# Grupo Homogéneo: Cacao

Según la clasificación industrial internacional de las actividades económicas (CIIU), el cultivo de cacao pertenece a la clase 0127 la cual abarca el cultivo de plantas con las que se preparan bebidas. La cadena del cacao incluye procesos de transformación, como la fermentación, secado y posterior procesamiento industrial para obtener productos finales como el chocolate y otros derivados (DANE, 2022).

Como se detalla en la tabla 1. El grano de cacao seco depende de pisos térmicos cálidos con temperaturas entre los 21y 22 °C para su desarrollo óptimo y de calidad. Además, es sensible a la escasez de agua, las necesidades de agua oscilan entre los 1.500 y 2.500 mm en las zonas bajas más cálidas, y entre los 1.200 y 1.500 mm en las zonas más frescas.

Dentro del proceso productivo del cultivo de cacao se generan como residuos los restos de poda y de fruto, los residuos orgánicos derivados de la cosecha incluyen en su mayoría tallos, hojas no utilizables y otros materiales vegetales que no hacen parte del producto final evaluado.

**Tabla 1.** Descripción del grupo CIIU

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Producto** | **Residuos** | **Piso térmico** | **Grupo homogéneo** |
| Grano de cacao seco | Restos de poda y de fruto | Cálido | Cacao |

Fuente: elaboración propia

# Generalidades del sector

Basados en los últimos datos publicados por el Ministerio de Agricultura para 2021, se utilizó la información sobre área sembrada, producción y rendimiento a nivel nacional.

Como se ilustra en la **Tabla 2** el área total sembrada de cacao en Colombia para 2021 ascendió a 155.542,4 hectáreas en lo que respecta a cultivos familiares y para cultivos tecnificados un área total de 29.164,2 hectáreas. Además, el rendimiento global nacional del cultivo de cacao es de 0,46 toneladas por hectárea.

Se tiene en cuenta que la producción aumentó con respecto a años anteriores, esto gracias a las condiciones climáticas favorables que contribuyen positivamente a la florescencia de los árboles; y a los precios del cacao el cual en los últimos años ha aumentado considerablemente. No obstante, el rendimiento promedio nacional es bajo, lo cual se asocia principalmente a que el 45% de las plantaciones se encuentran en un estado de envejecimiento avanzado e improductividad, esto teniendo en cuenta los problemas fitosanitarios, dada la baja cultura y acceso a herramientas de extensión rural que permitan la adopción de tecnologías adecuadas para el cultivo de cacao.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo** | **Área sembrada (Ha)** | **Rendimiento (Ton/Ha)** |
| Cultivos familiares | 155.542,4 | 0,46 |
| Cultivos tecnificados | 29.164,2 | 0,46 |

Fuente: Ministerio de Agricultura, 2021.

Para 2021 en Colombia se identificaron cerca de 65.341 familias cacaoteras, además, se estima que cada productor tiene en promedio 3 hectáreas de cacao.

Por otro lado, se registra producción de cacao en 422 municipios de 27 departamentos, el 77% de la producción de cacao se concentra en los departamentos de Santander, Antioquia, Arauca, Huila, Tolima y Nariño.

**Figura 1.** Producción de cacao en grano por departamento

Diagrama

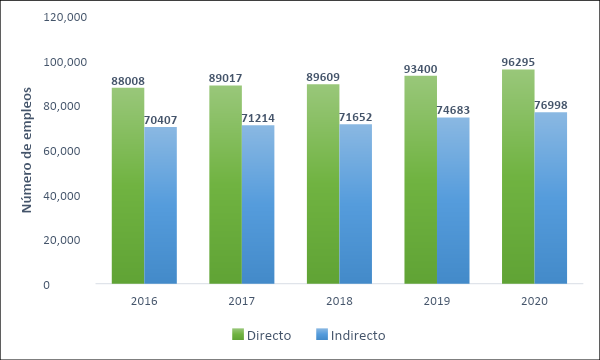
Descripción generada automáticamente

Fuente: Ministerio de Agricultura, 2021

Los costos directos de producción del cacao incluyen mano de obra, insumos y herramientas, y se estiman en promedio en $12.374.460 de los cuales el 53% se invierten en insumos, el 41% se invierten en mano de obra, y el 6% se utiliza para la adquisición de herramientas y materiales necesarios para el cultivo de cacao.

En cuanto a los empleos generados por el sector, para 2020 se generaron 173.293 empleos directos e indirectos. Además, se calcula que aproximadamente cada hectárea sembrada de cacao utiliza 0,9 empleos directos e indirectos al año. En el periodo de 2011 a 2020, se presentó un crecimiento del 36% en el total de empleos que generó el subsector cacaotero, concentrándose en los departamentos con mayores áreas sembradas.

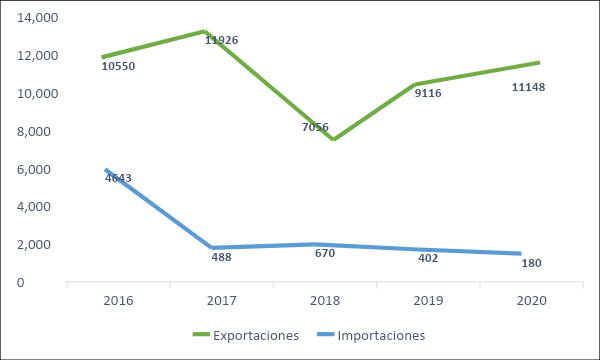
**Figura 2.** Empleos generados por la industria del cacao en grano a nivel nacional



Fuente: Ministerio de Agricultura, 2020

En cuanto a las exportaciones, estas aumentaron en 8.844 toneladas entre el 2011 y el 2020, esto representó una variación porcentual de 384%. Para el 2020, las exportaciones incrementaron en 2.033 toneladas de granos de cacao con respecto al 2019, esto teniendo en cuenta los aumentos en la producción nacional de cacao, así como mejores precios a nivel internacional y la apertura de nuevos mercados.

**Figura 3.** Exportaciones e Importaciones del cacao en grano



Fuente: Ministerio de Agricultura, 2020

Los principales países de destino de las exportaciones de cacao en grano son México, Italia, Bélgica, Holanda, Argentina, Estados Unidos y Malasia, los cuales representan el 96,3% del total de las exportaciones de cacao colombiano.

* 1. **Descripción del proceso productivo**

A través de la información secundaria recolectada, se ha identificado la aplicación de ocho procesos principales en el ciclo productivo del cultivo de cacao.

Inicialmente, se realiza la preparación del terreno teniendo en cuenta el manejo del suelo y las condiciones climáticas de la zona. En este punto es importante tener un buen control de plagas y enfermedades. Este proceso puede demorar 15 años en repetirse en el mismo terreno, ya que el árbol del cacao puede producir durante muchos años.

La siembra se hace inicialmente, en viveros, en donde se madura la planta en los primeros 5 meses, para que esta pueda ser trasplantada en campo con una separación que puede variar, dependiendo del cultivo, la topografía de la zona, y la disposición de sombra.

En la plantación de cacao es fundamental la poda principalmente cuando la planta está en la fase de producción, debido a que esto permite que esta no crezca demasiado alto y sea cosechada más fácilmente. Si la poda de copa no se realiza, puede llegar a influir significativamente en el porcentaje de pérdidas de cacao. La cosecha se realiza de forma manual mediante una vara desgarradera, una vez la mazorca (granos de cacao), aproximadamente 150 días después de la floración, presenta un color amarillo o anaranjado

Luego de cosechadas las mazorcas, estas son dispuestas en montones para luego abrirlas y sacar los granos que son llevados al siguiente proceso que es la fermentación y posteriormente al secado. La fermentación consiste en colocar los granos de cacao en cajones de madera de 3 a 7 días, para eliminar la cubierta y los azúcares no deseados; finalmente, el secado de los granos permite disminuir la humedad y evitar el crecimiento de hongos. Cuando es requerido el secado del grano puede ser complementado con la utilización de diferentes tipos de maquinarias de tipo semi industrial.

**Tabla 3.** Descripción de procesos productivos

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Proceso y/o Actividad** | **Subproceso** | **Tecnología y/o equipo** |
| Preparación del suelo | Limpieza del terreno | Guadañas |
| Trazado del cultivo | Varas o nylon |
| Siembra | Injertación de semilla | Manual |
| Perforación de huecos | Pala, pica |
| Riego y drenaje | Riego del cultivo | Precipitación |
| Podas | Poda de formación y mantenimiento | Tijeras, motosierras |
| Abonamiento y mantenimiento | Fertilización | Bombas de espalda, bomba estacionaria |
| Control de enfermedades, plagas, malezas | Manual, bombas de espalda |
| Cosecha | Recolección de mazorcas | Manual, tijeras, medialunas y horquillas |
| Partición y desgrane | Mazo de madera, machete, manual |
| Fermentación | Fermentación del grano | Cajas de madera |
| Secado | Secado del grano | Camas de madera, luz directa del sol |

Fuente: elaboración propia

En Colombia, el rendimiento del cultivo de cacao es bajo, razón por la cual se han diseñado mecanismos de optimización que incluyen prácticas de mejoramiento y rehabilitación de las plantaciones, mejorando programas de poda y mejorando programas de fertilización.

Para el proceso de cultivo de cacao se tiene en cuenta el uso de maquinarias como la picadora para fertilizar el cultivo mediante residuos orgánicos, la trilladora mecánica para el descascarillado y limpiado, entre otras.

# 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 4.** Visitas al cultivo de cacao

|  |  |
| --- | --- |
|  | Un sartén con comida  Descripción generada automáticamente con confianza media |

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.

**Tabla 4.** Equipos empleados en el proceso productivo del cacao

|  |  |
| --- | --- |
| **Equipo** | **Descripción** |
| 1. Guadaña | La guadañadora es el equipo más empleado para la limpieza y/o mantenimiento del terreno y el cultivo, por otro lado, la potencia de estos equipos es muy variable dependiente de la referencia, sin embargo pueden variar entre 2,5 HP a 3,9 HP. |
| 1. Estacionaria | La bomba estacionaria demanda consumo de gasolina y se emplea de igual forma para el mantenimiento y limpieza del cultivo, sobre todo para la fertilización. La potencia de estos equipos puede llegar hasta los 6,5 HP. |
| 1. Motosierra | La motosierra es empleada para las podas del cultivo, un proceso fundamental para mantener la adecuada altura de las copas de las plantas de cacao y un buen rendimiento en la producción de cacao. |
| 1. Picadora | La picadora es empleada para picar los residuos orgánicos usados como abono y por ende fertilizantes para el cultivo de cacao. |
| 1. Descascarilladora | En esta etapa se emplean equipos que demandan energía eléctrica para realizar el proceso de descascarillado del grano de cacao. |
| 1. Camioneta | Las camionetas o vehículos a combustión se utilizan para llevar a cabo diversas tareas de carga dentro de la unidad productiva. |

Fuente: elaboración propia

* 1. **Energéticos empleados**

En relación a los energéticos utilizados como se detalla en la siguiente tabla, se identificaron el uso de gasolina, ACPM y energía eléctrica, de los cuales el energético más demandado es la gasolina empleada en la fuerza motriz principalmente en el uso de equipos como motosierras, guadañadoras, bombas estacionarias y vehículos de transporte.

**Tabla 5.** Energéticos empleados por proceso

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Proceso** | **Equipo** | **Uso final de energía** | **Energético** |
| Fertilización | Picador | Fuerza motriz | Energía Eléctrica |
| Mantenimiento | Guadaña | Fuerza motriz | Gasolina |
| Motosierra | Fuerza motriz | Energía Eléctrica |
| Fuerza motriz | Gasolina |
| Estacionarias | Fuerza motriz | Gasolina |
| Postcosecha | Scarilladora | Fuerza motriz | Energía Eléctrica |
| Preparación del terreno | Guadaña | Fuerza motriz | ACPM |
| Motocultor | Fuerza motriz | Gasolina |
| Motosierra | Fuerza motriz | ACPM |
| Transporte interno | Camioneta | Fuerza motriz | Gasolina |

Fuente: elaboración propia

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

El mucílago de cacao es considerado material de desecho o biomasa residual de la industria cacaotera, el cual cuenta con gran potencial en la industria de alimentos gracias a sus excelentes bondades nutricionales y propiedades físicas y químicas que lo caracterizan.

En términos de producción, por cada 800 kilos de semilla fresca se obtienen 40 litros de mucílago con potencial de ser aprovechado teniendo en cuenta que es un producto orgánico de origen vegetal.

Los residuos de cacao producen gases combustibles que podrían ser utilizados como una alternativa de generación energética dentro de aplicaciones domésticas e industriales debido a que tanto el gas de síntesis como el biogás sirven para la generación eléctrica y sistemas de combustión de alta eficiencia. En ese sentido, el gas de síntesis puede ser una excelente alternativa para el uso en las industrias agrícolas que producen cacao.

Teniendo en cuenta lo anterior, la utilización del biogás proveniente del mucílago del cacao en los sectores agrícolas marginales es una importante alternativa de solución energética, esto gracias a que su forma de producir es sencilla y de bajo costo.

* 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 el 100% corresponde al uso final de fuerza motriz.

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Grupo Homogéneo** | **Calor directo** | **Climatización** | **Fuerza motriz** | **Iluminación** | **Otros** | **Refrigeración** | **Calor indirecto** | **Total** |
| Cacao | 0% | 0% | 100% | 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 cacao como las hectáreas totales sembradas de cacao del año más reciente. De esta manera, se obtiene el resultado que indica que el 1,34% del consumo de energéticos corresponde a energía eléctrica, seguido por un 92,46% proveniente de la gasolina y finalmente 6,2% de ACPM.

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

|  |  |
| --- | --- |
| **Energético** | **Participación** |
| Gasolina | 92,46% |
| ACPM | 6,2% |
| Electricidad | 1,34% |
| **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 y energía eléctrica en la mayoría de procesos.

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Proceso** | **Subproceso** | **Energético** | **Unidades indicador** | **Indicador** |
| Mantenimiento | Limpieza con guadaña | Gasolina | MJ/Ha | 515,23 |
| Mantenimiento | Fertilización | Gasolina | MJ/Ha | 515,23 |
| Mantenimiento | Poda con motosierra de gasolina | Gasolina | MJ/Ha | 161,01 |
| Preparación del terreno | Descascarilladora | ACPM | MJ/Ha | 100,35 |
| Preparación del terreno | Guadañado | ACPM | MJ/Ha | 18,82 |
| Preparación del terreno | Limpieza con motosierra | Gasolina | MJ/Ha | 257,62 |
| Transporte interno | Arado | Gasolina | MJ/Tn | 715,60 |

Fuente: elaboración propia

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

**Tabla 9.** Consolidados energéticos en MJ para el Cultivo de cacao a nivel nacional

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Grupo Homogéneo** | **Detalle** | **Indicador [MJ/Ha]** | **Indicador [MJ/Tn]** |
| Cultivo cacao | Cacao Familiar | 1.897,42 | 4.124,83 |
| Cacao tecnificado | 2.060,86 | 4.480,12 |

Fuente: elaboración propia

Finalmente, a partir de los indicadores para los combustibles ACPM, Gasolina y energía eléctrica, calculamos el consumo anual de energía para cada uno de estos energéticos. En ese sentido, se requieren 328,46 TJ de gasolina anual, 22,01 de ACPM anual, y 4,77 TJ de energía eléctrica anual para el cultivo de cacao a nivel nacional.

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

| **Energético** | **TJ/año** |
| --- | --- |
| Gasolina | 328,46 |
| ACPM | 22,01 |
| Electricidad | 4,77 |
| **Total** | **355,23** |

Fuente: elaboración propia

# Recomendaciones

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

**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. | El mucílago de cacao como biomasa residual tiene el potencial de actuar como energético. | Reducción del uso de combustible fósil y emisiones de CO2 |
| Implementación de mecanismos de optimización | Incluir prácticas de mejoramiento y rehabilitación de las plantaciones | Mejora en los programas de poda y programas de fertilización. |

Fuente: elaboración propia

# Referencias

Ayala, D. V., Yubisay, Y., Navarro, T., Salvador, D., & Osorio, D. (n.d.). MUCILAGO DEL CACAO BIOMASA RESIDUAL: PERSPECTIVA COMO MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Biomass residual cocoa mucilage: perspective as a raw material in the food industry.

Ministerio de agricultura. (2021). CADENA DE CACAO.