# Grupo Homogéneo: Corte de Arboles

Según la Clasificación Industrial Internacional de las Actividades Económicas (CIIU), la tala de árboles se encuentra clasificada bajo el código 0220, que corresponde a la extracción de madera. Esta categoría abarca diversas actividades, como la extracción y transformación de madera en bruto (descortezada y simplemente escuadrada), la producción de troncos de madera destinados a su uso en bruto, como puntales, estacas, cercas y postes, así como la producción de madera destinada a industrias manufactureras que emplean productos forestales.

En este contexto, los árboles se pueden clasificar en dos categorías principales: maderables y no maderables. Estas distinciones se basan en las especies vegetales que los componen, siendo el grupo maderable el más amplio en términos de variedad de especies, mientras que el grupo no maderable está representado principalmente por la Guadua. Es crucial tener presente esta diferencia, ya que ambas categorías poseen un rendimiento diferente.

Debido a la índole de esta actividad, su ejecución implica el uso de maquinaria agrícola para llevar a cabo diversas operaciones, como la cosecha, transporte interno, despeje de árboles y extracción de madera. En este contexto, el producto final del proceso productivo a evaluar es la madera cortada.

Conforme se detalla en la Tabla 1, el corte de árboles, ya sean maderables o no maderables, mediante mecanización en Colombia, exhibe la versatilidad de desarrollarse en diversos pisos térmicos característicos del territorio nacional. Especies como el pino y el eucalipto demuestran una adaptación exitosa a climas fríos y templados, con temperaturas oscilantes entre los 12°C y 18°C, características de las zonas andinas y de altiplano. En contraste, el Teca y la Acacia Mangium florecen en regiones cálidas, donde las temperaturas oscilan entre los 24°C y 30°C.

Finalmente, cabe destacar que la actividad de tala y corte de árboles conlleva la generación de residuos primarios, entre los cuales se incluyen ramas, hojas, cortezas y otros remanentes de los árboles.

Tabla . Descripción del grupo CIIU

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Descripción** | **Producto** | **Residuos** | **Piso térmico** | **Grupo homogéneo** |
| Extracción de madera | Madera cortada | Restos de corte: Ramas, hojas, cortezas y otros remanentes de los arboles | Cálido/templado | Corte de arboles |

Fuente: elaboración propia

# Generalidades del sector

Una vez establecido que el corte de árboles se clasifica bajo el código 0220 CIIU correspondiente a la extracción de madera, se presentan a continuación algunas cifras clave sobre el sector en Colombia.

De acuerdo a los últimos datos del boletín estadístico forestal del 2023, el volumen total del primer de madera movilizada se calcula en 3.180.850 m3 a continuación se detalla el volumen por tipo de producto registrado por el ICA proveniente de plantaciones comerciales.

Tabla . Datos nacionales de tipo de producto de la madera movilizada (m3)

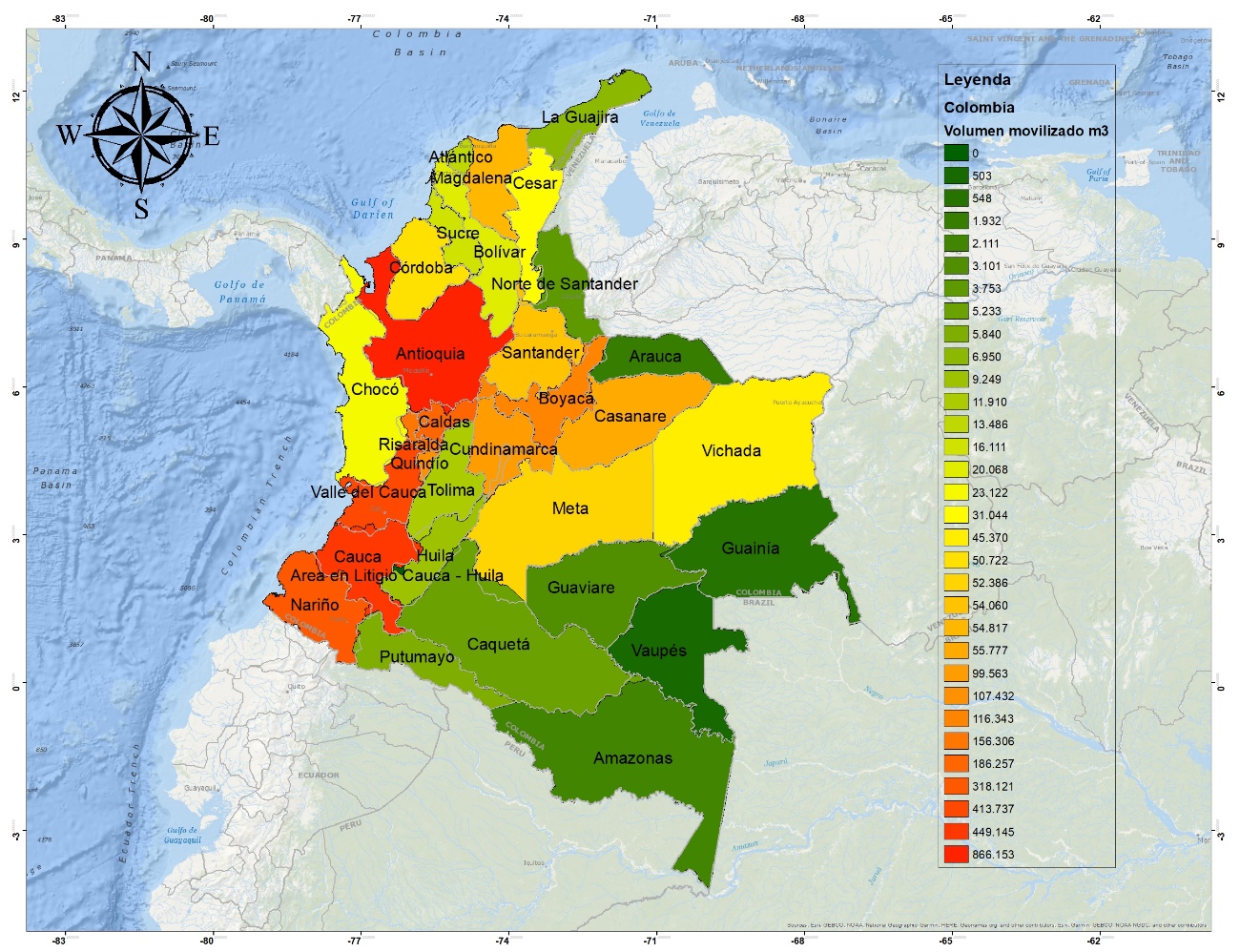
| **Tipos de producto** | **M3** | **%** |
| --- | --- | --- |
| Rolliza | 1.092.017 | 43,5% |
| Pulpa | 973.411 | 38,8% |
| Bloque | 331.412 | 13,2% |
| Palanca de Mina | 61.959 | 2,5% |
| Tabla | 19.109 | 0,8% |
| Postes | 10.201 | 0,4% |
| Tolete | 5.638 | 0,2% |
| Limatón | 3.644 | 0,1% |
| Vara de Clavo | 3.471 | 0,1% |
| Repisas | 1.337 | 0,1% |
| Cercos | 1.296 | 0,1% |
| Otros | 1.170 | 0,0% |
| Pilotes | 960 | 0,0% |
| Planchón | 890 | 0,0% |
| Tablón | 872 | 0,0% |
| Vigas | 817 | 0,0% |
| Madera Troceada | 32 | 0,0% |
| Durmientes | 30 | 0,0% |
| TOTAL | 2.508.263 | 100% |

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023)

El volumen restante m3 no registrado anteriormente (672.587 m3) corresponde a la madera proveniente de bosque natural no maderable.

En la figura siguiente, se presenta el volumen movilizado de productos del 2022, tanto maderables como no maderables (Guadua), desglosado por departamento. Antioquia, Cauca, Valle del Cauca y Nariño destacan con porcentajes del 26,2%, 14,7%, 12,7% y 10,1%, respectivamente. Es relevante subrayar que la mayor proporción de la madera movilizada en Antioquia, Cauca y Valle del Cauca proviene de plantaciones forestales destinadas a fines comerciales, mientras que la madera movilizada en Nariño proviene de bosques naturales.

Figura 1. Volumen movilizado de productos maderables y no maderables (Guada)



Fuente:(Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023)

En el proceso de calcular la producción nacional a partir de los volúmenes conocidos por especie, se recurrió a fuentes secundarias que analizaron la densidad de cada una de las especies de árboles consideradas en este sector. De esta manera, se obtuvo la producción anual total expresada en toneladas. A continuación, se detallan los resultados obtenidos.

Tabla . Datos nacionales de producción de cortes de árboles por especie

| **Tipo** | **Especie** | **Densidad (kg/m3)** | **Producción (Tn/año)** |
| --- | --- | --- | --- |
| Maderable | Acacia mangium | 566,67 | 190.147 |
| Maderable | Pino pátula | 570,00 | 167.931 |
| Maderable | Pinus caribaea | 555,00 | 141.020 |
| Maderable | Eucalipto grandis | 665,00 | 139.926 |
| Maderable | Teca | 650,00 | 130.047 |
| Maderable | Eucalipto Pellita | 747,00 | 137.856 |
| Maderable | Pino tecunumanii | 610,00 | 98.805 |
| Maderable | Otras Nativas | 585,00 | 60.777 |
| Maderable | Melina | 495,00 | 43.911 |
| Maderable | Eucalipto urophylla | 500,00 | 43.791 |
| Maderable | Pino maximinoi | 578,33 | 49.298 |
| Maderable | Pino oocarpa | 578,33 | 46.932 |
| Maderable | Nogal | 460,00 | 37.206 |
| Maderable | Eucalipto tereticornis | 653,00 | 34.307 |
| Maderable | Roble | 950,00 | 49.033 |
| Maderable | Ceiba | 590,00 | 29.374 |
| Maderable | Cipres | 520,00 | 25.119 |
| Maderable | Eucalipto globulus | 700,00 | 30.033 |
| Maderable | Cedro | 500,00 | 16.018 |
| Maderable | Otros Pinos | 578,33 | 9.746 |
| Maderable | Otros Eucaliptos | 653,00 | 9.237 |
| Maderable | Eucalipto camaldulenses | 653,00 | 8.864 |
| Maderable | n.d. | 585,00 | 6.152 |
| Maderable | Balso | 120,00 | 751 |
| Maderable | Otras Introducidas | 585,00 | 590 |
| NO maderable | Guadua | 607,65 | 408.698 |
| Total |  |  | 1.915.569 |

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023)

* 1. Descripción del proceso productivo

A través de la información secundaria recolectada, se identificó el proceso de corte de árboles el cual esta compuesto por seis (6) principales procesos.

La primera fase corresponde a la preparación del terreno, la cual implica la limpieza del lote con remoción de la vegetación existente, malezas y residuos mediante el uso de maquinaria como tractores equipados con implementos específicos como rastrillos y cinceles o motosierras, esta área generalmente no corresponde a la totalidad del área a que se va a sembrar. Adicionalmente, de acuerdo a los requerimientos topográficos particulares, puede complementarse esta labor con actividades más profundas de subsolado, necesarias para fracturar capas endurecidas y permitir una adecuada penetración radicular.

Una vez acondicionado el terreno, se procede con la siembra o plantación de los árboles, preferiblemente al inicio del periodo de lluvias. Ésta puede realizarse de forma manual depositando las plántulas o material vegetativo en los sitios establecidos o, de manera mecanizada mediante el uso de plantadoras forestales especiales que incrementan notablemente el rendimiento de esta operación siempre y cuando el terreno lo permita. De forma complementaria, durante la siembra también se realiza la fertilización de arranque con el fin de proveer los nutrientes iniciales requeridos por cada especie forestal de acuerdo al resultado de los análisis de suelos.

Durante la fase de crecimiento y desarrollo de los árboles, se ejecutan diversas labores culturales. Estas incluyen podas, raleos selectivos y estrategias para controlar las malezas, que varían desde métodos manuales como machete y motosierra hasta la aplicación de herbicidas. Además, se realiza la fertilización de mantenimiento y, en ciertos casos, se aplican riegos durante las temporadas secas, aunque esta práctica tiende a omitirse en plantaciones de gran extensión ya que no es viable un riego mecanizado.

Finalmente, luego de culminar el turno de aprovechamiento, se realiza la cosecha, la cual involucra el apeo de los árboles con motosierra, desrame, troceado de los fustes en longitudes requeridas, extracción de la madera mediante sistemas de cableado, y su posterior cargue en camiones para ser transportada hasta los centros de transformación y comercialización.

Tabla . Descripción de procesos productivos

| **Proceso y/o Actividad** | **Subproceso** | **Tecnología y/o equipo** |
| --- | --- | --- |
| Evaluación del sitio y planificación | Evaluación del terreno | Herramientas de medición, GPS, tecnología de mapeo |
| Planificación | Software de planificación, equipos de diseño forestal |
| Preparación del sitio | Despeje y limpieza del terreno | Maquinaria de despeje, tractores, equipos de preparación del suelo |
| Preparación del suelo | Equipos de labranza, arados, implementos de preparación del suelo |
| Plantación | Plantación de árboles | Plantadoras mecánicas, sistemas de alineación |
| Cuidado de la plantación | Riego | Sistemas de riego, equipos de riego |
| Control de malezas | Equipos de control de malezas, herbicidas |
| Protección de árboles jóvenes | Dispositivos de protección, cercas de protección |
| Monitoreo y manejo de plagas y enfermedades | Monitoreo de plagas | Equipos de monitoreo, trampas, sistemas de alerta temprana |
| Manejo integrado de plagas | Insecticidas, control biológico, prácticas de manejo integrado |
| Cosecha y transporte | Corte y cosecha de madera | Equipos de cosecha, motosierras, maquinaria de extracción de madera |
| Transporte de madera | Camiones de transporte, equipos de carga y descarga |

Fuente: elaboración propia

# Resultados de campo

Las visitas de campo se llevaron a cabo con el objetivo de realizar una caracterización energética completa de las plantaciones forestales visitadas, enfocándose en los consumos finales de energía y desglosando los usos específicos, equipos, tecnologías y fuentes empleadas en el sector. A su vez, se validaron los procesos identificados previamente a través de información secundaria, así como conocer con mayor nivel de detalle el funcionamiento y particularidades de cada una de las maquinarias y equipos utilizados en las diferentes etapas del corte de los árboles.

De esta manera, el trabajo de campo permitió complementar y precisar la información bibliográfica recopilada sobre los procesos productivos y los aspectos energéticos asociados.

Imagen 3. Visitas de corte árboles con mecanización

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  | |

Fuente: recolectadas en campo

Tabla . Equipos empleados en el proceso productivo del aguacate

| **Equipo** | **Descripción** |
| --- | --- |
| Motosierra  MOTOSIERRA STIHL MS650 36", 6.4 HP, 84.9cc | casapanchojardines | La motosierra se utiliza para el corte de la madera en el proceso de cosecha, la referencia encontrada en capo fue STIHL 382 3/8" R, la cual tiene una potencia de 5,3 HP y una cilindrada de 72,2 cm3. |
| Tractor | El tractor de 95 HP - 130 HP se utiliza para el proceso de despeje de árboles y la extracción, usualmente el tractor sujeta otra herramienta llamada rolo en el despeje de árboles. |
| Brazo hidráulico | El brazo hidráulico se emplea específicamente para la extracción de madera en el subproceso de cargue. |

Fuente: elaboración propia

* 1. Energéticos empleados

En cuanto a los energéticos empleados, según se especifica en la tabla siguiente, se reconocen el uso de ACPM, gasolina y energía eléctrica. El consumo más significativo se vincula al transporte interno, despeje de árboles y brazo hidráulico, siendo el tractor el equipo principal en la realización de estas actividades. A continuación, en orden de consumo, se encuentra la gasolina, la cual se destina a la motosierra, empleada en los procesos de cosecha.

Tabla . Energéticos empleados

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Grupo Homogéneo** | **Proceso** | **Equipo** | **Uso final de energía** | **Energético** |
| Corte de árboles | Cosecha | Motosierra | Fuerza motriz | Gasolina |
| Corte de árboles | Cosecha | Motosierra | Fuerza motriz | Energía eléctrica |
| Corte de árboles | Transporte interno | Tractor | Fuerza motriz | ACPM |
| Corte de árboles | Despeje de arboles | Tractor | Fuerza motriz | ACPM |
| Corte de árboles | Extracción de madera | Brazo hidráulico | Fuerza motriz | ACPM |

Fuente: elaboración propia

* 1. Biomasa residual y potencial de aprovechamiento energético

Considerando los principales residuos generados en el corte de árboles, tales como ramas, hojas, cortezas y otros restos, se estima que su poder calorífico puede alcanzar hasta 15 MJ/kg en base seca. No obstante, uno de los desafíos más significativos que enfrentan estos residuos agrícolas se relaciona con los costos asociados a su producción, recolección y transporte. A pesar de ello, en Colombia, existen algunos proyectos y potenciales que buscan aprovechar la biomasa forestal para la generación de energía en el ámbito del cultivo y corte de árboles.

Un ejemplo de esta iniciativa se encuentra detallado en un artículo que aborda la generación de energía a partir de biomasa residual y cultivos energéticos forestales en la región del Amazonas. En dicho análisis, se examina el potencial de aprovechamiento energético, concluyendo que el área forestal en Colombia abarca 492.457 km2, con una cantidad real de biomasa estimada en 213.238,41 m3. Aunque gran parte de esta área está sujeta a normativas de protección ambiental, el potencial teórico para la generación de energía eléctrica asciende a 81,39 MW/año, siendo los departamentos de Caquetá y Putumayo los que presentan mayores contribuciones.

Otro ejemplo son los proyectos de mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), dichas iniciativas de mitigación se derivan del protocolo Kioto, en Colombia se han registrado proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio para venta de bonos de carbono utilizando biomasa para energía.

Finalmente, cabe mencionar el potencial energético que posee la combustión de madera y la leña, y se le conoce como Dendroenergía, pero su competitividad como biomasa dependerá de que tanto llegue a cumplir con los objetivos contenido en las políticas energéticas, los costos y beneficios sociales.

* 1. Indicadores

En la fase inicial del cálculo de indicadores, se procedió a segmentar el consumo de energéticos en siete (7) grupos de uso final. En este contexto, los resultados revelan que la totalidad del consumo de energéticos, alcanzando el 100%, corresponde al uso final de fuerza motriz, siendo impulsado principalmente por la utilización de tractores, motosierras y brazos hidráulicos.

Tabla . Energéticos empleados por uso final

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Grupo Homogéneo** | **Calor directo** | **Climatización** | **Fuerza motriz** | **Iluminación** | **Otros** | **Refrigeración** | **Calor indirecto** | **Total** |
| Corte de árboles | 0% | 0% | 100% | 0% | 0% | 0% | 0.% | 100% |

Fuente: elaboración propia

A partir de lo mencionado anteriormente, se procede a desglosar la participación por energético para el grupo homogéneo. Como se observa a continuación se observa que en fuerza motriz el 94,91% corresponde a ACPM, el 3,83% a gasolina y 1,26% a energía eléctrica.

Tabla . Porcentajes de participación por energético - Maderable

|  |  |
| --- | --- |
| **Energético** | **Participación** |
| ACPM | 94,91% |
| Energía Eléctrica | 1,26% |
| Gasolina | 3,83% |
| Total | 100% |

Fuente: elaboración propia

Finalmente, los indicadores recopilados en el campo, que facilitaron la extrapolación de la información, se presentan a continuación en unidades de megajulios por tonelada (MJ/Tn). En este análisis, destaca la notable demanda de ACPM en la mayoría de los procesos, mientras que se observa una baja demanda en los procesos que involucran gasolina. Si bien anteriormente se menciona la energía eléctrica, en campo no se registró este consumo, por ello se usa el valor de consumo de energía eléctrica del DANE para corte de árboles, el cual se le atribuye al uso de motores eléctricos como la motosierra.

Tabla . Indicadores por proceso – Corte de árboles

| **Proceso** | **Subproceso** | **Energético** | **Unidades indicador** | **Indicador** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Cosecha | Fumigación con tractor | Gasolina | MJ/Tn | 0,72 |
| Transporte interno | Control de maleza con tractor | ACPM | MJ/Tn | 7,10 |
| Despeje de arboles | Corta fuegos con tractor | ACPM | MJ/Tn | 0,54 |
| Extracción de madera | Guadañado | ACPM | MJ/Tn | 10,12 |

Fuente: elaboración propia

A partir de los indicadores por proceso, se calculó el indicador total por tonelada en el sector del corte de árboles, el indicador representa el consumo energético por tonelada de madera extraída. En ese sentido, se requiere 18,48 MJ de energía por cada tonelada de madera extraída.

Tabla . Indicadores en MJ/Tn para el Corte de árboles a nivel nacional

|  |  |
| --- | --- |
| **Grupo Homogéneo** | **Indicador [MJ/Tn]** |
| Corte de árboles | 18,48 |

Fuente: elaboración propia

Finalmente, a partir de los indicadores para ACPM y gasolina, calculamos el consumo anual para cada uno de dichos energéticos. En ese sentido, se requieren 34,03 TJ de ACPM anual, 1,37 TJ de gasolina anual y 0,45 TJ de energía eléctrica para el corte de árboles.

Tabla . Consolidados energéticos en TJ para el Corte de árboles a nivel nacional

| **Energético** | **TJ/año** |
| --- | --- |
| ACPM | 34,03 |
| Gasolina | 1,37 |
| Energía eléctrica | 0,45 |
| **Total** | **35,85** |

Fuente: elaboración propia

# Recomendaciones

Una vez analizados los consumos de energía, así como los energéticos empleados en el proceso de corte de árboles, se plantean las siguientes recomendaciones en términos de implementación de tecnologías limpias y buenas prácticas.

Tabla 13. Tecnologías limpias y buenas prácticas

| **Tecnología** | **Descripción** | **Beneficios** |
| --- | --- | --- |
| Cambio de tecnología | Cambio de motores de ACPM y gasolina a motores de energía eléctrica | Reducción del uso de combustible fósil y emisiones de CO2 |
| Renovación de equipos | Cambio de equipos con antigüedades superiores a los 8 años | Mayor producción y menor consumo |
| Buenas prácticas de cosecha, empaque y transporte | Disponer de una planificación de cosechas, teniendo en cuenta los requerimientos del mercado | Evitar el uso de contaminantes y combustibles fósiles, y reducción de las emisiones de CO2. |
| Uso de la biomasa como potencial energético. | Reutilizar los productores orgánicos liberados del corte de árboles. | Reducción del uso de combustible fósil y emisiones de CO2 |

Fuente: elaboración propia

# Referencias

Contreras, C., Sebastián, J., Borda, G., & Alexander, J. (s. f.). *Energía a partir de biomasa residual y cultivos energéticos forestales para el Amazonas*.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). *Boletín estadístico forestal*.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). *7° Boletin forestal*. https://fedemaderas.org.co/boletin-forestal-2023/

Vasquez Victoria, A. (s. f.). *SILVICULTURA DE PLANTACIONES FORESTALES EN COLOMBIA*.