# Grupo Homogéneo: Arroz mecanizado

El grupo homogéneo arroz mecanizado engloba el CIIU 0112 y se desglosa en dos categorías conocidas como arroz secano mecanizado y arroz riego mecanizado, distinguiéndose por la metodología empleada en el sistema de riego. Mientras que el arroz secano se sustenta en las temporadas de lluvia y las condiciones atmosféricas, el arroz riego dispone de un sistema de riego diseñado para satisfacer las necesidades del cultivo de manera controlada.

En este contexto, el proceso productivo que se va a evaluar tiene como producto final el arroz paddy verde (arroz con cascarilla), el cual es la materia prima que ingresa a los molinos de arroz para el proceso de beneficiamiento que incluye procesos de secado, trillado y pulido de arroz. 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 arroz se encuentra principalmente en el piso térmico cálido y el principal residuo de la producción primaria es el Tamo.

**Tabla 1.** Descripción del grupo CIIU

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Descripción** | **Producto** | **Residuos** | **Piso térmico** | **Grupo homogéneo** |
| Cultivo de arroz | Arroz secano mecanizado | Tamo | Cálido/Templado | Arroz mecanizado |
| Arroz riego mecanizado |

Fuente: elaboración propia

# Generalidades del sector

Basados en el último censo llevado a cabo por el DANE en colaboración con Fedearroz en el año 2022, se identificaron las estadísticas sobre área sembrada, producción y rendimiento a nivel nacional.

Como se ilustra en la Tabla 2, el área total sembrada de arroz en Colombia asciende a 534.915 hectáreas, distribuyéndose en un 55% para el arroz secano mecanizado y un 45% bajo el sistema de arroz riego. Adicionalmente a lo expuesto, el rendimiento global nacional del cultivo de arroz alcanza las 5,8 toneladas por hectárea.

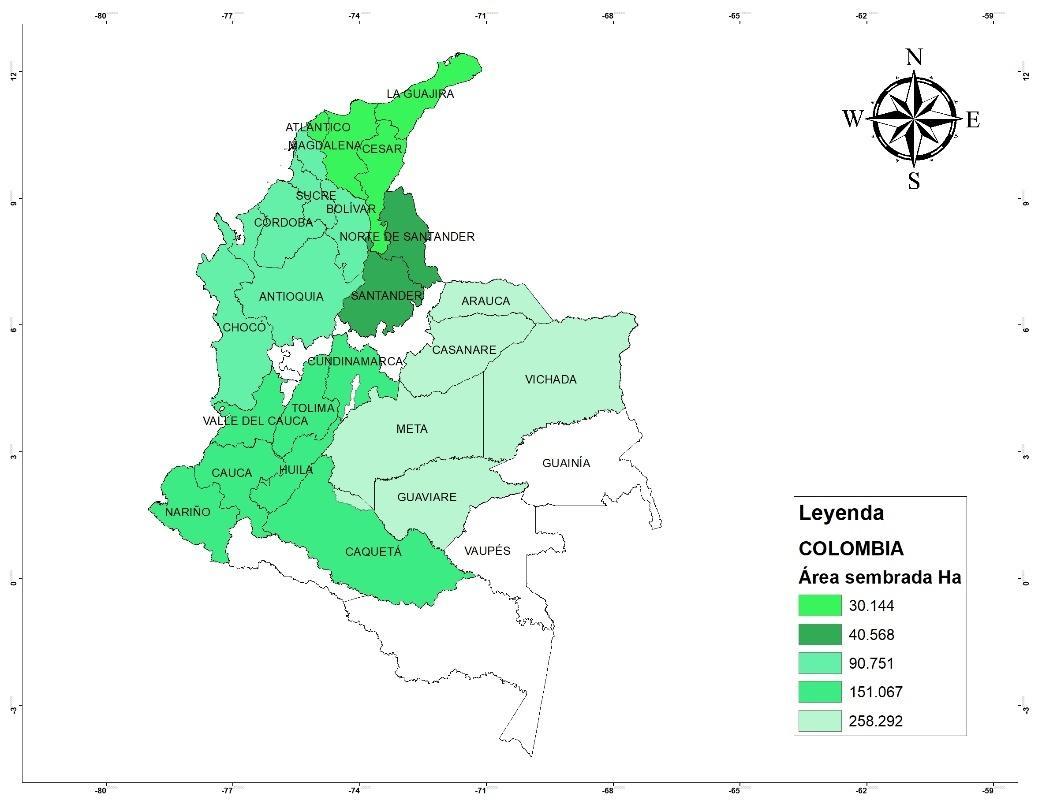
**Tabla 2.** Datos nacionales de la siembra de arroz

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Área sembrada (Ha)** | **Producción (Ton)** | **Rendimiento (Ton/Ha)** |
| 534.915 | 2.938.494 | 5.8 |

Fuente: elaboración propia

En el mapa siguiente, se observan con detalle los principales departamentos productores de arroz, destacando entre ellos el Meta, Casanare, Tolima y Huila. En relación al ciclo productivo del arroz, este presenta variaciones, siendo sembrado dos veces al año en algunas regiones, mientras que en otras, la siembra ocurre únicamente una vez.

**Figura 1.** Área de arroz sembrado 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 seis procesos principales en el ciclo productivo del cultivo de arroz. El primero de ellos es la preparación y adecuación del terreno, que inicia con el corte de tamo, el arado, el rastrillado, nivelado, fangueo y caballoneo. Dependiendo del 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.

La siembra también se lleva a cabo con tractores, pero su duración es más breve, 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, aunque en algunos casos se puede encontrar el uso de drones. 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.

En el centro del país, se encuentran grandes distritos de riego que irrigan gran parte de los cultivos de arroz a nivel nacional, como es el caso de Usosaldaña *y* Asojuncal. *El distrito de riego de* Asojuncal cuenta con un sistema de bombeo que alimenta 3*.*100 Ha. A continuación se resume la descripción de los procesos productivos:

**Tabla 3.**  Descripción de procesos productivos

| **Proceso** | **Subproceso** | **Tecnología y/o equipo** |
| --- | --- | --- |
| Preparación y adecuación del suelo | Corte de Tamo | Tractor con Rotospeed |
| Arado | Tractor con arado de cincel vibratorio |
| Rastrillado | Tractor con rastrillo |
| Nivelación | Tractor con niveladora y laser |
| Fangueo | Tractor con rueda fangueadora |
| Caballoneo | Tractor con pala |
| Siembra y trasplante | Siembra directa | Tractor con sembradora |
| Semilleros | Establecimiento de semillas en bandejas, sembradoras |
| Trasplante | Manual, trasplantadora |
| Fertilización | Etapas de fertilización | Tractor, bombas de espalda |
| Fumigación | Control de enfermedades | Bomba de espalda, dron, ultraliviano |
| Cosecha | Recolección del arroz | Cosechadoras combinadas, tractor |
| Riego y drenaje |  | Por gravedad y sistemas de bombeo |

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.** Registro fotográfico del cultivo de arroz obtenido en las visitas

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

Fuente: elaboración propia

Además de algunas variaciones en la etapa de preparación del terreno debido a diversas técnicas empleadas en la siembra, a continuación se presentan los equipos con sus correspondientes descripciones. Es fundamental destacar que, por lo general, en la preparación del terreno, los subprocesos más comunes son el corte de tamo, el arado, el rastrillado, el nivelado y el caballoneo cuando se utiliza la siembra por chispeado. Este método se aplica cuando las condiciones atmosféricas no son estables y la lluvia impide la preparación del terreno en seco. Asimismo, se emplea el fangueo cuando la siembra se realiza por trasplante, es decir, cuando no se siembra la semilla, sino que se trasplanta la planta directamente en el terreno.

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

| **Equipo** | **Descripción** |
| --- | --- |
| 1. Rotospeed | Este equipo se utiliza cuando se emplea el método de chispeado, este elemento se sujeta al tractor para realizar el subproceso de corte de tamo y generalmente se realiza en un pase, es el subproceso de menor duración en el proceso de preparación del terreno, con un promedio de 2 horas por hectárea. |
| 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. Niveladora | Se utiliza con el tractor para nivelar el terreno como penúltimo subproceso de la preparación del terreno, y es el subproceso que consume más, también se puede emplear el nivelado a laser para evitar el crecimiento de maleza. |
| 1. Combinada | La combinada es el elemento que se sujeta del tractor y la góndola para ir recolectando el arroz y también realiza el trillado dejando el grano, en este proceso también se suelen emplear tractores de gran potencia de hasta 180 HP. |

Fuente: elaboración propia

* 1. **Energéticos empleados**

En relación a 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 combinadas. La gasolina se destina a la fumigación mediante motores de espalda, mientras que la energía eléctrica se utiliza como fuente de bombeo en los sistemas de riego. Es importante señalar que este último no es aplicado por todos los productores, ya que se observaron algunos distritos que utilizan la gravedad y otros que optan por utilizar los motores de los tractores para establecer sistemas de riego portátiles. No obstante, estos últimos representan una minoría, prevaleciendo el uso de la energía eléctrica.

**Tabla 5.** Energéticos empleados por proceso

| **Proceso** | **Equipo** | **Uso final de energía** | **Energético** |
| --- | --- | --- | --- |
| Preparación del terreno | Tractor + Arrastre | Fuerza motriz | ACPM |
| Tractor + caballoneo |
| Tractor + Nivelado |
| Tractor + Nivelado laser |
| Fumigación | Bomba de espalda | Fuerza motriz | Gasolina |
| Dron | ACPM |
| Fumigadora de motor de espalda + Aguilon | Gasolina |
| Motor de espalda |
| Tractor | ACPM |
| Planta eléctrica + Dron |
| Fertilización | Motor de espalda | Fuerza motriz | Gasolina |
| Cosecha | Combinada | Fuerza motriz | ACPM |
| Combinada |
| Tractor |
| Tractor |
| Tractor + Góndola |
| Tractor + Combinada |

Fuente: elaboración propia

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

La gestión de residuos en el cultivo de arroz incluye principalmente el tamo y la cascarilla de arroz. Aproximadamente el 99% del tamo se deja en el campo, se quema o se incorpora al suelo mediante maquinaria agrícola.

En busca de una solución sostenible, ha surgido la iniciativa AMTEC, que tiene como objetivo acelerar la degradación del tamo orgánico para su integración en el suelo, reduciendo así la práctica de quema. Además, se han implementado algunas iniciativas para aprovechar la cascarilla de arroz, utilizando su poder calorífico de 13 a 16 MJ/kg en procesos como el secado del arroz. Asimismo, se exploran aplicaciones en la elaboración de abonos, contribuyendo así a la optimización de recursos y la gestión ambiental en el ciclo productivo del arroz.

* 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 empleados por uso final

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Grupo Homogéneo** | **Calor directo** | **Climatización** | **Fuerza motriz** | **Iluminación** | **Otros** | **Refrigeración** | **Calor indirecto** | **Total** |
| Arroz mecanizado | 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 arroz como las hectáreas totales sembradas de arroz del último año. De esta manera, se obtiene el resultado que indica que el 99,52% del consumo de energéticos corresponde al ACPM, seguido por un 0,23% proveniente de la gasolina y un 0,25% más de electricidad.

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

|  |  |
| --- | --- |
| **Energético** | **Participación** |
| ACPM | 99,52% |
| Gasolina | 0,23% |
| Electricidad | 0,25% |
| **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, el transporte interno y la cosecha siendo estos los procesos que requieren un uso más intensivo de tractor y, por consiguiente, de ACPM.

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Proceso** | **Subproceso** | **Energético** | **Unidades indicador** | **Indicador** |
| Cosecha | Cosecha | ACPM | MJ/Tn | 1.675,94 |
| Fertilización | Fertilización | Gasolina | MJ/Ha | 8,05 |
| Fumigación | Fumigación con tractor | ACPM | MJ/Ha | 35,42 |
| Fumigación con Motor de espalda | Gasolina | MJ/Ha | 24,07 |
| Preparación del terreno | Arrastre | ACPM | MJ/Ha | 659,72 |
| Caballoneo | MJ/Ha | 328,06 |
| Roleado con desbrozadora | MJ/Ha | 360,91 |
| Nivelado | MJ/Ha | 424,67 |
| Rastrillaje | MJ/Ha | 269,14 |
| Roleado con Roto Speed | MJ/Ha | 457,85 |
| Siembra | Siembra | ACPM | MJ/Ha | 301,38 |
| Sistema de Riego y drenaje | Riego | Energía Eléctrica | MJ/Ha | 32,21 |
| Transporte interno | Transporte | ACPM | MJ/Tn | 250,38 |

Fuente: elaboración propia

A partir de los indicadores por proceso, se calculó el indicador total por producto, en el sector del cultivo de arroz, el indicador representa el consumo energético por tonelada de arroz producido, así como el consumo de energía por hectárea producida. En ese sentido, se requiere 14.077,8 MJ de energía por cada Hectárea de área productiva, y 2.424,21 MJ de energía por cada tonelada de arroz producida

**Tabla 9.** Indicadores energéticos en MJ/Ha y MJ/Ton para el Cultivo de arroz a nivel nacional

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Grupo Homogéneo** | **Indicador [MJ/Ha]** | **Indicador [MJ/Tn]** |
| Cultivo de arroz | 14.077,8 | 2.424,21 |

Fuente: elaboración propia

Finalmente, a partir de los indicadores para los combustibles ACPM y gasolina, se calculó el consumo anual de energía para cada uno de estos energéticos. En ese sentido, se requieren 7.494,08 TJ de ACPM anual, 17,18 TJ de gasolina anual y 19,17 TJ de energía eléctrica anual para el cultivo de arroz a nivel nacional.

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

| **Energético** | **TJ/año** |
| --- | --- |
| ACPM | 7.494,08 |
| Gasolina | 17,18 |
| Electricidad | 19,17 |
| **Total** | **7.530,42** |

Fuente: elaboración propia

# Recomendaciones

En la Tabla 11 se presentan recomendaciones para mejorar la eficiencia energética del proceso productivo del aguacate basados en la información primaria y secundaria recolectada.

**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 |
| Labranza de conservación | Minimiza la alteración del suelo, manteniendo rastrojos y materia orgánica | Ayuda a retener nutrientes y humedad en el suelo |
| Siembra directa | Siembra de arroz directamente en el campo sin labranza previa | Ahorra combustible al eliminar labores de preparación del suelo |
| Nivelación láser de tierras | Nivela la superficie del campo para uniformizar la distribución de agua | Aumenta la eficiencia en el uso de agua y recursos (fertilizantes); ahorra combustible al eliminar canales y bordes |
| Sistema Intensificado de Cultivo de Arroz (SRI) | Trasplante de plántulas jóvenes, espaciado amplio, uso de deshierbadora manual para pequeñas extensiones | Optimiza la aplicación de fertilizantes, pesticidas, etc. solo donde se necesiten |

Fuente: elaboración propia

# Referencias

Agronet. (2022). Área, Producción y Rendimiento Nacional por Cultivo.

DANE. (2016). 4° Censo Nacional Arrocero.

Meena, B. P., Prasad, D., Dotaniya, M., & Meena, V. (2014). Modern techniques of rice production: A key for ecosystem sustainability in changing climate. https://www.researchgate.net/publication/279186614