considerándose el flujo de capital, comenzando por el consumidor final y pasando por los demás actores sociales. Con eso se busca analizar la acumulación/concentración de capital existente en cada uno de los segmentos de la cadena.

Para el análisis de la equidad, surge como primera dificultad la disparidad en cuanto al uso de la moneda convertible y la moneda nacional en las transacciones que se realizan entre sus diversos eslabones (Figura 3).



**Fig. 3.** Flujo de Capital de la cadena productiva de carbón vegetal

*Fuente:* Elaboración propia

Los ingresos por concepto de venta de carbón vegetal al exterior fueron de 837 998.00 USD; sin embargo, los ingresos reales a las empresas ascendieron a 897 622.1 CUC en el año 2014.

De todo el análisis anterior se deduce que, dentro de la cadena de carbón vegetal, es un eslabón fundamental la fuerza laboral dentro del costo unitario y los insumos, debido a la inestabilidad de las entregas y altos costos de los mismos; ello tributa a la competitividad del producto.

Se consideran como elementos determinantes de la competitividad, la interrelación de diversos elementos que afectan a la productividad de las empresas y al contexto en el cual están inmersas, que influyen en la eficiencia con que puedan aprovechar los factores productivos. Estos factores son principalmente los recursos humanos, el capital físico, los recursos financieros y la tecnología.

La determinación de la calidad del carbón arrojó los siguientes resultados:

**Tabla 1.** Resultados de la determinación de calidad a las muestras analizadas.

Parámetros	Guanahacabibes				La Palma	Calidad I	Calidad II
	M. 5	M. 6	M. 7	M. 8	M. 9		
<b>Humedad %</b>	<b>9.23</b>	<b>3.24</b>	<b>8.85</b>	<b>5.74</b>	<b>5.87</b>	<b>6.0</b>	<b>10.0</b>
<b>Cenizas %</b>	<b>8.08</b>	<b>1.19</b>	<b>2.09</b>	<b>1.83</b>	<b>2.45</b>	<b>3.0</b>	<b>6.0</b>
<b>Materia Volátil %</b>	<b>24.17</b>	<b>14.91</b>	<b>18.34</b>	<b>19.74</b>	<b>29.25</b>	<b>10.0-20.0</b>	<b>21.0-20.5</b>
<b>Carbono Fijo %</b>	<b>58.74</b>	<b>79.97</b>	<b>76.8</b>	<b>74.54</b>	<b>68.3</b>	<b>&gt;82</b>	<b>68-82</b>

Fuente: elaboración propia

El contenido de humedad en la muestra 5 se encuentra dentro de los parámetros de calidad II; sin embargo, el resto de las muestras están dentro del rango de calidad I.

El porcentaje de materia volátil presente en las muestras se encuentran dentro de los valores para la calidad I, excepto la muestra 5 que exhibe valores de 24.17 %.

La relación de Carbono fijo presente en las muestras se encuentra en el rango de calidad II y la M 5 está fuera de los parámetros y presenta el valor más bajo.

Las muestras de Eucalipto presentan valores similares a los obtenidos por Guyat (2002) que encontró en carbones de *E.*

*pellita* y *E. saligna* (1.94 % y 1.90 %) en cenizas, respectivamente, en materia volátil (14.86 % y 22.06 %) y Carbo fijo (83.20 % y 76.04 %).

Los carbones vegetales obtenidos en las EFI "Guanahacabibes" y "La Palma" se encuentran entre los carbones de buena calidad, ya que los resultados obtenidos, en su mayoría, se encuentran dentro de calidad II.

Se conoce que la producción de carbón vegetal tiene un efecto contaminante a la atmósfera, por tal motivo se calculó este efecto. La evaluación del impacto ambiental de la carbonización se evaluó por Soto *et al.* (2000).

**Tabla 2.** Costo ambiental asociado a la producción de carbón vegetal *Dichrostachys cinerea* (marabú) (año 2014)

<b>Emp. Forestales Integrales</b>	<b>Vol. Madera /año (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Biomasa. Seca/año(T)</b>	<b>Carbono liberado/año(t)</b>	<b>Costo ambiental/año(\$)</b>
<b>Guanahacabibes</b>	43 678.57	39 310.7	19655.4	<b>196 554.00</b>
<b>Macurije</b>	15 996.43	14 396.8	7198.3	<b>71 983.00</b>
<b>M. Matahambre</b>	5 467.86	4 921. 1	2460.5	<b>24 605.00</b>
<b>P. Río</b>	11 935.71	10 742.1	5371.1	<b>53 711.00</b>
<b>La Palma</b>	10 946.43	9 851.8	4925.9	<b>49 259.00</b>
<b>Total</b>	<b>88025.00</b>	<b>79 222.5</b>	<b>39 611.2</b>	<b>396 112.00</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla 3.** Costo ambiental asociado a la producción de carbón vegetal de otras maderas (Año 2014)

<b>EFI</b>	<b>Vol. Madera /año (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Biomasa. Seca/año(Kg.)</b>	<b>Carbono liberado/año(t)</b>	<b>Costo ambiental/año(t)</b>
<b>Guanahacabibes</b>	5900.03	4 720,0	2 360,0	<b>26 600.00</b>
<b>Macurije</b>	30017.87	22 213.2	11 106,6	<b>111 066.00</b>
<b>M. Matahambre</b>	7389.24	5 468.0	2 734,0	<b>27 340.00</b>
<b>P. Río</b>	7596.39	4 633,8	2 316,9	<b>23 169.00</b>
<b>La Palma</b>	19935.67	15 549,8	7 774,9	<b>77 749.00</b>
<b>Total</b>	<b>70839.2</b>	<b>52 584,8</b>	<b>26292.4</b>	<b>262 924.00</b>

Fuente: elaboración propia

En la producción de carbón del año 2014 se liberaron al ambiente 39 611.2 t de marabú y de otras especies 26 292.4 t de carbono. El costo ambiental total calculado para las empresas asciende a \$ 659 036,00.

Guyat (2002) por primera vez realizó el costo ambiental de la producción de carbón vegetal y encontró que el valor de

la pérdida del costo ambiental en horno de ladrillos (Horno colmena) fue de \$ 287 310,00.

El costo ambiental calculado para las empresas, es lo que tienen que invertir por aporte de carbono a la atmósfera, el cual puede reducirse mejorando los procesos y reducir los volúmenes de biomasa. Por

otra parte, este costo puede ser revertido con plantaciones energéticas.

La identificación de los factores críticos es una etapa esencial del análisis de una cadena productiva. Los identificados fueron:

**Factores Generales:** capacidad técnica para enfrentar el desarrollo, falta de una infraestructura agroindustrial, falta de un sistema de seguimiento a las tendencias de la producción mundial; no hay equidad en los ingresos.

**Factores críticos de los sistemas productivos:** inestabilidad en la disciplina tecnológica, capacitación a los recursos humanos, altos costo de operaciones, inestabilidad en suministro de insumos, uso de tecnología de extracción manual, la no certificación de la calidad del producto.

**Factores críticos en la comercialización:** aceptación del carbón

vegetal por alta calidad, fluctuaciones de los precios de venta.

## CONCLUSIONES

La cadena productiva de carbón vegetal se caracteriza como una cadena incompleta, ineficiente, no existe equidad y hay poca competitividad.

En el desempeño de la cadena se encontró que los factores críticos afectan a los sistemas productivos y la comercialización.

Se encontró que, en la producción de carbón del año 2014, se liberó al ambiente 39 611.2 t de marabú y de otras especies 26 292.4 t de carbono y el costo ambiental total calculado ascendió a \$ 659 036,00 para las empresas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castro, A. M. G. *et al.* *Análisis prospectivo de cadenas productivas agropecuarias.* Brasilia, Brasil: EMBRAPA, 1998.

Castro, A. M. G. *et al.* *Cadeias produtivas e Sistemas Naturais: Prospecção Tecnológica.* Brasília, Brasil: EMBRAPA – SPI, 1998.

Guyat, M. *Estudio de dos parámetros en la producción de carbón vegetal a escala de banco.* Tesis de Maestría inédita en Análisis y Control de Proceso. ISPJAE. 2002.

Norma Cubana-580: *Carbón vegetal.* Especificaciones. 2008.

Palacio, N. V. *Lineamientos estratégicos para la gestión de marketing del producto carbón vegetal en la Empresa Forestal Integral Guanahacabibes.* Trabajo de diploma inédito en Ingeniería Forestal. Universidad de Pinar del Río, 2012.

Soto Sandoval, J. A. *Evaluación económica y ambiental de residuos forestales en aserraderos de Costa Rica.* 2000.

Valle Lima, S. M. *La dimensión de Entorno en la construcción de la sostenibilidad institucional. Proyecto Nuevo Paradigma.* Serie Innovación para la Sostenibilidad Institucional ISNAR. 2001.

---

*Damaris C. Rivas Castillo.* Estudiante Ingeniería Forestal. Quinto año. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Cuba.  
Correo electrónico: damaris.rivas@upr.edu.cu

---