# Grupo Homogéneo: Cereales y Granos

El grupo homogéneo cereales y granos hace parte del CIIU 0111 e incluye los cultivos: maíz, ajonjolí, girasol, maní, quinua, soya, avena, centeno, sorgo, cebada y trigo, los cuales son cultivados en Colombia. En la **Tabla 1** se presenta el área cultivada, producción nacional y rendimiento promedio de los cultivos nombrados anteriormente. Adicionalmente se debe tener en cuenta que los cultivos de maíz, soya y sorgo representan el 99.10% de la producción de cereales y granos en el país, razón por la cual se realizó el análisis de consumos energéticos en estos tres cultivos.

**Tabla 1.** Área sembrada, producción y rendimiento de cereales en Colombia.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Cultivo** | **Área (ha)** | **Producción (ton)** | **Rendimiento promedio (ha/ton)** | **Participación por área (%)** |
| Maíz | 535,129 | 1,772,851 | 2.92 | 86.53 |
| Soya | 70,530 | 173,760 | 2.46 | 11.40 |
| Sorgo | 1,380 | 4,206 | 2.66 | 0.22 |
| Ajonjolí | 4,604 | 3,950 | 0.98 | 0.74 |
| Avena | 1,532 | 3,793 | 2.67 | 0.25 |
| Cebada | 1,494 | 3,704 | 2.65 | 0.24 |
| Trigo | 1,491 | 2,873 | 1.72 | 0.24 |
| Maní | 1,805 | 2,645 | 1.17 | 0.29 |
| Quinoa | 454 | 808 | 2.17 | 0.07 |

Fuente: Agronet, 2023

Es importante aclarar que los cultivos de centeno y girasol no presentan datos de producción desde el año 2016 y 2018 respectivamente, por lo cual no se tienen en cuenta en la **Tabla 1**. Por otro lado, en el caso del maíz, se incluyó el maíz blanco y amarillo tanto tecnificado como tradicional.

En este contexto, el proceso productivo que se va a evaluar tiene como producto final el grano con cáscara y mazorca fresca. Finalmente, se identifican los procesos mecanizados según el tamaño de la Unidad Productora Agropecuaria (UPA).

Como se detalla en la **Tabla 2**, el cultivo de cereales y granos se encuentra principalmente en el piso térmico cálido, templado y frío y el principal residuo de la producción primaria son los residuos orgánicos producidos por la cosecha.

**Tabla 2**. Descripción del grupo CIIU

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Producto** | **Residuos** | **Piso térmico** |
| Maíz | Residuos orgánicos producidos en la cosecha | Cálido/Templado/Frío |
| Soya |
| Otros cereales |

Fuente: elaboración propia

# Generalidades del sector

En la **Figura 1** se observa con detalle los principales departamentos productores de maíz, soya y sorgo, destacando entre ellos Antioquia, Boyacá, Caldas, Casanare, Cauca, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Huila, Meta, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima, Valle del Cauca y Vichada Meta, Valle del Cauca, Magdalena, Sucre, Bolívar, Atlántico y Huila. En relación con el ciclo productivo del maíz, la soya y el sorgo, generalmente es sembrado dos veces al año, sin embargo, puede ocurrir siembra una sola vez por año dependiendo del clima o recursos.

Mapa

Descripción generada automáticamente**Figura 1**. Área del maíz, soya y sorgo sembrados por departamento.

Fuente: elaborado con datos de Agronet

* 1. **Descripción del proceso productivo**

A través de la información secundaria recolectada, se ha identificado la aplicación de los principales ciclos productivos del cultivo del maíz, soya y sorgo. El primero de ellos es la preparación y adecuación del terreno, que inicia con el arado, el rastrillado, nivelado. Dependiendo de*l* tipo de agricultor, estos procesos pueden variar.

Estos procesos involucran el uso de tractores de diferentes tamaños, desde 80 hasta 200 HP, los cuales utilizan diversos implementos que facilitan la transición entre subprocesos. Debido a la magnitud de los tractores utilizados, el consumo más significativo se registra en esta etapa de preparación del terreno y en la cosecha.

La siembra también se lleva a cabo con tractores, pero su duración es más corta, seguido a este proceso continúa la fertilización, para la cual se emplean tractores o bombas de espalda, dependiendo del tamaño del productor. Lo mismo ocurre en el proceso de fumigación. En la etapa de cosecha, se utiliza un tractor en conjunto con una combinada, y finalmente, el riego puede realizarse por gravedad o mediante sistemas de bombeo.

A continuación, se resume la descripción de los procesos productivos:

**Tabla 3.** Descripción de proceso productivo del maíz, sorgo y soya

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Proceso** | **Subproceso** | **Tecnologías y/o equipo** |
| Preparación del suelo | Labranza, arado, fertilización | Tractor, rastrillos, bueyes, cincel |
| Siembra del cultivo | Siembra de plantas | Manual, sembradoras abonadoras rotativa |
| Trasplante | Trasplante de plantas | Manual, trasplantadoras |
| Riego | Riego de cultivos | Precipitación, riego por goteo, riego por aspersión |
| Control del cultivo | Control de malezas, enfermedades | Bombas de espalda |
| Cosecha | Recolección de granos | Cosechadoras de arrastre, cosechadoras autopropulsadas |
| Secado | Secado del grano | Sol, secadores portátiles, secado de casetas |

Fuente: elaboración propia

Se aclara que el proceso de secado no se tuvo en cuenta en la estimación de los indicadores debido a que es considerado un proceso de postcosecha, adicionalmente en todas las visitas realizadas la técnica utilizada era el secado directo al sol y no a través de secadores portátiles.

# 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.** Registro fotográfico de las visitas de cultivos de Maíz, Soya y Sorgo realizadas.

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

Fuente: Recolectadas en campo

A continuación, se presentan algunos de los equipos utilizados en para el cultivo de maíz, soya y sorgo con sus correspondientes descripciones.

**Tabla 4.** Equipos empleados en el proceso productivo del maíz, soya y sorgo

| **Equipo** | **Descripción** |
| --- | --- |
| 1. Tractor | Los tractores se utilizan para preparar el terreno, sembrar las semillas, y mantener el ciclo de crecimiento de los cultivos esparciendo abono y pulverizando el riego y los pesticidas. |
| 1. Rastrillo | El rastrillo también se utiliza en el método de chispeado y se emplea de manera conjunta con el tractor para rastrillar el terreno productivo, pudiendo abarcar hasta tres pases. Por lo general, dado que es el primer pase en el terreno, se recurre a tractores de mayor envergadura. |
| 1. Sembradora | Es la máquina que se utiliza para plantar semillas entre hileras e hileras. |
| 1. Cosechadora | Es la máquina que corta, separa y recoge el grano del cultivo, en este proceso suelen emplear cosechadoras de gran potencia de hasta 500 HP. |

Fuente: elaboración propia

* 1. **Energéticos empleados**

En relación con los energéticos utilizados, se identificaron el uso de ACPM, gasolina y energía eléctrica. Sin embargo, como se detalla en la siguiente tabla, el energético más demandado es el ACPM, principalmente debido al empleo de tractores y cosechadoras. La gasolina se destina a la fumigación mediante motores de espalda y guadañadoras, mientras que la energía eléctrica se utiliza en cultivos que utilizan electrobombas.

**Tabla 5**. Energéticos empleados

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Proceso** | **Equipo** | **Uso final de energía** | **Energético** |
| Cosecha | Combinada | Fuerza motriz | ACPM |
| Cosecha | Cosechadora | Fuerza motriz | ACPM |
| Transporte interno | Tractor | Fuerza motriz | ACPM |
| Fertilización | Motor de espalda | Fuerza motriz | Gasolina |
| Fertilización | Tractor | Fuerza motriz | ACPM |
| Fumigación | Electrobomba | Fuerza motriz | Energía Eléctrica |
| Fumigación | Motor de espalda | Fuerza motriz | Gasolina |
| Fumigación | Tractor | Fuerza motriz | ACPM |
| Mantenimiento | Guadaña | Fuerza motriz | Gasolina |
| Mantenimiento | Tractor | Fuerza motriz | ACPM |
| Preparación del terreno | Guadaña | Fuerza motriz | Gasolina |
| Preparación del terreno | Tractor | Fuerza motriz | ACPM |
| Preparación del terreno | Tractor + Rastra | Fuerza motriz | ACPM |
| Preparación del terreno | Tractor + Roturador | Fuerza motriz | ACPM |
| Siembra | Tractor | Fuerza motriz | ACPM |
| Siembra | Tractor + Sembradora | Fuerza motriz | ACPM |
| Sistema de Riego y drenaje | Bomba | Fuerza motriz | ACPM |
| Transporte interno | Tractor | Fuerza motriz | ACPM |

Fuente: Elaboración propia

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

La biomasa residual, derivada de cultivos como maíz, soya y sorgo, constituye materiales orgánicos postcosecha con potencial para la generación de energía renovable. En el caso del maíz, los residuos, como tallos y hojas, pueden convertirse en biogás o biocombustibles líquidos para la producción de electricidad y calefacción. Similarmente, la soya aporta con su cáscara, rica en contenido energético, para la generación de biocombustibles y electricidad. Además, la biomasa residual de soya puede servir como abono orgánico. En cuanto al sorgo, sus residuos postcosecha pueden transformarse en biogás, utilizarse para combustión directa, convertirse en biocombustibles líquidos o procesarse en pellets para calefacción. Sin embargo, se destaca la importancia de un aprovechamiento sostenible y la necesidad de evaluar la viabilidad económica y técnica en cada contexto.

* 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 motores y motobombas.

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Grupo Homogéneo** | **Calor directo** | **Climatización** | **Fuerza motriz** | **Iluminación** | **Otros** | **Refrigeración** | **Calor indirecto** | **Total** |
| Cereales y Granos | 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 cereales y granos como las hectáreas totales sembradas del último año. De esta manera, se obtiene el resultado para maíz, soya y otros cereales ( los cereales desglosados en la tabla 1).

Como se observa en la siguiente table los porcentajes de energéticos para el cultivo de maíz fueron: 0,35% correspondiente a energía eléctrica, 90,78% de ACPM y 8,87% de gasolina.

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

|  |  |
| --- | --- |
| **Energético** | **Participación** |
| Electricidad | 0,35% |
| ACPM | 90,78% |
| Gasolina | 8,87% |
| **Total** | **100%** |

Fuente: elaboración propia

Los porcentajes de energéticos para el cultivo de soya fueron: 0,37% correspondiente a energía eléctrica, 90,11% de ACPM y 9,51% de gasolina.

**Tabla 8.** Porcentaje de participación por energético - Soya

|  |  |
| --- | --- |
| **Energético** | **Participación** |
| Electricidad | 0,37% |
| ACPM | 90,11% |
| Gasolina | 9,51% |
| **Total** | **100%** |

Fuente: elaboración propia

Para el cultivo de otros cereales fueron: 0,48% correspondiente a energía eléctrica, 88,48% de ACPM y 11,04% de gasolina.

**Tabla 9.** Porcentaje de participación por energético – Otros cereales

|  |  |
| --- | --- |
| **Energético** | **Participación** |
| Electricidad | 0,48% |
| ACPM | 88,48% |
| Gasolina | 11,04% |
| **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, resaltan la preparación del terreno, siembra, riego y cosecha, siendo estos los procesos que requieren un uso más intensivo de tractor y, por consiguiente, de ACPM.

**Tabla 10.** Indicadores por proceso y área productiva o producción

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| .**Proceso** | **Subproceso** | **Energético** | **Unidades indicador producción** | **Indicador** |
| Cosecha | Cosecha | ACPM | MJ/Tn | 595,89 |
| Fertilización | Fertilización con tractor | ACPM | MJ/Ha | 107,84 |
| Fertilización | Fertilización con motor de espalda | Gasolina | MJ/Ha | 25,76 |
| Fumigación | Fumigación con tractor | ACPM | MJ/Ha | 232,05 |
| Fumigación | Fumigación con electrobomba | Energía Eléctrica | MJ/Ha | 1,61 |
| Fumigación | Fumigación con motor de espalda | Gasolina | MJ/Ha | 43,12 |
| Mantenimiento | Mantenimiento con tractor | ACPM | MJ/Ha | 7,24 |
| Mantenimiento | Mantenimiento con guadaña | Gasolina | MJ/Ha | 193,21 |
| Preparación del terreno | Preparación de terreno | ACPM | MJ/Ha | 708,60 |
| Siembra | Siembra | ACPM | MJ/Ha | 536,37 |
| Sistema de Riego y drenaje | Riego | ACPM | MJ/Ha | 372,16 |
| Transporte interno | Transporte interno | ACPM | MJ/Ha | 5,17 |

Fuente: elaboración propia

Teniendo los indicadores por proceso, pasamos a calcular el indicador total por producto, en este caso, el indicador de consumo energético por áreas y tonelada de Maíz, Soya y Sorgo producida

**Tabla 11.** Indicadores finales para el Cultivo de Maíz a nivel nacional

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Grupo Homogéneo** | **Indicador [TJ/Ha]** | **Indicador [TJ/Ton]** |
| Maíz | 4.086,27 | 1.399,41 |
| Soya | 3.812,16 | 1.549,66 |
| Otros Cereales | 3.283,37 | 2.091,32 |

Fuente: elaboración propia

Finalmente, a partir de los indicadores para los combustibles ACPM y Gasolina, calculamos el consumo anual de energía para cada uno de estos energéticos.

**Tabla 12.** Consolidados energéticos en TJ para el Cultivo de Maíz a nivel nacional

| **Energético** | **TJ/año** |
| --- | --- |
| ACPM | 1.985,02 |
| Gasolina | 194,02 |
| Electricidad | 7,64 |
| **Total** | **2.186,68** |

Fuente: elaboración propia

**Tabla 13.** Consolidados energéticos en TJ para el Cultivo de Soya a nivel nacional

| **Energético** | **TJ/año** |
| --- | --- |
| ACPM | 242,29 |
| Gasolina | 25,57 |
| Electricidad | 1,01 |
| **Total** | **268,87** |

Fuente: elaboración propia

**Tabla 14.** Consolidados energéticos en TJ para el Cultivo de otros cereales a nivel nacional

| **Energético** | **TJ/año** |
| --- | --- |
| ACPM | 33,46 |
| Gasolina | 4,18 |
| Electricidad | 0,18 |
| **Total** | **37,82** |

Fuente: elaboración propia

Finalmente el consolidado total por el grupo homogéneo se presenta a continuación.

**Tabla 15.** Consolidados energéticos en TJ para cereales y granos a nivel nacional

| **Energético** | **% de participación** | **TJ/año** |
| --- | --- | --- |
| ACPM | 90,67% | 2.260,78 |
| Gasolina | 8,97% | 223,77 |
| Electricidad | 0,35% | 8,83 |
| **Total** | **100%** | **2.493,37** |

Fuente: elaboración propia

# Recomendaciones

En la **Tabla 16** se presentan recomendaciones respecto a buenas prácticas energéticas y tecnologías más limpias que pueden ser implementadas en estos cultivos y así mejorar su eficiencia.

**Tabla 16.** 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 |
| Labranza de conservación | Minimiza la alteración del suelo, manteniendo rastrojos y materia orgánica | Ayuda a retener nutrientes y humedad en el suelo |
| Uso de la biomasa como potencial energético. | Usar los desechos de la hoja de tabaco como tejidos verdes, 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

Agronet. (2023). *Agronet. MinAgricultura. Estadísticas*. Obtenido de https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1

Ecologistas en acción. 2020. *Informe: Soja ¿la nueva palma de biocombustibles?*. Recuperado 22 de diciembre de 2023, de <https://www.ecologistasenaccion.org/146565/informe-soja-la-nueva-palma-de-los-biocom>

Rodríguez, H. (2022, 11 enero). *Sorgo, un nuevo aliado en la lucha contra el cambio climático*. www.nationalgeographic.com.es. <https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/sorgo-nuevo-aliado-lucha-contra-cambio-climatico_17727>

Comisión europea.(2023). *Convertir tallos del maíz en electricidad*. Recuperado 22 de diciembre de 2023, de <https://cordis.europa.eu/article/id/30498-turning-corn-stalks-into-electricity/es>

Villacis, I. (2021). Evaluación de la Biomasa Residual Agrícola de los Cultivos de Papa (Solanum tuberosum), MAÍZ (Zea mays) y Tomate de Árbol (Solanum Betaceum) Como Recurso Energético Renovable. Repositorio UTA. Recuperado 22 de diciembre de 2023, de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34072/1/t1921mquim.pdf