# Grupo Homogéneo: Cultivo de café

El grupo homogéneo Cultivo de café engloba el CIIU 123, el cual incluye el proceso de beneficio conformado por: cosecha, despulpado, fermentación, lavado y secado, sin embargo se excluyen algunos de los procesos mencionados cuando no se realizan dentro de la misma unidad de producción agrícola.

En este contexto, el proceso productivo que se va a evaluar tiene como producto final el grano de café seco, el cual es la materia prima que ingresa a los equipos de trillado de café para el proceso de beneficiamiento. Finalmente, se identifican los procesos mecanizados según el tamaño de la Unidad Productora Agropecuaria (UPA).

Como se detalla en la Tabla 1, el cultivo de café se encuentra principalmente en el piso térmico templado y el principal residuo de la producción primaria es la zoca y poda.

**Tabla 1.** Descripción del grupo CIIU

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Descripción** | **Producto** | **Residuos** | **Piso térmico** | **Grupo homogéneo** |
| Cultivo de café,0 | Grano de café seco | Zoca y poda | Templado | Café |

Fuente: elaboración propia

# Generalidades del sector

Una vez que hemos establecido el grupo CIIU y detallado el proceso y producto final que se está evaluando, procedemos a compartir algunas generalidades y datos clave del sector productivo. Para obtener estas cifras, nos basamos en el reporte del primer semestre del 2019 del DANE y ENA, con el fin de definir la información sobre área sembrada, producción y rendimiento a nivel nacional. Como se ilustra en la Tabla 2, el área total sembrada de café en Colombia asciende a 815.192 hectáreas. Adicionalmente a lo expuesto, el rendimiento global nacional del cultivo de café alcanza las 0,8 toneladas por hectárea.

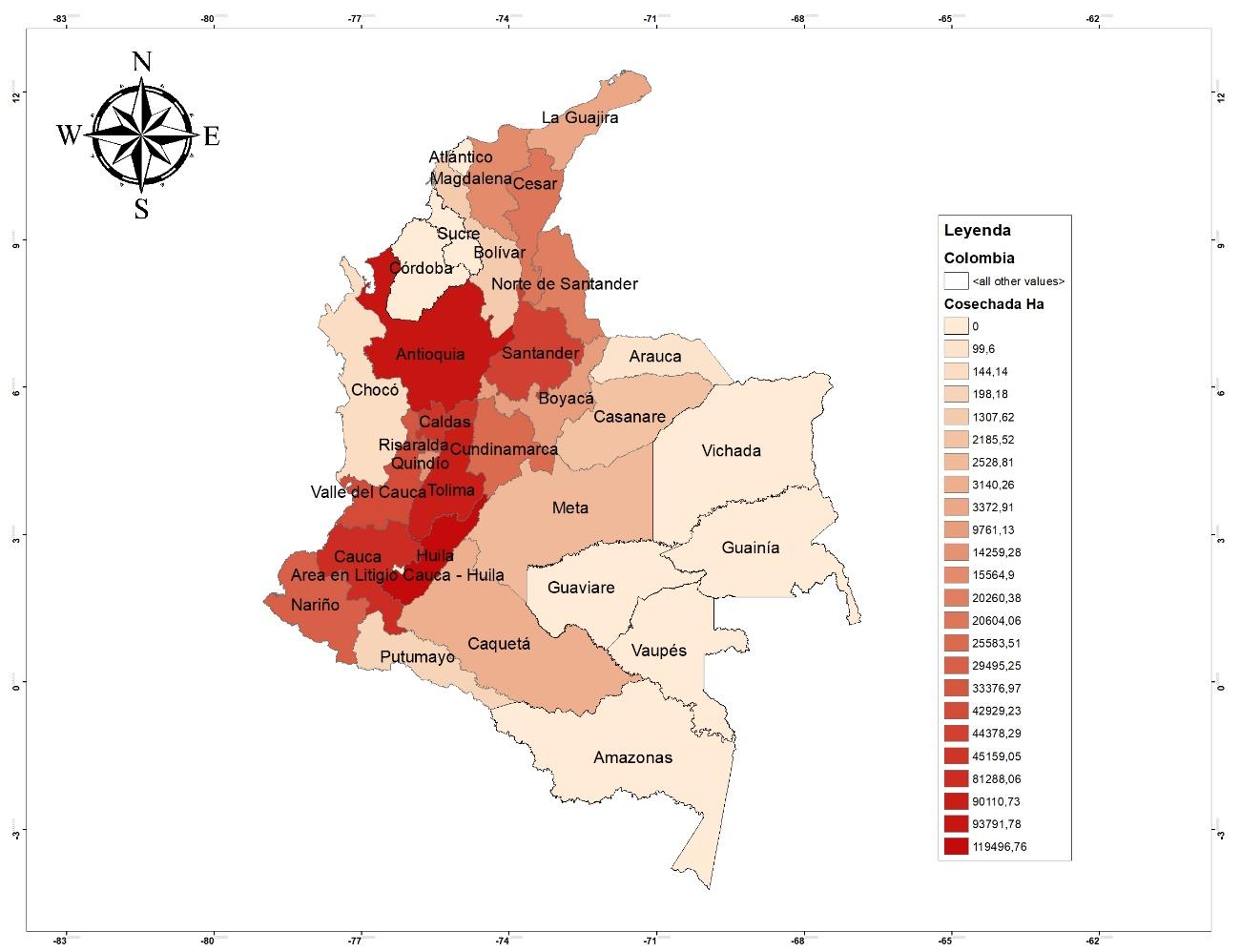
**Tabla 2.**  Datos nacionales de la siembra de café

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Área sembrada (Ha)** | **Producción (Ton)** | **Rendimiento (Ton/Ha)** |
| 815.192 | 408.330 | 0,8 |

Fuente: elaboración propia

En el mapa siguiente, se observan con detalle los principales departamentos productores de café, destacando entre ellos Antioquia y Huila. En relación al ciclo productivo del café, este puede tardar entre cuatro (4) y cinco (5) meses en florecer la planta de cafeto desde que la semilla es plantada, después el periodo de maduración arda entre seis (6) y ocho (8) meses en madurar.

**Figura 1**. Área de café cosechado por departamento



Fuente: elaborado con datos del DANE

* 1. **Descripción del proceso productivo**

A través de la información secundaria recolectada, se ha identificado la aplicación de diez procesos principales en el ciclo productivo del cultivo de café. El primero de ellos es la preparación del cultivo, que inicia con el uso de guadañas y machete para limpiar el terreno.Este proceso involucra el uso de motores a gasolina y también se emplea para el mantenimiento del terreno o también conocido como podas regulares de acuerdo a los requerimientos.

Por otro lado, la siembra es manual, de este mismo modo sucede con el riego en la mayoría de los casos, aunque también hay productores que no emplean un sistema de riego sino que dependen de las condiciones atmosféricas.

Para la fumigación o control del cultivo es común el uso de bombas de espalda pero puede depender del tamaño del productor, en otros casos se emplea la bomba estacionaria con potencias de hasta 5 kW. La siguiente etapa es la cosecha la cual es 100% manual.

Los procesos de mayor consumo continúan después de la cosecha con el uso del demucilador para el cual se emplean una serie de motores con el uso de la energía eléctrica, con el objetivo de realizar el despulpado del grano de café, que continúa con el lavado del mismo y que su vez demanda el bombeo de agua a través del uso de electrobombas y bombas. Finalmente el proceso de secado puede ser completamente manual usando la luz directa del sol en conjunto con mallas o instalaciones en los techos de las viviendas de los productores, pero para las grandes extensiones de cultivo de café se llegan a implementar equipos de secado como hornos con el uso de energía eléctrica. A continuación se resume la descripción de los procesos productivos:

**Tabla 3.** Descripción de procesos productivos

| **Proceso** | **Subproceso** | **Tecnología y/o equipo** |
| --- | --- | --- |
| Preparación de los cultivos | Limpieza de cultivo | Machetes, sierras de cadena, guadañas |
| Conservación de suelos | Palas, retroexcavadoras |
| Siembra del cultivo | Semilleros | Filtración con arnero |
| Trasplante | Manual |
| Riego | Riego de cafetales | Riego por goteo, aspersión o rodado |
| Podas | Eliminación de ramas no deseadas | Tijeras, sierras |
| Control del cultivo | Control de malezas | Bombas de espalda |
| Cosecha | Cosecha | Manual |
| Fermentación | Procesamiento húmedo | Demucilador mecánico, tolva, tanque sifón |
| Bombeo | Lavado | Motobombas, bombas |
| Despulpado | Retiro de la cáscara | Manual, despulpadora, lavador |
| Secado | Secado del grano | Luz directa del sol, secadora de mallas, secado centrífuga |

Fuente: elaboración propia

# Resultados de campo

A través de las visitas de campo realizadas se identificaron los procesos recolectados a través de información secundaria y se conoció a mayor detalle el funcionamiento de cada uno de los equipos empleados.

**Figura 2.** Visitas de cultivo de café

Fuente: recolectadas en campo

Además de algunas variaciones en el uso de equipos manuales y mecánicos, a continuación se presentan los equipos con sus correspondientes descripciones. Es fundamental destacar que dependiendo del piso térmico en el que se encuentre el cultivo se encuentran sistemas de riego o no.

**Tabla 4.** Equipos empelados en el proceso productivo del café

| **Equipo** | **Descripción** |
| --- | --- |
| 1. Guadaña | El uso de la guadaña se presenta en dos casos, el primero para la preparación del terreno antes de la siembra y posteriormente para realizar el mantenimiento del cultivo de acuerdo a sus requerimientos. |
| 2. Motor de espalda | Este equipo se utiliza principalmente para la fumigación y hace parte del proceso de mantenimiento que se le aplica al cultivo, sin embargo en unas ocasiones dependiendo la extensión del terreno se puede emplear bombas de espalda completamente manuales. |
| 3. Bomba estacionaria | La bomba estacionaria se utiliza tanto para la fumigación en terrenos con grandes extensiones productivas como para para el riego en el caso que aplique. |
| 4. Demulsificadora | Después de la cosecha que se realiza de manera completamente manual se emplea la emulsificadora y su tecnología varia dependiendo del productor, sin embargo su objetivo principal es realizar el descerezado del grano de café. |
| 5. Secado Manual en malla | Seguido del lavado continua el proceso de secado, en este caso se ilustra el proceso de secado manual en malla pero también se emplea los hornos para realizar el proceso de secado en menor tiempo o la adecuación de los techos de viviendas de los productores para el secado del grano de café recién lavado. |
| 6. Cilindro de secado | Los productores más grandes en cuanto a la extensión de terreno productivo se refieren, emplean hornos para el secado del grano de café. Este proceso se divide en diferentes bandejas de secado dentro del cilindro dejando la bandeja superior el grano más seco. |
| 7. Electrobombas | Después del descerezado del grano de café continua el lavado de la semilla, para lo cual usualmente es necesario el uso de motobombas para bombear el agua. |
| 8. Camioneta | Para el transporte del grano de café seco se emplea generalmente el uso de camionetas y su gasto se considera dentro del proceso de transporte interno del proceso productivo. |

Fuente: elaboración propia

* 1. **Energéticos empleados**

En relación a los energéticos utilizados, se identificaron el uso de gasolina, energía eléctrica y biomasa secundaria. Sin embargo, como se detalla en la siguiente tabla, el energético más demandado es la gasolina, principalmente debido al empleo de motores de espalda, estacionaras y guadañas.

En este sentido la gasolina se destina a la preparación del terreno, fumigación, fertilización, mantenimiento y cosecha, mientras que la energía eléctrica se utiliza para los subprocesos de postcosecha, tales como: descerezado, lavado, y secado, aunque en algunos casos también se puede encontrar el uso de energía eléctrica para los sistemas de riego en el caso que aplique.

**Tabla 5.** Energéticos empleados por proceso

| **Grupo Homogéneo** | **Proceso** | **Equipo** | **Uso final de energía** | **Energético** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Café | Cosecha | Camioneta | Fuerza motriz | Gasolina |
| Fertilización | Motor de espalda | Fuerza motriz | Gasolina |
| Fumigación | Bomba estacionaria | Fuerza motriz | Gasolina |
| Motor de espalda | Fuerza motriz | Gasolina |
| Germinación/Plantulación | Bomba estacionaria | Fuerza motriz | Gasolina |
| Mantenimiento | Guadaña | Fuerza motriz | Gasolina |
| Postcosecha | Bomba | Fuerza motriz | Energía Eléctrica |
| Caldera | Calor directo | Biomasa secundaria |
| Cerezadora | Fuerza motriz | Energía Eléctrica |
| Despulpadora | Fuerza motriz | Energía Eléctrica |
| Electrobomba | Fuerza motriz | Energía Eléctrica |
| Horno | Fuerza motriz | Energía Eléctrica |
| Motor | Fuerza motriz | Energía Eléctrica |
| Preparación del terreno | Guadaña | Fuerza motriz | Gasolina |
| Siembra | Ahoyador | Fuerza motriz | Gasolina |

Fuente: elaboración propia

* 1. **Biomasa residual y potencial de aprovechamiento energético**

Según el modelo circular de aprovechamiento de la biomasa residual del café en Colombia, publicado en 2021 por José Antonio Barajas Villareal, los procesos de transformación del fruto de café en grano seco generan subproductos como pulpa, cáscara y mieles, contribuyendo a la contaminación orgánica.

En la actualidad, la pulpa residual se deposita directamente en el suelo para su descomposición natural, aunque en algunos casos se utiliza como abono para el mismo cultivo. Otro residuo aprovechado como fuente energética es el cisco o cascarilla resultante del trillado del café. Aunque el trillado forma parte de la fase industrial del café, este subproducto se utiliza en el secado del grano de café lavado mediante hornos.

Proyectando cifras, según la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) en su informe de 2018, se estima que el abandono inadecuado de residuos genera emisiones fugitivas de metano (CH4) de aproximadamente 931 km3/año. Este contexto revela un potencial de aprovechamiento energético de los residuos del café para la producción de biogás, con la perspectiva de satisfacer la demanda energética de gas en procesos domésticos o en la propia producción de café.

De acuerdo con estudios realizados por el Centro de Investigación de Café (CEICAFÉ), se evidencia que los residuos generados por el café poseen una energía de 65.955 MJ. Teniendo en cuenta el poder calorífico de la gasolina, que es de 34 MJ/L, se estima que los residuos del café equivalen a 129,69 galones de gasolina.

* 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 y calor directo, este último debido a los hornos para el secado del grano.

**Tabla 6.** Energéticos empleados por uso final

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Grupo Homogéneo** | **Calor directo** | **Climatización** | **Fuerza motriz** | **Iluminación** | **Otros** | **Refrigeración** | **Calor indirecto** | **Total** |
| Café | 0,01% | 0% | 99,99% | 0% | 0% | 0% | 0.% | 100% |

Fuente: elaboración propia

A partir de lo mencionado anteriormente, se procede a desglosar la participación por tipo de energético en el uso final de fuerza motriz. En este punto, es importante destacar que los valores obtenidos en el campo fueron aproximaciones cercanas por productor, y se extrapola esta información a nivel nacional mediante la referencia de los datos proporcionados por el DANE. Se consideran tanto el consumo de energía eléctrica nacional en el cultivo de café como las hectáreas totales sembradas de café del año más reciente. De esta manera, se obtiene el resultado que indica que el 99,84% del consumo de energéticos corresponde a la gasolina, seguido por un 0,14% proveniente de la energía eléctrica y 0,01% de biomasa secundaria.

**Tabla 7.** Porcentaje de participación por energético

|  |  |
| --- | --- |
| **Energético** | **Participación** |
| Gasolina | 99,84% |
| Electricidad | 0,14% |
| Biomasa secundaria | 0,01% |
| **Total** | **100%** |

Fuente: elaboración propia

Finalmente, los indicadores obtenidos en el campo, que facilitaron la extrapolación de la información, se presentan a continuación en unidades de MJ por hectárea o por tonelada. En este análisis, resalta la alta demanda de la gasolina en la mayoría de procesos, del mismo modo sucede con la energía eléctrica sin embargo se considera más exacto el dato proporcionado por el DANE, con el cual se extrapolo el dato de gasolina y biomasa secundaria al consumo nacional.

**Tabla 8.** Indicadores por proceso y área productiva

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Proceso** | **Subproceso** | **Energético** | **Unidades indicador** | **Indicador** |
| Cosecha | Cosecha | Gasolina | MJ/Tn | 2.652,40 |
| Fertilización | Fertilización | Gasolina | MJ/Ha | 193,21 |
| Fumigación | Fumigación | Gasolina | MJ/Ha | 241,52 |
| Mantenimiento | Mantenimiento | Gasolina | MJ/Ha | 450,82 |
| Postcosecha | Descascarillado y secado | Energía Eléctrica | MJ/Tn | 9.541,13 |
| Postcosecha | Secado | Biomasa secundaria | MJ/Tn | 0,71 |
| Preparación del terreno | Guadañado | Gasolina | MJ/Ha | 257,62 |
| Siembra | Siembra | Gasolina | MJ/Ha | 429,36 |
| Sistema de Riego y drenaje | Riego | Gasolina | MJ/Ha | 483,03 |

Fuente: elaboración propia

A partir de los indicadores por proceso, se calculó el indicador total por producto, en el sector del cultivo de café, el indicador representa el consumo energético por tonelada de café producido, así como el consumo de energía por hectárea producida.

En ese sentido, se requiere 4.184,03 MJ de energía por cada Hectárea de área productiva, y 5.230,04 MJ de energía por cada tonelada de café producida.

**Tabla 9.** Indicadores para el Cultivo de café a nivel nacional

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Grupo Homogéneo** | **Indicador [MJ/Ha]** | **Indicador [MJ/Tn]** |
| Cultivo café | 4.184,03 | 5.230,04 |

Fuente: elaboración propia

Finalmente, a partir de los indicadores para la gasolina, calculamos el consumo anual de dicho energético. En ese sentido, se requieren 3.405,43 TJ de gasolina anual, 4,89 TJ de energía eléctrica anual y 0,46 TJ de biomasa secundaria para el cultivo de café a nivel nacional.

**Tabla 10.** Consolidados energéticos en TJ para el Cultivo de café a nivel nacional

| **Energético** | **TJ/año** |
| --- | --- |
| Gasolina | 3.405,43 |
| Electricidad | 4,89 |
| Biomasa secundaria | 0,46 |
| Total | 3.140,79 |

Fuente: elaboración propia

# Recomendaciones

**Tabla 11**. 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 |
| Bombeo Solar | Implementación de la energía solar en el bombeo para el proceso del riego | Reducción del uso de energía eléctrica, emisiones de CO2 e integración de energías renovables no convencionales |
| Renovación de equipos | Cambio de equipos con antigüedades superiores a los 8 años | Mayor producción y menor consumo |
| Método de cultivos orgánicos | Emplear prácticas agrícolas orgánicas | Reducción del uso de pesticidas y fertilizantes químicos promoviendo así la salud del suelo y la biodiversidad. |
| Gestión del agua y eficiencia energética | Implementar sistemas de riego eficientes, así como fortalecer el uso de fuentes de energía renovable, como la solar o la eólica. | minimizar el impacto en los recursos hídricos locales, y reducir la dependencia de combustibles fósiles y emisiones de CO2. |
| Uso de la biomasa como potencial energético. | Usar los desechos del café tales como: pulpa, cáscara y mieles, los cuales son capaces de producir biomasa como fuente de energía. | Reducción del uso de combustible fósil y emisiones de CO2 |

Fuente: elaboración propia

# Referencias

Antonio Barajas Villarreal. (2021). *MODELO CIRCULAR DE APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA RESIDUAL DE CAFÉ EN COLOMBIA*.

DANE. (2019). *Boletín Técnico Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)*.