


Uso de la leña y del carbón de especies forestales energéticas en parroquias rurales de Esmeraldas, Ecuador (Revisión)

Use of firewood and charcoal from energy-producing forest species in rural parishes of Esmeraldas, Ecuador (Review)

Damarys García Céspedes. Licenciada en Microbiología. Doctor en Ciencias Técnicas.

Universidad Técnica Luis Vargas Torres. Esmeraldas. Ecuador. damarys.garcia@utelvt.edu.ec 

Lázaro Antonio Lima Cazorla. Licenciado en Radioquímica. Doctor en Ciencias Químicas.

Universidad Técnica Luis Vargas Torres. Esmeraldas. Ecuador. lazaro.lima@utelvt.edu.ec 

Digmar Alfredo Lajones Bones. Ingeniero Forestal. Máster en Manejo de Bosque y Conservación Ambiental. Universidad Técnica Luis Vargas Torres. Esmeraldas. Ecuador.

digmar.lajones@utelvt.edu.ec 

Recibido: 16-06-2025/Aceptado: 24-09-2025

Resumen

En el artículo se aportó evidencia contextual y recomendaciones operativas para la toma de decisiones locales y la planificación de políticas de bioenergía a pequeña escala. Tiene como objetivo valorar el uso de especies forestales con fines energéticos (leña y carbón) en parroquias rurales de Esmeraldas, Ecuador, y proponer lineamientos para su gestión sostenible en el marco del desarrollo rural. Para ello se aplicó un enfoque descriptivo de alcance exploratorio que combinó revisión la bibliográfica y documental con el trabajo de campo (observación directa). La información se organizó considerando criterios de disponibilidad, rendimiento energético reportado, tiempos de regeneración y presión de aprovechamiento. Según las fuentes consultadas, en la zona de estudio la demanda de leña y carbón se concentró en pocas especies:

laurel (*Cordia alliodora*), guayacán (*Tabebuia chrysantha*) y guadua (*Guadua angustifolia*), lo que intensificó la presión sobre bosques secundarios y remanentes; asimismo, se evidenciaron vacíos de manejo que ponen en riesgo la sostenibilidad del recurso y la seguridad energética local. A partir del análisis realizado, se consideró que la gestión debía enfocarse en priorizar especies de rápido crecimiento, en promover la silvicultura comunitaria con rotaciones definidas, en formalizar las prácticas de aprovechamiento mediante acuerdos locales y el control participativo, en diversificar las fuentes energéticas y en mejorar la eficiencia en su uso.

Palabras clave: especies forestales; leña; carbón; desarrollo rural.

Abstract

The article provided contextual evidence and operational recommendations for local decision-making and the planning of small-scale bioenergy policies. Its objective is to assess the use of forest species for energy purposes (firewood and charcoal) in rural parishes of Esmeraldas, Ecuador, and to propose guidelines for their sustainable management within the framework of rural development. A descriptive approach with an exploratory scope was applied, combining bibliographic and documentary review with fieldwork (direct observation). The information was organized considering criteria of availability, reported energy yield, regeneration times, and harvesting pressure. According to the sources consulted, in the study area, the demand for firewood and charcoal was concentrated on a few species: laurel (*Cordia alliodora*), guayacán (*Tabebuia chrysantha*), and guadua (*Guadua angustifolia*), which intensified the pressure on secondary forests and remnants; likewise, management gaps were identified that endanger the sustainability of the resource and local energy security. Based on the analysis, it was concluded that management should focus on prioritizing fast-growing species, promoting community

forestry with defined rotations, formalizing harvesting practices through local agreements and participatory control, diversifying energy sources, and improving the efficiency of their use.

Keywords: forest species; firewood; charcoal; rural development.

Introducción

Ecuador es considerado uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo debido, entre otros factores, a su ubicación geográfica y a la posesión de múltiples ecosistemas, a los cuales se asocia una diversidad florística y faunística, que da origen a diferentes paisajes naturales, entre los que se reconoce el bosque como uno de los recursos más importantes. Especialmente, el territorio ecuatoriano posee una alta vocación forestal y una enorme riqueza en biodiversidad que debe ser conservada (Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), 2016).

La alta biodiversidad del país, más allá de representar solamente una elevada riqueza ecológica, supone también un reto de gobernanza ambiental, especialmente en zonas rurales donde el uso intensivo de la biomasa es una necesidad cotidiana no regulada. Numerosas regiones del país enfrentan cotidianamente este reto y entre ellas se encuentra la provincia de Esmeraldas, ubicada en la costa noroccidental de Ecuador, con una superficie total de 15.824,52 km².

Esta provincia posee una cobertura dominante tipo bosque, que ocupa aproximadamente el 52,2% del territorio, de la cual el 17,6% puede clasificarse como bosque nativo. Asimismo, cuenta con 57 parroquias rurales como parte de sus siete cantones: San Lorenzo, Río Verde, Esmeraldas, Eloy Alfaro, Quinindé, Atacames y Muisne. La variabilidad climática está caracterizada por pluviosidades que varían entre los 800 a 1 200 milímetros anuales, lo que favorece el desarrollo de bosques tropicales húmedos y muy húmedos, así como incrementa la

humedad tanto hacia el norte, como al sur y al interior, con una temperatura promedio de 25°C (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Esmeraldas (GADPE), 2012).

Esta jurisdicción provincial se caracteriza por su vasta cobertura forestal y rica biodiversidad; paradójicamente, es un área donde se extrae la mayor cantidad de especies maderables del bosque natural, lo que contribuye a la extinción de valiosas especies de importancia comercial y natural. Dentro de la provincia, los cantones de mayor extracción de madera son: San Lorenzo, Eloy Alfaro y Quinindé. A esta explotación maderera se suma la conversión del bosque en tierras agrícolas y pecuarias o para actividades mineras o para monocultivos como el de palma aceitera; acciones que, en su conjunto, conducen a la pérdida de la cobertura boscosa y de la biodiversidad (GADPE, 2012).

Estas características hacen que la región sea especialmente dependiente de los recursos naturales, con la biomasa forestal como un elemento crucial en la vida cotidiana de las comunidades rurales. En las parroquias, la leña y el carbón son fuentes principales de energía para la cocción de los alimentos, debido a la falta de acceso a otras fuentes más modernas y accesibles (Olarte, 2022). La dependencia de los recursos forestales ha llevado a una explotación intensiva de las especies maderables, con implicaciones significativas tanto para la economía local como para el medioambiente (Morales & Parra, 2024).

En el caso de Esmeraldas, el uso de leña y carbón como fuentes de energía no es nuevo, sino que ha sido una práctica común durante siglos (Manzón, 2015). Sin embargo, con el crecimiento de la población y la presión sobre los recursos naturales, la sostenibilidad de estas prácticas está siendo cuestionada. Además, la superposición de múltiples formas de uso del suelo genera sinergias negativas que aceleran la degradación forestal; por ello, cualquier propuesta de bioenergía debe integrarse a una planificación territorial más amplia.

La degradación de los bosques, la pérdida de la biodiversidad y el agotamiento de especies forestales claves son problemas que afectan directamente a la capacidad de las comunidades para mantener sus medios de vida y asegurar el suministro constante de energía. A medida que las parroquias rurales de Esmeraldas enfrentan estos desafíos, se hace necesario un análisis profundo de las especies forestales utilizadas para la producción de leña y carbón, así como de las prácticas de manejo forestal que pueden mejorar la sostenibilidad de estos recursos.

Como ya se ha planteado, las comunidades rurales de Esmeraldas dependen en gran medida de sus recursos forestales para satisfacer las necesidades energéticas (Freile et al., 2022). La leña y el carbón no solo son utilizados para la cocción de alimentos, sino que también representan una fuente de ingresos para muchas familias que venden estos productos en mercados locales. Sin embargo, la falta de acceso a tecnologías más eficientes y de alternativas energéticas ha llevado a un uso excesivo de la biomasa forestal, lo que agrava los problemas de deforestación y degradación del suelo (Ordoñez, 2003).

Las especies forestales en las parroquias rurales de Esmeraldas no solo proporcionan materiales esenciales como madera para la construcción, sino que también constituyen una fuente vital de energía en forma de leña y carbón. Estos recursos energéticos, aunque renovables, están sujetos a las leyes de oferta y demanda que rigen su explotación. La identificación y gestión adecuada de las especies con mayor potencial energético es crucial para asegurar que estas prácticas puedan sostenerse en el tiempo sin causar un daño irreparable al medio ambiente (Ordoñez, 2003).

A medida que las parroquias rurales continúan creciendo, la demanda de leña y carbón también aumenta, lo que podría llevar a un agotamiento acelerado de los recursos forestales si no se toman medidas para gestionar su uso de manera sostenible. Entre los desafíos actuales que se

presentan se encuentran: explorar las prácticas actuales de uso de especies forestales para leña y carbón en Esmeraldas, identificar las especies más adecuadas para estos fines y proponer estrategias que mejoren la sostenibilidad de dichas prácticas (Falconí et al., 2005).

Este artículo de revisión se centra en valorar el uso de especies forestales con fines energéticos (leña y carbón) en parroquias rurales de Esmeraldas, Ecuador, y en proponer lineamientos para su gestión sostenible en el marco del desarrollo rural.

Especies forestales con fines energéticos

Los ecosistemas forestales constituyen la fuente más importante de biomasa lignocelulósica en el mundo. En la mayoría de los casos se valoran fundamentalmente por el volumen de biomasa aprovechable por la industria. De esta forma, existe una cantidad significativa de biomasa que queda subestimada, la cual tiene el potencial de convertirse en una fuente de energía actual y futura (Zequeira et al., 2021).

Las especies con fines energéticos pueden definirse como árboles leñosos aptos para producir biomasa con rotaciones cortas y de rebrote vigoroso (Maggio et al., 2022). Según el Instituto Nacional de Bosques (INAB, 2020), se considera idónea, para fines energéticos, una especie forestal que reúne las siguientes características: "a) Crecimiento rápido, (...) b) Capacidad de rebrote, c) Alto rendimiento de biomasa por hectárea, d) Poder calorífico alto, e) Capacidad de reproducirse fácilmente por semilla o en forma asexual, f) Fácil manejo silvicultural en turnos cortos de rotación" (p. 29).

Por lo general, se trata de plantaciones de ciclo corto (de tres a cuatro años) que se establecen con el fin de proveer a las familias de una fuente de fácil acceso para obtener leña. La biomasa forestal, dentro de un contexto energético, se refiere al conjunto de recursos renovables de naturaleza orgánica, incluidos sus derivados, cuya energía proviene de la radiación solar y

queda almacenada en enlaces químicos por efecto de la fotosíntesis vegetal (Flores et al., 2024).

De lo anterior se puede considerar que el desarrollo de bioenergía en zonas rurales requiere priorizar especies forestales adaptadas ecológicamente al contexto local, que combinen un rápido crecimiento con un bajo requerimiento de insumos.

Silvicultura aplicada a plantaciones con fines energéticos

En los contextos rurales, la silvicultura energética debería diseñarse desde una perspectiva agroecológica que integre los ciclos cortos de rotación con el manejo participativo y de bajo costo. A su vez, debe incorporarse el componente preventivo frente a fenómenos como incendios forestales y de degradación del suelo, mediante acciones simples como las brechas cortafuego y la cobertura con residuos vegetales.

En las plantaciones con fines energéticos se busca el volumen de biomasa para leña, por lo que las intervenciones de poda y raleo resultan prescindibles. Asimismo, la plantación debe disponer de medidas de protección ante incendios forestales, incluyendo limpiezas periódicas y brechas de protección (Andersson et al., 2002).

Los autores indicados anteriormente señalan, además, que la silvicultura aplicada a las plantaciones para la obtención de leña es relativamente sencilla. Los distanciamientos deben orientarse, cuando sea viable, a alcanzar la mayor densidad de plantación (árboles/ha). Los espaciamientos recomendados son: 1 m x 1 m; 2 m x 1 m; 2 m x 1,5 m; 2 m x 2 m; 2 m x 3 m; 3 m x 1,5 m (Andersson et al., 2002).

La elección entre el uso de especies forestales con fines energéticos y otros biocombustibles depende de diversos factores, por lo que no necesariamente pueda afirmarse que una opción sea mejor que la otra de manera general. No obstante, existen razones por las cuales el uso de especies forestales con fines energéticos puede ser preferible en ciertos contextos.

La investigación realizada por Carbo (2021) destaca que la elección de especies debe considerar no solo la velocidad de crecimiento, sino también la densidad de la madera y su contenido energético. Las especies con mayor densidad de madera tienden a producir más calor al quemarse, lo que las hace más eficientes como fuente de energía.

Estudios realizados por Medina et al. (2020) indican que el uso de especies forestales para la producción de energía puede ser más sostenible desde el punto de vista ambiental si se gestiona de manera adecuada. Según los hallazgos de Andersson et al. (2002), el uso de especies forestales para la producción de energía puede reducir la competencia con la producción de alimentos, en comparación con algunos biocombustibles que se obtienen a partir de cultivos agrícolas.

En términos de diversificación de fuentes de energía, investigaciones realizadas sugieren que el uso de especies forestales para la producción de energía puede contribuir a aumentar la resiliencia energética y reducir la dependencia de los combustibles fósiles. En cuanto a la reducción de emisiones de gases con efecto invernadero, investigaciones realizadas por Martínez (2022) sugieren que, si se gestionan de manera sostenible, los biocombustibles forestales pueden tener un ciclo de carbono neutro o incluso negativo, lo que contribuiría a la mitigación del cambio climático.

Estas investigaciones coinciden en que el uso de especies forestales con fines energéticos puede ofrecer varios beneficios en comparación con otros biocombustibles; no obstante, también plantean desafíos como la competencia con otros usos de la tierra y la necesidad de una gestión forestal adecuada para garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

Especies forestales con fines energéticos más comúnmente utilizadas en Ecuador

Ecuador es uno de los países con alta demanda de leña para su utilización como combustible en numerosos hogares, especialmente en áreas rurales circundadas por zonas boscosas (Horta, 2005). A partir de los productos generadores de energía, se desarrollan diversas actividades comerciales y productivas como restaurantes, asaderos, ladrilleras, panaderías y criaderos de pollos, entre otras.

De acuerdo con la bibliografía consultada, las especies forestales más comúnmente utilizadas en Ecuador para la producción de leña y carbón incluyen *Eucalyptus* spp., *Acacia* spp., *Pinus* spp. y *Cedrela odorata*. La alta demanda de ciertas especies maderables para leña y carbón en el país, tales como las mencionadas anteriormente, revela una tendencia hacia la especialización productiva que, si no se acompaña de estrategias de manejo y diversificación, puede generar una sobreexplotación crítica.

El desarrollo de la producción de leña y carbón vegetal en Esmeraldas tiene el potencial de generar importantes beneficios socioeconómicos para las comunidades locales (Lema, 2019). La venta de carbón vegetal puede constituir una fuente de ingresos sostenible para los agricultores y las comunidades rurales, contribuyendo a mejorar su calidad de vida (Castellanos et al., 2021).

En regiones como Esmeraldas, donde existen amplias zonas degradadas, su implementación podría permitir una recuperación productiva del paisaje; no obstante, esto requiere de la planificación territorial, de incentivos estatales y de la incorporación de mecanismos de monitoreo socioambiental. Asimismo, el uso de leña y carbón vegetal, como fuente de energía accesible y económica, puede reducir la dependencia de combustibles fósiles y mejorar la seguridad energética de la región (Müller et al., 2014).

Extracción de leña en bosques naturales y la producción de carbón vegetal

La extracción de leña de los bosques naturales es una de las formas más tradicionales de obtener este recurso y muchas veces se realiza sin control. El corte selectivo, que consiste en talar solo los árboles maduros y dejar los más jóvenes para que continúen creciendo, es una práctica recomendada para mantener la salud y la productividad de los bosques (Sabogal et al., 2007). Este proceso puede realizarse manualmente o con la ayuda de maquinaria especializada. Una vez cortada, la madera debe secarse antes de su uso.

Un aspecto importante a destacar es que la extracción no planificada de leña de bosques naturales continúa siendo una práctica dominante en Esmeraldas, al igual que en muchas otras regiones rurales del Ecuador. La implementación de planes de manejo simplificados, validados por las propias comunidades, puede constituir una vía intermedia viable para ordenar el uso sin imponer medidas técnicas o legales que resulten inaplicables.

Por su parte, la producción de carbón vegetal en Esmeraldas ha sido tradicionalmente realizada mediante métodos rudimentarios que, aunque efectivos, resultan menos eficientes y más contaminantes (Lema, 2019). Los métodos tradicionales como los hornos de tierra, generan altos niveles de emisiones de gases con efecto invernadero y presentan una eficiencia energética relativamente baja (Manzón, 2015). Estos métodos, aunque económicos y de fácil implementación, no son sostenibles a largo plazo debido a su impacto ambiental negativo (Castellanos et al., 2021).

Para mejorar la eficiencia y reducir el impacto ambiental, se han desarrollado tecnologías modernas como los hornos de carbón mejorados y las técnicas de carbonización controlada (Aquino, 2021). La adopción de estas tecnologías puede transformar la producción de carbón

vegetal en una actividad más sostenible y menos perjudicial para el medioambiente (Carbo, 2021).

No obstante, la adopción de tecnologías limpias por sí sola no garantiza alcanzar una producción sostenible de carbón vegetal; también son necesarios procesos de capacitación y aspectos relacionados con el financiamiento, todo lo cual puede incidir en su escalamiento.

Especies forestales con fines energéticos empleadas en la provincia de Esmeraldas

Investigaciones realizadas por García et al. (2024) indican que las especies forestales con fines energéticos presentes en los siete cantones de la provincia de Esmeraldas, así como en gran parte de sus parroquias, incluyen: caimitillo, calade, ceiba, chíparo, clavo, colorado, Fernán Sánchez, guaba, guaba machetona, guabillo, guayabo, higuerón de río, jagua, jigua, jigua amarilla, jigua blanca, jigua negra, Juan Guillermo, laurel, mambla, manzano, mata palo, moral bobo, moral fino, naranja, naranjillo, pialde, piñón, quebracha, sabaleta, sangre de grado, tachuelo y tete.

El uso de la leña permanece fuertemente arraigado a la cultura doméstica en las parroquias rurales de la provincia de Esmeraldas, especialmente al gusto de las amas de casa. La consideran irremplazable para cocinar, pues la asocian con un mejor sabor en los alimentos o con la obtención de fuego lento, necesario para la cocción de determinados platillos; no obstante, existe conocimiento sobre las especies de leña y sus características durante la combustión. Es importante destacar que el uso de la leña debe entenderse no solo como una necesidad energética, sino también como un elemento cultural que debe ser protegido y optimizado, no reemplazado abruptamente.

Otros estudios realizados en la provincia de Esmeraldas han identificado algunas especies como adecuadas para la producción de leña y carbón vegetal. Entre ellas se encuentran: laurel

(*Cordia alliodora*), guayacán (*Tabebuia chrysantha*) y guadua (*Guadua angustifolia*) (Aquino, 2021). Estas especies son valoradas no solo por su abundancia, sino también por sus propiedades combustibles y capacidad de regeneración rápida, lo que las convierte en opciones sostenibles cuando se manejan adecuadamente.

La concentración del uso en pocas especies, en general, puede incrementar la vulnerabilidad del recurso. Las observaciones hechas por los autores de esta publicación confirman ese patrón en Esmeraldas y lo atribuyen más a la accesibilidad y al conocimiento práctico local que a comparaciones rigurosas de rendimiento energético.

Prácticas tradicionales y sostenibilidad en el manejo forestal. Propuesta de acciones

Las prácticas tradicionales de manejo forestal han sido, en gran medida, informales y centradas en la explotación de recursos a pequeña escala (Sabogal et al., 2007). Dichas prácticas a menudo no consideran la sostenibilidad a largo plazo, lo que ha conducido a la degradación de los bosques en algunas áreas (Duque & Heredia, 2022). Lejos de ser vistas como obstáculos, estas acciones deben comprenderse como formas de gestión adaptadas cultural y ecológicamente al territorio.

Una de estas prácticas es la reforestación con especies de rápido crecimiento, que pueden cosecharse en ciclos cortos para la producción de leña y carbón. Otra práctica es el manejo selectivo de especies, que permite la cosecha de árboles maduros mientras se protege a los más jóvenes para asegurar la regeneración del bosque (Olarte, 2022). Estas prácticas, si se implementan correctamente, pueden equilibrar la demanda de biomasa con la necesidad de conservar los recursos forestales para las generaciones futuras (Duque & Heredia, 2022). A pesar de los avances en la gestión de los recursos forestales, persisten desafíos significativos que deben

superarse para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de las especies utilizadas en la producción de leña y carbón.

Entre las acciones a desarrollar pueden considerarse:

- Identificar y jerarquizar áreas prioritarias a partir del inventario provincial de deforestación y degradación, con una orientación a las intervenciones de reforestación.
- Seleccionar especies forestales adecuadas, priorizando aquellas de rápido crecimiento, alta capacidad de rebrote y elevado poder calorífico, que garanticen un rendimiento energético óptimo en ciclos cortos de rotación.
- Desarrollar plantaciones mixtas que integren especies nativas con especies exóticas de alto rendimiento energético.
- Implementar programas de monitoreo continuo para evaluar el crecimiento de las plantaciones energéticas y la calidad del suelo.
- Aplicar prácticas de corte selectivo, priorizando la tala de individuos maduros y conservando aquellos en proceso de crecimiento.
- Definir ciclos de rotación adecuados para las especies forestales energéticas.
- Fomentar la participación efectiva de las comunidades locales en la gestión sostenible de las áreas boscosas.
- Establecer programas de subsidios y créditos fiscales dirigidos a productores que adopten prácticas sostenibles.
- Proponer regulaciones estrictas para la explotación de recursos forestales, incorporando la obligatoriedad de planes de manejo para todas las actividades de aprovechamiento de biomasa.
- Desarrollar programas de capacitación dirigidos a agricultores y pobladores rurales sobre técnicas sostenibles de manejo forestal y uso eficiente de la biomasa energética.

- Garantizar la participación comunitaria en la toma de decisiones y en la implementación de prácticas sostenibles.

Sin duda, el éxito de las estrategias de manejo forestal sostenible depende en gran medida de la integración efectiva entre el conocimiento científico y el saber local. Esta integración debe producirse tanto en el diseño como en la ejecución de acciones, mediante espacios de diálogo intercultural y mecanismos de gobernanza comunitaria.

A largo plazo, la sostenibilidad del uso energético forestal exige fortalecer la gobernanza local mediante la creación de estructuras organizativas comunitarias, como comités de manejo forestal, consejos parroquiales de bioenergía o acuerdos territoriales de uso y control. Estas estructuras deben contar con capacidad legal y técnica para establecer normativas internas, gestionar incentivos y monitorear el cumplimiento de prácticas sostenibles.

Conclusiones

1. El uso de especies forestales para la producción de leña y carbón en las parroquias rurales de la provincia de Esmeraldas constituye una práctica profundamente arraigada que desempeña un papel fundamental en la economía local y en la vida cotidiana de sus habitantes. No obstante, la explotación no sostenible de estos recursos ha ocasionado una degradación significativa de los bosques, lo que plantea serios desafíos para la sostenibilidad a largo plazo de dichas prácticas.

2. Para garantizar la continuidad de estos recursos y la salud de los ecosistemas locales, resulta crucial implementar estrategias de manejo forestal sostenible. Entre las más efectivas se destacan la reforestación con especies de rápido crecimiento y la adopción de tecnologías más eficientes que posibiliten un uso más responsable y menos perjudicial de la biomasa forestal.

3. El involucramiento efectivo de las comunidades locales en la gestión de los recursos forestales resulta fundamental para garantizar que los beneficios de estos esfuerzos se distribuyan de manera equitativa, promoviendo un desarrollo rural sostenible que respete la rica biodiversidad de la región.

Referencias bibliográficas

- Andersson, G., Antti, A., Björheden, R., Hall, P. W., Hudson, J. B., Jirjis, R., Mead, D. J., Nurmi, J. & Weetman, G. F. (2002). Production of forest energy. En: Richardson, J., Björheden, R. Hakkila, P., Lowe, A. T. & Smith, C. T. (Eds.). (2002). *Bioenergy from sustainable forestry: Guiding principles and practice* (pp. 49-123). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/0-306-47519-7_3
- Aquino, A. (2021). *Ganadera San Benito Sociedad Anónima. Explotación agropecuaria (agrícola y ganadera). Plan de uso de la tierra, producción de carbón vegetal, aserradero móvil, área de confinamiento para producción ganadera.* https://informacionpublica.paraguay.gov.py/public/2544256-RIMA_docxpdf-RIMA_docx.pdf
- Carbo, R. Y. (2021). *Potencial maderable y valorización económica de las especies forestales comerciales del bosque siempreverde ubicado en el recinto Valle del Sade, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/929e26ef-9689-4d78-b536-636bf2e50c6b>
- Castellanos, B. P., Carrillo, N. & Hernández, A. (2021). El comercio del carbón vegetal y su transitar hacia la bioeconomía en México. *C3-BIOECONOMY: Circular and Sustainable Bioeconomy*, (2), 55-68. <https://doi.org/10.21071/c3b.vi2.13527>

- Duque, V. & Heredia, M. (2022). Comunicación para la sostenibilidad en la Amazonía ecuatoriana: el caso de la reserva de biosfera Yasuní. *VISUAL REVIEW. International Visual Culture Review/Revista Internacional de Cultura Visual*, 10(1), 1-12.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8942121>
- Falconí, F., Burneo, D., Burbano, R. & Vallejo, M. C. (2005). *Evaluación de la política de manejo forestal en el Ecuador: propuesta de incentivos económicos*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <http://elbosque.org.ec/wp-content/uploads/2022/12/Evaluacion-de-la-politica-de-manejo-forestal-en-el-Ecuador-Propuesta-de-incentivos-economicos-1.pdf>
- Flores, M. A., Campos, J., de Moure, F. J., González, M. M., Galván, L. A., Quezada, D. L. & Ramos, M. Á. (2024). Avances en el estudio de la modificación del contenido de ácidos grasos en las larvas de *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) para la producción de biodiésel a través de cambios bioquímicos en la fuente de alimentación. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 27.
<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2024.638>
- Freile, J., Pardo, A. & Ordóñez, L. (2022). Connectivity corridors in the northern Andes: review of experiences. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 9(9), 1-25.
https://www.researchgate.net/publication/361432024_Corredores_de_conectividad_en_los_Andes_del_norte_revision_de_experiencias_Connectivity_corridors_in_the_northern_Andes_review_of_experiences
- García, D., Lajones, A., Velázquez, B. & Arroyo, O. (2024). *Impactos económicos, ambientales y sociales derivados de la utilización de los cultivos energéticos en la provincia de*

- Esmeraldas. *Informe final proyecto de investigación*. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Esmeraldas. (GADPE). (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Esmeraldas 2012-2020*.
https://www.prefecturadeesmeraldas.gob.ec/web/assets/pdot_esmeraldas11.pdf
- Horta, L. A. (2005). *Perspectivas de sostenibilidad energética en los países de la Comunidad Andina*. CEPAL. <https://digitallibrary.un.org/record/547252?>
- Instituto Nacional de Bosques (INAB). (2020). *Manual de criterios y parámetros probosque. Tomo I*.
https://inab.gob.gt/images/dependencias/desarrolloforestal/PROBOSQUE/Tomo%20I%20Manual%20PROBOSQUE%20Vers_10.12.2020.pdf
- Lema, L. L. (2019). Estudio económico para la creación de una microempresa productora de carbón ecológico en base a la cáscara del coco en el recinto El Limonal, cantón Simón Bolívar, provincia del Guayas. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*.
<https://www.eumed.net/rev/oel/2019/09/carbon-ecologico-coco.pdf>
- Maggio, A. D., Caniza, F. J., Cellini, J. M. & Martinez, A. G. (2022). Potencial dendroenergético de dos clones de *Eucalyptus* sp. en Corrientes, Argentina. *Madera y Bosques*, 28(1), 1-13.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v28n1/2448-7597-mb-28-01-e2812268.pdf>
- Manzón, M. d. J. (2015). *Evaluación del impacto socioeconómico de la producción del carbón vegetal en una comunidad forestal en la Península de Yucatán, México* [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza].
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8517>

- Martínez, J. A. (2022). El régimen jurídico forestal sostenible: residuos forestales, biomasa y bioeconomía. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 13(2). 1-25.
<https://www.raco.cat/index.php/rcda/article/view/414157>
- Medina, R., Cobos, F., Lombeida, E. & Hasang, E. (2020). Evaluación de un sistema silvopastoril para la gestión sostenible de los recursos naturales de la Hacienda Aurora, Guayas-Ecuador. *Journal of Science and Research*, 5(1), 79-95.
<https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/999/699>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (MAE). (2016). *Diversidad y ecosistemas en Ecuador*. Editorial MAE.
- Morales, M. & Parra, M. (2024). Producción y tecnología rural apropiada para uso final de los biocombustibles sólidos en comunidades rurales. En: Morales, M. & López, L. B. (Coords.). (2024). *Aplicaciones energéticas de la biomasa: propuesta divulgativa para el acceso universal del conocimiento*. pp. 83-89. Universidad Intercultural Indígena de Michoacán.
<https://repositorio.uiim.edu.mx/bitstream/handle/123456789/144/Libro%20espa%C3%B1ol%20-%20merged.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Müller, R., Pacheco, P. & Montero, J. C. (2014). *El contexto de la deforestación y degradación de los bosques en Bolivia: Causas, actores e instituciones*. Centro para la Investigación Forestal Internacional.
https://www.cifor-icraf.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-100.pdf
- Olarte, A. S. (2022). La eficiencia energética, Desafíos y oportunidades en Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 8(2), 1434-1441.
<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2714>

- Ordoñez, Y. O. (2003). *Validación de indicadores ecológicos para la evaluación de sostenibilidad en bosques bajo manejo forestal en el trópico húmedo, con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación* [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4285>
- Sabogal, C., Snook, L., Boscolo, M., Pokorny, B., Quevedo, L., Lentini, M. & Colán, V. (2007). Adopción de prácticas de manejo forestal sostenible por empresas madereras en la Amazonía de Brasil, Bolivia y Perú. *Recursos Naturales y Ambiente*, 49, 100-111. https://www.cifor-icraf.org/publications/pdf_files/articles/ASnook0503.pdf
- Zequeira, L. D., Garea, B. I. & Curbelo, A. J. (2021). Metodología para la zonificación del potencial de biomasa con fines energéticos orientada a empresas forestales. Caso empresa agroforestal La Palma, Pinar del Río. *Revista Cubana de Ciencias Forestales, CFORES*, 9(3), 440-453. <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/717>