



IMPACTO DEL MARABÚ EN LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN: ESTUDIO ESTADÍSTICO MULTIFACTORIAL EN EMPRESA AGROFORESTAL CUBANA

IMPACT OF MARABOU ON CHARCOAL PRODUCTION: MULTIFACTORIAL STATISTICAL STUDY IN A CUBAN AGROFORESTRY ENTERPRISE

Juan Antonio Mateo Rodríguez ^{1*}

E-mail: juanantoniomateorodriguez1990@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1464-7061>

Anicel García Rodríguez¹

E-mail: anicelgarcia8412@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4586-3139>

Eilyn Panal Leiva²

E-mail: eilynpanalleiva@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7329-1684>

¹Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba.

²Pizarro&Panal Architecture Study. Lisboa, Portugal.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Mateo Rodríguez, J. A., García Rodríguez, A., & Panal Leiva, E. (2026). Impacto del marabú en la producción de carbón: estudio estadístico multifactorial en empresa agroforestal cubana. *Universidad y Sociedad* 18(2). e5767.

RESUMEN:

La producción de carbón vegetal para la exportación en la Empresa Agroforestal (EAF) de Cienfuegos no satisface los niveles deseados planificados para exportación, afectando indicadores económicos y sostenibilidad forestal. Con el objetivo de maximizar rendimientos mediante el marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.)) como materia prima, se aplicó un diseño experimental completamente al azar multifactorial (DCA), análisis ANOVA (Statgraphics XVI), herramientas de calidad (Ishikawa, capacidad Cpk>1.25) y métodos mixtos para teorizar, procesar datos e interpretar resultados. Se determinó significancia estadística del tipo de madera ($p=0.0194$), superioridad del marabú en producción (137% crecimiento proyectado), cumplimiento de especificaciones cliente y diseño de plan de acción integral para eliminar limitaciones operativas.

Palabras clave: Carbón, Producción, Marabú, Calidad, Mejora.

ABSTRACT:

Charcoal production for export at the Cienfuegos Agroforestry Company does not meet the desired levels planned for export, affecting economic indicators and forest sustainability. With the aim of maximizing yields using marabou (*Dichrostachys cinerea* (L.)) as raw material, a completely randomized multifactorial experimental design (DCA), ANOVA analysis (Statgraphics XVI), quality tools (Ishikawa, capability Cpk>1.25), and mixed methods were applied to theorize, process data, and interpret results. Statistical significance of wood type ($p=0.0194$), superiority of marabou in production (137% projected growth), compliance with customer specifications, and design of a comprehensive action plan to eliminate operational limitations were determined.

Keywords: Charcoal, Production, Marabou, Quality, Improvement.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, enfocados a la actualización del modelo económico cubano, resaltan la necesidad de recuperar la capacidad exportadora en rubros tradicionales, incrementar sostenidamente y diversificar las exportaciones de bienes y servicios, para revertir el déficit de la cuenta corriente de la balanza de pagos y solucionar las limitaciones financieras que obstaculizan el desarrollo económico del país (Sarria, 2023, p.33). Varios autores como Díaz et al. (2024) y Sarria (2023) afirman que el carbón vegetal es un rubro muy demandado en el mundo entero. Este producto no es solamente utilizado para la parte doméstica, sino también para las industrias, la fabricación de pólvora, en la metalúrgica y otros campos lo que fortalece su importancia en el mercado (Frias, 2024; Rubio-González et al.,). A tono con ello, indican estos autores que las importaciones en los últimos años han tendido al incremento en el escenario internacional.

Es por ello que dicha producción se considera necesaria y estratégica para el país: “es uno de los principales productos exportables que genera no pocos dividendos en la actualidad” (Sarria, 2023, p.34) Las ventas hacia mercados como Turquía, España, Portugal y otros países de la región europea han sido constante, convirtiéndolo en un renglón altamente demandado por esa zona geográfica, por lo que urge aumentar las exportaciones de este producto ante el llamado de la dirección del país con el fin de contribuir a solucionar la situación económica por la que atraviesa la nación. Es válido señalar que la demanda interna también es cada vez más alta.

Producto a los grandes cambios en el entorno y el desarrollo de las tecnologías, es necesario realizar nuevas prácticas empresariales para lograr mantenerse en el mercado garantizando cantidad, calidad y estabilidad a los clientes. Es imprescindible, por tanto, utilizar estrategias con el fin de obtener máximo rendimiento y la satisfacción de los clientes. Asociado a ello, en el caso de las empresas del sector forestal, Pérez et al. (2021), señalan que “estas deben caracterizarse por un compromiso hacia una gestión ecológicamente sostenible y, para ello, es necesario conocer los factores que afectan el uso de los bosques”. Explica Gavilánez (2021), que la búsqueda de esta eficiencia da origen al diseño experimental agrícola. Esta práctica, ampliamente difundida en todas las ciencias de la actualidad, se ha constituido en una de las herramientas fundamentales del desarrollo de la agricultura.

Además de ser la vía para lograr el mejoramiento productivo, es un elemento importante para garantizar sostenibilidad y a la vez sustentabilidad.

Mateo & García (2023), comentan que la Empresa Agroforestal (EAF) de Cienfuegos es líder en producciones agropecuarias en el territorio, dentro de estas destaca la elaboración de carbón vegetal para el consumo interno y la exportación. Este es considerado el producto estrella y con amplio reconocimiento en la arena internacional por su calidad. Sin embargo, estos autores, en estudio realizado a dicho proceso detectan que existen incumplimientos de la productividad en el período 2021-2023 y también se constata que las reclamaciones de clientes internacionales, asociadas al peso de los contenedores, aumentaron.

Sumado a ello, Cardoso et al. (2018), plantean que Cuba se encuentra seriamente afectada por la aparición de especies invasoras dentro de las que destacan el marabú, mientras que el informe estadístico correspondiente al año 2024 (más reciente), de la (Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI, 2023), reporta a la provincia de Cienfuegos, Cuba, con la menor superficie cubierta por bosques (18,2 %), y con un decrecimiento en este indicador con relación al período anterior. En un análisis más profundo dan a conocer Valero-Jorge et al., (2024) que la presencia de este aumenta un 48 % en el territorio nacional entre 1994 y 2022, afectando a bosques y tierras de cultivos.

Asociado a ello Abreu-Naranjo et al. (2025) explican que, debido a su rápida propagación y abundancia, se considera una planta invasora en el país y que además existe una gran preocupación por su propagación descontrolada en tierras cultivables, debido a su naturaleza heliófila, su amplitud ecológica y su fácil propagación. En esta dirección advierten Valero-Jorge et al., (2024) que representa un grave problema en los ecosistemas insulares y son la principal causa de extinción de especies endémicas. En el caso particular de Cuba, considerada uno de los puntos rojos de la biodiversidad mundial, con alto endemismo, la situación actual la convierte en una región particularmente sensible a posibles daños (Valero-Jorge et al., 2024).

Como estrategia, desde Monzote (1999) hasta Valero-Jorge et al. (2024), se concibe como una de las formas para combatir la plaga del marabú y contribuir a la reforestación, la explotación para la fabricación de carbón. En la actualidad dicho criterio continúa siendo validado

por otros autores como Cardoso (2018), Díaz et al. (2024), Sarria (2023) y los que ubican a este como fuente principal para desarrollar dicha producción. Además, afirman Abreu-Naranjo et al. (2025) que ha despertado interés como posible cultivo energético debido a sus propiedades. No obstante, advierten estos autores que, a pesar de lo atractivo de su uso, aún existe una falta seria de conocimiento en aras de explotar el potencial que representa. Teniendo en cuenta los elementos planteados el objetivo de la presente investigación consiste en promover el uso del marabú en la producción de carbón vegetal para elevar los rendimientos, alcanzar las metas trazadas, elevar la satisfacción de los clientes internos y externos y contribuir a la sostenibilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Silvícola de Cienfuegos, perteneciente a la EAF de Cienfuegos. La misma presenta un patrimonio forestal de 6889 ha, es la principal productora de carbón dentro de la entidad y paralelo a ello, la de mayor área deforestada. La fuerza laboral dedicada a este proceso en la unidad representa el 61 % del total. Ubicada en carretera Rancho Luna km 1, Cienfuegos, Cuba.

Los diferentes métodos y técnicas que se asumen para la investigación parten del enfoque dialéctico-materialista; del tipo teórico, se utiliza el histórico-lógico, para conocer la evolución y desarrollo del tema en el contexto local y fuera. El análisis-síntesis y el inductivo-deductivo para el estudio del marco teórico, facilitar la justificación metodológica de la investigación y establecer los nexos que existen entre los elementos analizados.

Se llevó a cabo un diseño completamente al azar (DCA), para estudiar simultáneamente la influencia del cambio de nivel de dos factores (tipo de madera y tiempo de queme), sobre la variable de respuesta (toneladas de carbón), estimar los efectos simples de los factores y el efecto de las interacciones. Estos fueron definidos a partir de la experiencia práctica y el criterio de los especialistas forestales y trabajadores de reconocida experiencia de la institución, cuyo coeficiente de competencia, determinado a partir de lo expuesto por Canales et al. (2025), oscilan entre alto y medio, criterios aceptables.

Los datos son recolectados en el terreno y a partir de los reportes de producción y calidad en la nave de beneficio. La cantidad de madera (m³), utilizada por horno para la producción es la misma en todos los casos. Los niveles del factor A (madera) son: alto (1) "marabú" y bajo (-1) "otras maderas" mientras que el B (tiempo de queme) se definen dos niveles, "superior a 10 días" (1) y "hasta 10 días" (-1). El análisis estadístico de los datos es realizado en Statgraphics Centurion v. XVI. Se utilizaron métodos estadísticos: la prueba de K-S para comprobar la normalidad de los datos, obtención del gráfico de cajas, la prueba paramétrica ANOVA, prueba de hipótesis, gráficos de control y análisis de capacidad de procesos y diagrama de Ishikawa, herramientas éstas clásicas de calidad.

Como método empírico las observaciones directas, la entrevista no formal, el cuestionario, tormenta de ideas y otras técnicas cualitativas posibilitaron la identificación y análisis de los problemas existentes y la elaboración de acciones de mejora. Luego de comprobar los supuestos: distribución normal a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov (K-S), igualdad de varianza, a partir del Estadístico de Levene, la no existencia de valores extremos con los gráficos de caja y bigotes y el comportamiento de los residuos se procede a la realización de la prueba paramétrica ANOVA. Este es un método estadístico propio para los diseños experimentales factoriales. Además, se realiza una prueba de hipótesis para dos muestras y calculan índices de capacidad del proceso.

Es necesario señalar, que pueden existir sesgos en los resultados a partir de la no consideración de otros factores y fuentes de ruido y/o la cantidad de datos que se procesan y que las características organolépticas (calidad) de la producción utilizada fueron verificadas por las autoridades competentes y de acuerdo con los procedimientos internos de la entidad. Un resumen de la metodología empleada se presenta a continuación. Ver figura 1.

Con el fin de optimizar la utilización de los recursos para la producción de carbón, analizar los efectos de la madera (factor A) y los días de queme del horno (factor B) se realizó el experimento, el cual, dadas las características del proceso se efectuó bajo las condiciones existentes. La cantidad de réplicas por tratamientos (6) cumple las recomendaciones emitidas por Gaviláñez (2021), y el cumplimiento de los supuestos se muestran en la figura 2.

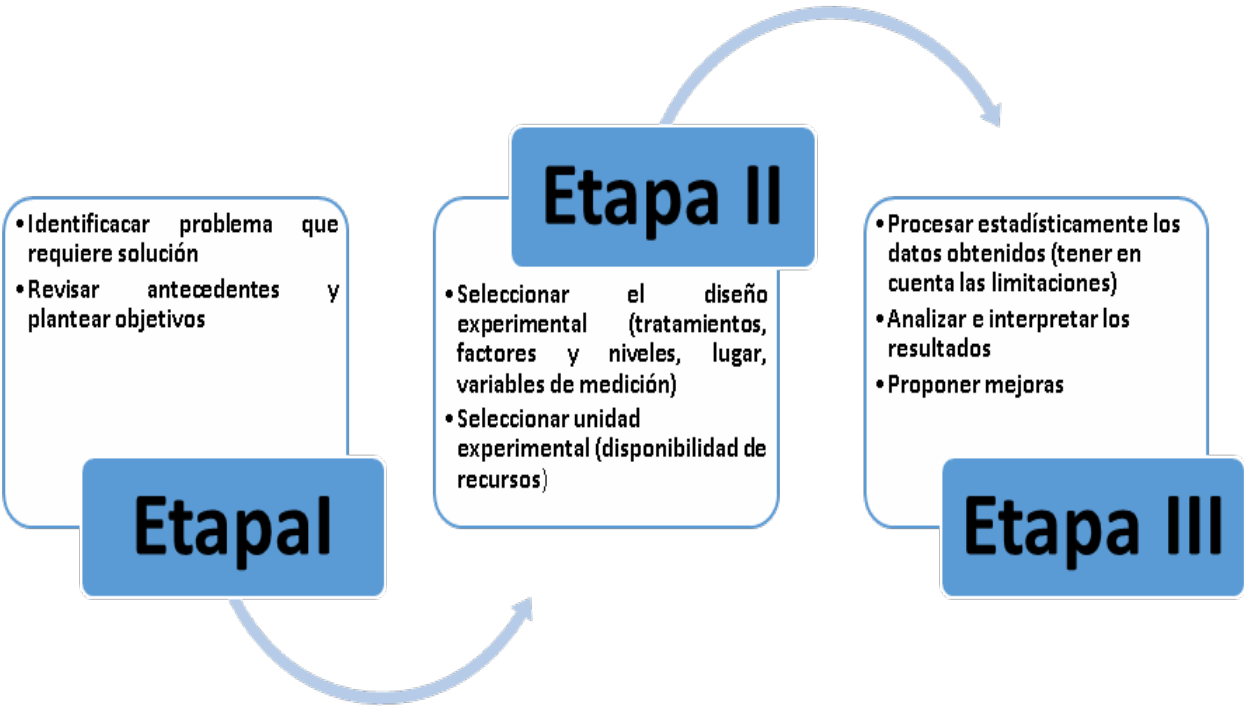


Fig 1: Metodología empleada en la investigación.

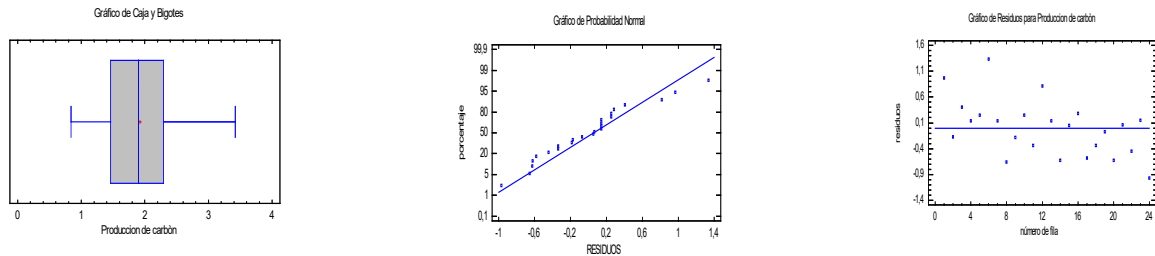


Fig 2: Cumplimiento de los supuestos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comprobadas las condiciones, se procede al ANOVA (tabla 1).

Tabla 1. Resultados ANOVA.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Madera	2,08212	1	2,08212	6,41	0,0194
B: Tiempo de queme	0,409509	1	0,409509	1,26	0,2743
AB	0,0712531	1	0,0712531	0,49	0,5338
RESIDUOS	6,82491	21	0,324996		
TOTAL (CORREGIDO)	9,31654	24			

El análisis anterior, es corroborado gráficamente a través del Diagrama de Pareto Estandarizado (figura 3), mientras que a través del Gráfico de medias se determina que el uso del marabú, potencia el rendimiento productivo (figura 4), con respecto a otros tipos de materia prima.

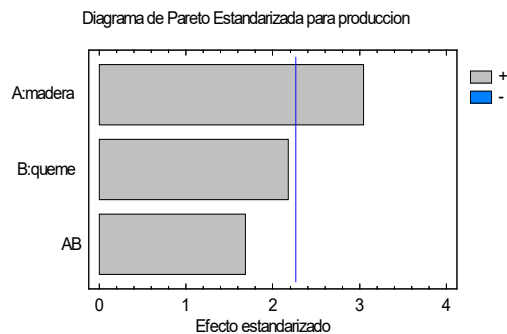


Fig 3: Diagrama de Pareto Estandarizado

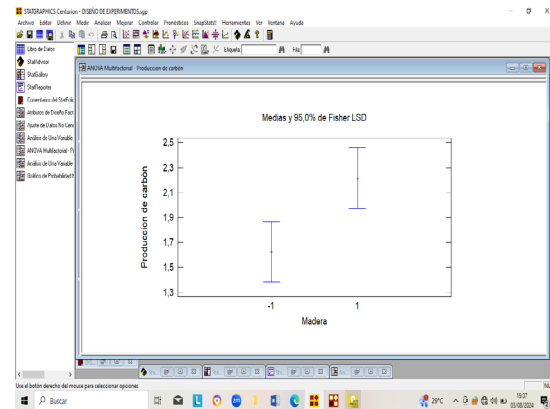


Fig 4: Gráfico de medias

Los resultados anteriores son ratificados al realizar una prueba de hipótesis entre los pesajes de las producciones terminadas y beneficiadas (en sacos), recogidos en los registros y dispuestas listas para su venta (figuras 5 y 6).

Con la finalidad de analizar el cumplimiento de las especificaciones de los clientes internacionales, para así evitar inconformidades o reclamaciones por parte de estos y por ende daños económicos y laceración del prestigio de la entidad, se analiza la capacidad del proceso a partir del carbón de marabú y el elaborado utilizando otras maderas de manera independiente. Se utilizan los datos procesados anteriormente y se tiene en cuenta como premisa que los clientes solo requieren un límite inferior por bultos de 15,0 kg. Un resumen de los resultados se muestra a continuación, ver figura 7.

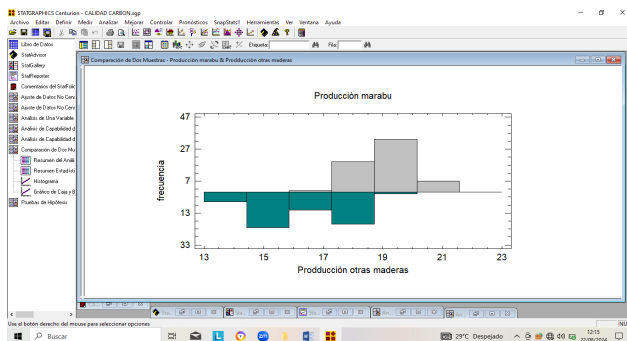


Fig 5: Histograma para peso de sacos beneficiados

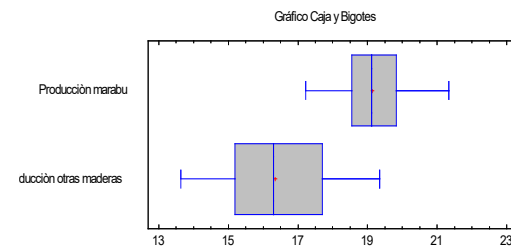


Fig 6: Gráfico de Cajas y Bigotes para peso de sacos beneficiados

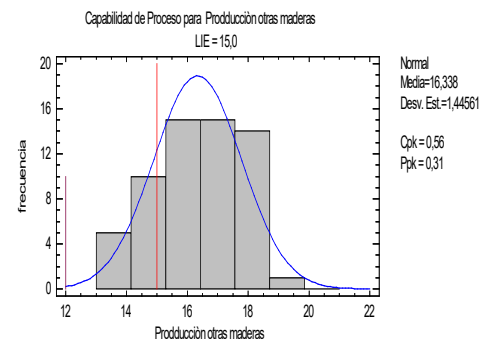
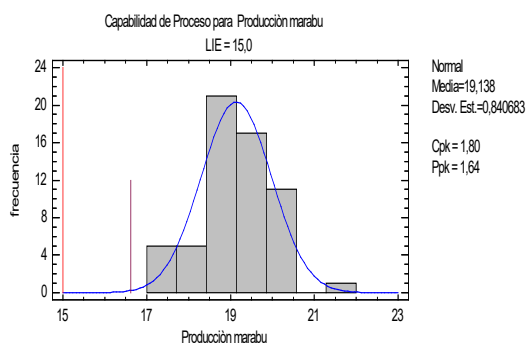


Fig 7: Capacidad producción de carbón a partir del marabú y otras maderas

A partir de las técnicas mencionadas anteriormente se desarrolla el diagrama de Ishikawa con el objetivo de relacionar los elementos que limitan la explotación de este recurso, ver figura 8.

Sobre los problemas identificados, se puede incidir de manera inmediata puesto que existen condiciones y voluntad en la entidad para afrontarlas. A continuación, se proponen las siguientes acciones de mejora que son transversales a todas las deficiencias detectadas:

- Capacitar a directivos, jefes de brigadas y productores sobre las potencialidades del marabú.
- Aplicar sistemas de pagos por resultados y mecanismos de estimulación material aprobados en la legislación vigente.

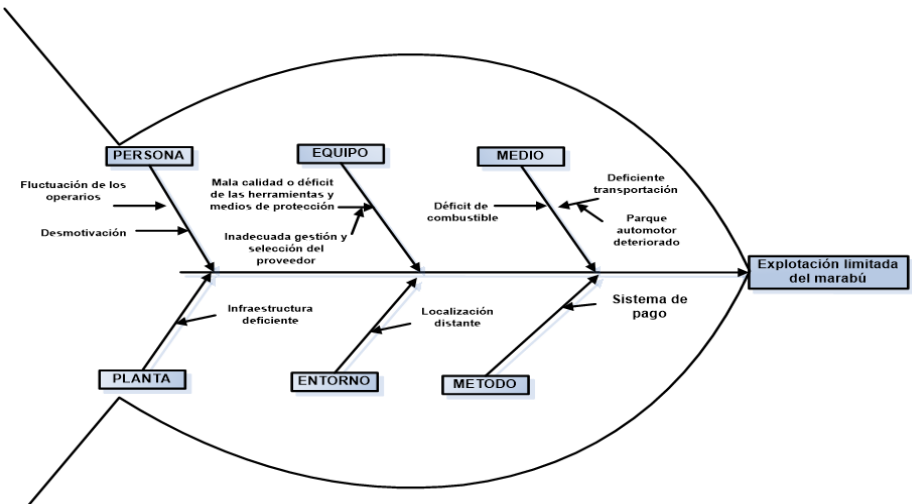


Fig 8: Análisis de causas.

- Priorizar y garantizar la adquisición de medios protección para los trabajadores que laboran en el proceso del carbón.
- Priorizar la asignación de combustible a la actividad del carbón, con énfasis para el corte de marabú.
- Garantizar la adquisición de motosierras, piezas y partes de repuesto para este tipo de producciones.
- Incluir en el plan de inversiones y ejecutar la compra de maquinaria y el mejoramiento de la infraestructura utilizada en el proceso.
- Evaluar proveedores y perfeccionar la gestión de compra.
- Fortalecer el vínculo con entidades gestoras del conocimiento (Gobierno, Ministerio de Educación y Ministerio de Educación Superior)

A continuación, se muestra el comportamiento proyectado del estado de indicadores vitales para la organización a partir de una mayor producción de carbón utilizando el marabú y la implementación de las acciones proporcionadas en la investigación (tabla 2).

Tabla 2. Indicadores económicos proyectados a partir de una mayor explotación del marabú.

Indicadores	Unidad de medida	Real 2025	Real proyectado a partir de las mejoras	% Crecimiento
Producción	ton	3200	4400	137
Ventas	MP	76554.8	140655.0	183
Productividad en ventas (mes)	P	35442.3	65118.1	183
Salario medio mensual	P	4567.09	7764,03	170

DISCUSIÓN

Previamente al análisis de varianza, son corroborados los supuestos de normalidad. Al aplicar la prueba de K-S se obtiene un Pvalue de 0,431996 y con el valor de 0,992129 del Estadístico de Levene, se comprueba la normalidad de los datos y la homogeneidad de varianzas respectivamente y se verifica que no existen valores extremos mediante gráfico de caja y bigotes. Con relación a los residuos, los valores de la Curtosis (0,469308) y el Sesgo (1,11645), estandarizados se encuentran en el rango de -2 a 2 por lo que se puede afirmar que están distribuidos normalmente y además muestran un comportamiento aleatorio dado por la no existencia de tendencia alguna en el Gráfico de Residuos para producción de carbón (figura 2). Estos resultados permiten validar los resultados obtenidos y contribuir a la toma de decisiones con basamento científico entre los directivos de la entidad.

Los grados de libertad del análisis de varianza, experimentan valores próximos a los recomendados por Gavilánez (2021), quien considera que “se logra mayor sensibilidad mientras más grados de libertad tenga el error experimental”. Al analizar el Pvalue de ambos factores, se comprueba, con un 95 % de confianza, que el factor madera es estadísticamente significativo e influye sobre la producción mientras que el tiempo de queme y la interacción no, resultado evidenciado, además con el Diagrama de Pareto Estandarizado (figura 3). Los resultados anteriores son corroborados al realizar una prueba de hipótesis entre los pesajes de las producciones terminadas y beneficiadas (en sacos) recogidos en los registros y dispuestas listas para su venta. Atendiendo a ello la empresa debe priorizar la selección y estandarización de madera para maximizar la calidad del carbón, optimizando costos y competitividad en el mercado y apostando por la sostenibilidad de los bosques.

Antes de proceder se utilizan los gráficos de control (media y rango), para comprobar que el proceso está en control estadístico, los Pvalue de la prueba K-S para normalidad de 0,668271 y 0,46858 para las producciones derivadas del marabú y otras maderas respectivamente, demuestran que los mismos siguen distribución normal y se comprueba además la igualdad de varianzas. Se plantean entonces las siguientes hipótesis:

H₀: el peso medio de los sacos de carbón de marabú es igual o menor al peso medio de los sacos de carbón de otras maderas

H₁: el peso medio de los sacos de carbón de marabú es mayor que el peso medio de los sacos de carbón de otras maderas

Los valores del Estadístico t calculado de 12,9695 y el Pvalue igual a 0,0 permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa y por tanto comprobar el supuesto de que existen diferencias significativas entre las producciones, siendo las derivadas del marabú las de mayor peso (figura 5 y 6).

El Cpk presenta valores más favorables en la producción de carbón a partir del marabú, en este caso indica que la calidad real del proceso es satisfactoria ya que se ubica por encima de 1,25 que es el valor de referencia establecido en la metodología 6 Sigma mientras que, en el otro caso, no ocurre lo mismo. Por su parte el Ppk, relacionado con el desempeño del proceso en el largo plazo, indica una calidad sostenida para las producciones derivadas del marabú y lo contrario para las obtenidas a partir de otras maderas (figura 7).

En sentido general, la explotación del marabú provoca un desempeño superior en cuanto al cumplimiento de las especificaciones de los clientes y al presentar una media más alta en el peso, la exportación del carbón de este tipo contribuye a la disminución de costos y gastos (envases) pues se alcanza los pesos/contenedores concertados con un menor volumen. Los resultados obtenidos coinciden con los criterios expresados por Cardoso et al. (2018), Díaz et al. (2024), Sarria (2023), Monzote (1999), quienes han afirmado los beneficios e impactos de esta madera en la obtención de carbón con elevada calidad y peso.

Es válido señalar, que aun y cuando el tiempo de queme del horno no resultó significativo para el rendimiento productivo, sí se puede utilizar el hallazgo para mejorar la disciplina laboral y la organización de los trabajadores. Similares problemas y acciones de mejoras son expuestos por Mateo & García (2023), en estudio de la organización del trabajo realizado a nivel de empresa y de manera global en este proceso y por Díaz et al. (2024), en el diseño de estrategias para la exportación en la Empresa Acopio Cienfuegos. La implementación de las acciones de mejora propuestas tributa a los objetivos siguientes:

- Crear capacidades entre los trabajadores.
- Potenciar la producción de carbón y la mejora de los indicadores de eficiencia.
- Implementar políticas beneficiosas para los productores (insumos, salarios, condiciones, etc.)
- Contribuir al fomento sostenible de los bosques y la reforestación.
- Elevar la motivación de los productores, sus ingresos, calidad de vida y la estabilidad laboral.
- Mejorar la gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

• Desarrollar proyectos, acceder a fuente de financiamientos, tecnologías y perfeccionar la cadena de valor. La mejora proyectada de los indicadores está dada porque la producción, a partir del marabú maximiza el rendimiento (como se demuestra anteriormente), con relación al obtenido, haciendo uso de otro tipo de materia prima y además el valor del carbón elaborado a partir de este, en el mercado internacional, de acuerdo a datos expuestos por autores e instituciones, es 1.5 veces mayor y valida lo explicado por Valero-Jorge et al. (2024) quienes señalan que el uso de esta materia prima resultaría en un aumento de los ingresos de los actores (familia, empresas, municipios) vinculados a esta actividad

CONCLUSIONES

En la Empresa Agroforestal de Cienfuegos, el tipo de madera utilizada influye significativamente sobre el rendimiento productivo del proceso siendo el marabú la materia prima que optimiza los resultados.

El carbón elaborado a partir del marabú contribuye al cumplimiento de las especificaciones de los consumidores, experimenta una calidad sostenida en el desempeño a largo plazo, tributa a una mayor satisfacción de los clientes internos y externos y contribuye a un fomento más sostenible de los bosques. Se proponen un conjunto de medidas a los problemas identificados que promueven el incremento de la productividad y la satisfacción de todas las partes interesadas

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu-Naranjo, R., Zhong, Y., Pérez-Martínez, A., & Ding, Y. (2025). Kinetic and Artificial neural network modelling of marabú (*Dichrostachys cinerea*) pyrolysis based on thermogravimetric data. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15(6), 8983-8995. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13399-024-05759-z>

Canales Conce, F. A., Meza Canto, D. C., & Hiza Mencia, J. D. (2025). Diseño y validación de un cuestionario de motivación para el aprendizaje en estudiantes de Educación Secundaria. *Conrado*, 21(104). <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/4372>

Cardoso, I. A., Vila, L. F., y Rodríguez, L. C. (2018). Efecto del marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.)) sobre la calidad de los suelos Pardo Sialítico degradados en Camagüey, Cuba. *Agrisost ISSN 1025-0247*, 24(1), 42-55. <https://sustagri.reduc.edu.cu/index.php/agrisost/es/article/view/164>

Díaz, R., Álvarez, Y. y Rodríguez, R. (2024). Estrategia para la exportación del carbón vegetal en la Empresa Acopio Cienfuegos. *Revista Científica Cultura, Comunicación Y Desarrollo*, 9(1), 188–195. <https://rccd.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/568>

Frías, M., Moreno de los Reyes, A. M., Villar-Cociña, E., García, R., Vigil de la Villa, R., & Vasić, M. V. (2024). New eco-cements made with marabou weed biomass ash. *Materials*, 17(20), 5012. <https://www.mdpi.com/1996-1944/17/20/5012>

Gaviláñez, F. (2021). Diseños y análisis estadísticos para experimentos agrícolas. Díaz de Santos.

Mateo, J. A., García, A. (2023). Mejora de la organización en el proceso del carbón en la Empresa Agroforestal de Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(3), 172-185. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

Monzote, R. F. (1999). El fin de los bosques y la plaga del Marabú en Cuba. Historia de una “venganza ecológica”. *History Review*, 19(4).

Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI). (2023). Anuario estadístico de Cienfuegos 2023 [Archivo PDF]. <https://www.onei.gob.cu/anuario-estadistico-de-cuba-2023>

Pérez, J., Fernández, M. E., y de la Nuez, D. (2021). Criterios e indicadores de gestión forestal por la excelencia. *Cooperativismo Y Desarrollo*, 9(1), 93–115. <https://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/378>

Rubio-González, A., Iturria Quintero, P. J., Freire Seijo, M., & Palmero Marín, D. (2021). Properties of marabú, (*Dichrostachys cinerea* L.), harvested with machines, as fuel for electricity generation (second part). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20210334031>

Sarria, A. (2023). Estrategia para la exportación del carbón vegetal en la Empresa Acopio Cienfuegos. [Tesis de Maestría, Universidad de Cienfuegos]. <http://biblioteca.ucf.edu.cu/biblioteca/tesis/>

Valero-Jorge, A., González-De Zayas, R., Matos-Pupo, F., Becerra-González, A. L., & Álvarez-Taboada, F. (2024). Mapping and monitoring of the invasive species *Dichrostachys cinerea* (Marabú) in central Cuba using Landsat imagery and machine learning (1994-2022). *Remote Sensing*, 16(5), 798. <http://mdpi.com/2072-4292/16/5/798>

CONFLICTO DE INTERESES:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores

Autor	Roles
Juan Antonio Mateo Rodríguez	Encargado de: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Metodología, Investigación, Escritura – borrador original
Anicel García Rodríguez	Encargado de: Conceptualización, Escritura – borrador original, Redacción - revisión y edición



Eilyn Panal Leyva

Encargado de: Análisis formal,
Metodología, Redacción - revisión y
edición

Universidad & Sociedad publica sus artículos bajo una
licencia Creative Commons <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

