# Grupo Homogéneo: Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos

El grupo homogéneo Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos, el CIIU 0113 y se desglosa en siete categorías conocidas como Hortaliza de hoja y tallo (Lechuga, espinaca, rúcula, acelga, espárrago, alcachofa, apio) Hortaliza de flor (Repollo, coliflor, brócoli); Hortaliza de Fruto (Berenjena, Tomate, pimiento, pepino, zucchini, melón, sandía); Cebolla bulbo, cebolla larga, ajo y puerro; Hortaliza de raíz (remolacha, zanahoria, jengibre); Cultivo de hongos; Tubérculo (Papa, yuca, ñame, arracacha, batata).

Mientras que las hortalizas de hoja y tallo, como la lechuga, la espinaca y la acelga, requieren una temperatura media de 15-25 ºC y una humedad relativa del 60-70 %. Son sensibles al frío y al calor extremo. Las hortalizas de fruto, como el tomate, el pimiento, el pepino y la berenjena, requieren una temperatura media de 20-25 ºC y una humedad relativa del 60-70 %. Son sensibles al frío y al calor extremo. Algunas hortalizas, como las de hoja y tallo, requieren una exposición prolongada a la luz solar, mientras que otras, como las de fruto, requieren una exposición menor.

En general, las hortalizas, raíces y tubérculos requieren condiciones ambientales templadas o cálidas, con temperaturas diurnas de entre 15 y 25 °C y nocturnas de entre 10 y 15 °C. La humedad relativa debe ser alta, entre el 60 y el 80 %. Sin embargo, hay algunas excepciones, como los hongos, que requieren condiciones ambientales específicas para su crecimiento.

Mientras que las flores de invernadero se cultivan en condiciones ambientales controladas, las flores al aire libre se cultivan en condiciones ambientales naturales. Esto significa que las flores de invernadero pueden estar expuestas a una gama más estrecha de condiciones ambientales, como la temperatura, la humedad y la luz.

Como se detalla en la Tabla 1, Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos se encuentra principalmente en el piso térmico templado y el principal residuo de la producción primaria son los restos orgánicos de hortaliza y planta, sustrato y residuos orgánicos de cosecha.

**Tabla 1**. Descripción del grupo CIUU

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Descripción** | **Producto** | **Residuos** | **Piso térmico** |
| Hortaliza de hoja y tallo (Lechuga, espinaca, rúcula, acelga, alcachofa, apio) | Hortaliza fresca y limpia | Restos orgánicos de hortaliza y planta | Templado/Frío |
| Hortaliza de flor (Repollo, coliflor, brócoli) |
| Hortaliza de Fruto (Berenjena, Tomate, pimentón, pepino, zuquini) |
| Cebolla bulbo, cebolla larga, ajo, puerro |
| Hortaliza de raíz (remolacha, zanahoria, jengibre) |
| Cultivo de hongos | Hongos frescos | Sustrato |
| Tubérculo (Papa, yuca, ñame, arracacha,) | Tubérculo fresco y seleccionado | Residuos orgánicos de cosecha |

Fuente: elaboración propia

# Generalidades del sector

Una vez que establecido el grupo CIIU, y detallado el proceso y producto final que se está evaluando, se identificaron algunas generalidades y datos clave del sector productivo.

Para obtener estas cifras, se tuvo en cuenta el último censo llevado a cabo por Agronet para el año 2022, con el fin de definir la información sobre área sembrada, producción y rendimiento a nivel nacional, en este sentido, se tomaron en cuenta los 3 cultivos de hortalizas, raíces y tubérculos con mayor significancia (lechuga, tomate y yuca).

Como se ilustra en la Tabla 2 el área total sembrada de cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos en Colombia asciende a 390.328,1 hectáreas. Adicionalmente a lo expuesto, el rendimiento global nacional del cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos alcanza las 22,68 toneladas por hectárea. El desarrollo del informe presentado a continuación se realiza a partir del consolidado del cultivo de hortalizas, tubérculos y raíces analizados individualmente.

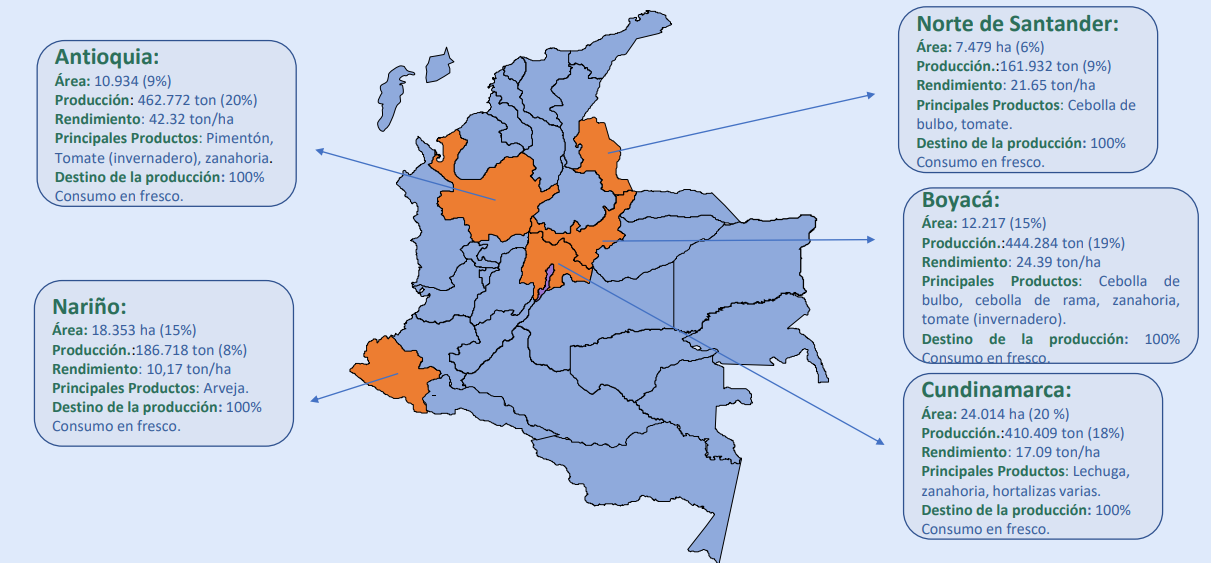
**Tabla 2**. Datos nacionales de la siembra de hortalizas, raíces y tubérculos desglosado

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Producto** | **Área sembrada (Ha)** | **Área cosechada (Ha)** | **Rendimiento (Ton/Ha)** | **% de Participación por hectárea** |
| Cebolla | 35.102,42 | 32.590,00 | 25,00 | 8,99% |
| Hortalizas | 29.457,96 | 28.701,00 | 14,02 | 7,55% |
| Hortalizas de fruto | 38.535,76 | 29.101,00 | 41,69 | 9,87% |
| Raíces | 17.062,96 | 13.441,00 | 27,75 | 4,37% |
| Tubérculos | 270.169,00 | 237.720,00 | 13,75 | 69,22% |
| **TOTAL** | 390.328,10 | 341.553,00 | 22,68 | 100% |

Fuente: elaboración propia con datos de Agronet

En el mapa a continuación, se observan con detalle los principales departamentos productores de hortalizas, raíces y tubérculos, destacando entre ellos Cundinamarca, Boyacá, Norte de Santander, Antioquia y Nariño. De igual forma, el ciclo productivo de este tipo de cultivos ronda entre los 2 y 5 meses dependiendo el tipo de producto.

**Figura 1.** Área de Hortalizas, raíces y tubérculos sembrado por departamento



Fuente: Minagricultura, 2021

**Descripción del proceso productivo**

Mediante la recopilación de información secundaria, se han identificado cinco procesos clave en el ciclo productivo del cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos. Inicialmente, se destaca la preparación del terreno, llevada a cabo mediante arados manuales o tractores. La siembra, por su parte, varía según la escala de operación, utilizando sembradoras manuales en pequeña escala y mecánicas o grandes arados de discos en extensiones mayores. En el caso de la papa y la yuca, puede incluir arado y rastrillado, formando surcos o camas elevadas para la papa.

La selección de terrenos con texturas livianas a medias, ricos en materia orgánica y bien drenados es crucial. Se desaconsejan suelos pesados y aquellos con patógenos conocidos. Durante la preparación del suelo, es esencial identificar y gestionar los sitios de encharcamiento mediante la construcción de zanjas de drenaje para evitar problemas futuros causados por patógenos.

En cuanto a la siembra, se destacan dos métodos: el trasplante al sitio definitivo, que requiere la previa creación de un semillero, y la siembra directa. La elección depende del tipo de hortaliza, con recomendaciones específicas para la creación de un sustrato adecuado en el germinador. La siembra debe realizarse con semillas de variedades registradas y en condiciones óptimas de sanidad.

En el cuidado de los cultivos, la nutrición es fundamental. La fertilización debe basarse en análisis de suelo y requerimientos específicos del cultivo, utilizando fertilizantes registrados y materia orgánica de alta calidad. La materia orgánica compostada, preparada con residuos vegetales y animales, se destaca como un fertilizante orgánico eficaz.

El control de plagas y enfermedades se aborda mediante diversas estrategias, priorizando métodos no químicos. El monitoreo constante del cultivo permite una intervención precisa y la reducción del uso de herbicidas y plaguicidas. La cosecha, realizada manualmente para evitar daños, asegura la calidad del producto, y las actividades de postcosecha, como transporte y almacenamiento, deben llevarse a cabo rápidamente para preservar la calidad obtenida en las etapas anteriores del cultivo.

**Tabla 4.** Descripción de procesos productivos

| **Proceso** | **Subproceso** | **Tecnología y/o equipo** |
| --- | --- | --- |
| Preparación del terreno | Limpiar terreno | Herramientas manuales |
| Arar y nivelar | Tractor, arado |
| Siembra | Siembra de semillas | Sembradora |
| Cuidado de cultivos | Riego | Sistema de riego |
| Fertilización | Fertilizantes, esparcidores |
| Control de plagas y enfermedades | Monitoreo de plagas | Equipos de monitoreo |
| Aplicación de pesticidas | Pulverizadores, equipos de protección |
| Cosecha | Recolecta de hortalizas | Cosechadoras manuales |
| Clasificación y embalaje | Equipos de clasificación |

Fuente: elaboración propia

# Resultados de campo

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

**Figura 2.** Visitas de cultivo de Hortalizas, raíces y tubérculos



Fuente: recolectadas en campo

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 limpiar el terreno para darle al suelo una adecuada textura, arar y nivelar.

**Tabla 5.** Equipos empelados en el proceso productivo de Hortalizas, raíces y tubérculos

| **Equipo** | **Descripción** |
| --- | --- |
| 1. Tractor | En el cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos, el tractor se utiliza principalmente para las siguientes tareas:  Preparación del suelo: El tractor se utiliza para arar, rastrillar y nivelar el suelo, lo que crea las condiciones adecuadas para la siembra.  Siembra: El tractor se puede utilizar para sembrar semillas o plántulas de hortalizas, raíces y tubérculos. |
| 1. Sembrador   Plantadora de hortalizas - T.CP.PL4 - Terrateck SAS - manual / 1 hilera /  con operador a pie | El sembrador es una máquina agrícola que se utiliza para sembrar semillas de hortalizas, raíces y tubérculos. Los sembradores pueden ser de tipo mecánico o neumático. Los sembradores mecánicos utilizan ruedas o discos para colocar las semillas en el suelo. Los sembradores neumáticos utilizan aire para colocar las semillas en el suelo. |
| 1. Sistema de riego   Manguera 12 y 16 mm | Goteo | Comercial de Riegos | El riego es una práctica esencial para el cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos. Los sistemas de riego pueden ser de tipo superficial, subterráneo o por aspersión.  Los sistemas de riego superficial son los más comunes. Estos sistemas utilizan canales o acequias para transportar el agua a los cultivos. Los sistemas de riego subterráneo utilizan tuberías enterradas para transportar el agua a las raíces de los cultivos. Los sistemas de riego por aspersión utilizan boquillas para pulverizar el agua sobre los cultivos.  El tipo de sistema de riego que se utilice depende de una serie de factores, entre los que se incluyen el tamaño del cultivo, el tipo de suelo y el clima. |
| 1. Tijeras de podar   Fondo Persona Que Opera La Cosechadora De Uvas Con Tijeras Sosteniendo Un  Racimo De Uvas Foto E Imagen Para Descarga Gratuita - Pngtree | Las tijeras de podar son una herramienta manual que se utiliza para cortar las ramas y hojas de las plantas. En el cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos, las tijeras de podar se utilizan principalmente para las siguientes tareas:  Poda: La poda es una práctica que se utiliza para eliminar las ramas y hojas muertas o enfermas. La poda también se puede utilizar para controlar el crecimiento de las plantas y para mejorar la producción de frutos.  Cosecha: En algunos casos, las tijeras de podar se utilizan para cosechar hortalizas, raíces y tubérculos. |

Fuente: elaboración propia

* 1. **Energéticos empleados**

Con relación a los energéticos utilizados, se identificaron el uso de gasolina, ACPM y energía eléctrica; estos combustibles se utilizan como fuente de bombeo en los sistemas de riego y drenaje, germinación, postcosecha, para la fertilización y fumigación por medio de la bomba de espalda y el mantenimiento por medio de la guadaña.

**Tabla 6.** Energéticos empleados

| **Grupo Homogéneo** | **Proceso** | **Equipo** | **Uso final de energía** | **Energético** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Cosecha | Camioneta | Fuerza motriz | Gasolina |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Cosecha | Tractor | Fuerza motriz | ACPM |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Fertilización | Bomba estacionaria | Fuerza motriz | Gasolina |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Fertilización | Fumigadora espalda de motor | Fuerza motriz | Gasolina |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Fertilización | Tractor | Fuerza motriz | ACPM |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Fertilización | Motocultor | Fuerza motriz | Gasolina |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Fumigación | Bomba estacionaria | Fuerza motriz | Gasolina |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Fumigación | Fumigadora espalda de motor | Fuerza motriz | Gasolina |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Fumigación | Motor de espalda | Fuerza motriz | Gasolina |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Mantenimiento | Guadañadora | Fuerza motriz | Gasolina |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Preparación del terreno | Retroexcavadora | Fuerza motriz | ACPM |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Preparación del terreno | Tractor | Fuerza motriz | ACPM |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Preparación del terreno | Motocultor | Fuerza motriz | ACPM |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Siembra | Tractor | Fuerza motriz | ACPM |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Sistema de Riego y drenaje | Bomba estacionaria | Fuerza motriz | ACPM |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Sistema de Riego y drenaje | Motobomba | Fuerza motriz | ACPM |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | Sistema de Riego y drenaje | Motor | Fuerza motriz | Energía Eléctrica |

Fuente: elaboración propia

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

Implementar procesos para el aprovechamiento energético de residuos permite a las empresas del sector agroindustrial, incluidos los agricultores, alcanzar sus metas en cuanto a desarrollo sostenible y procesos de producción limpia, esto teniendo en cuenta que mediante la reutilización de sus desechos se puede obtener energía limpia y a su vez disminuir sus impactos ambientales.

La biomasa residual es la materia orgánica que queda después de la cosecha de hortalizas, raíces y tubérculos. Incluye los tallos, hojas, raíces y flores no comercializables. La biomasa residual del cultivo de flores tiene un potencial importante de aprovechamiento energético.

Colombia es un país que cuenta con un alto potencial de aprovechamiento energético a partir de residuos agroindustriales, en tanto que por su diversidad de climas posee diferentes tipos de cultivos que presentan características adecuadas para la implementación de este tipo de procesos.

El aprovechamiento energético de residuos agroindustriales de este subsector en Colombia es el proceso de Biometanización, el cual es un proceso de fermentación anaerobia que transforma la materia orgánica en biogás, un gas compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono.

El biogás puede utilizarse para generar electricidad, calor o para alimentar vehículos. La integración de la biometanización a los procesos productivos del sector agroindustrial permite la autogeneración de energía, lo que reduce los costos operativos y aumenta la eficiencia energética.

* 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, guadaña, motobombas, tractor y otro tipo de maquinaria.

**Tabla 7.**  Energéticos empleados

| **Grupo Homogéneo** | **Calor directo** | **Climatización** | **Fuerza motriz** | **Iluminación** | **Otros** | **Refrigeración** | **Calor indirecto** | **Total** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos | 0% | 0% | 100% | 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 las fuentes oficiales consultadas.

**Tabla 8**. Energéticos empleados en el cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos

|  |  |
| --- | --- |
| **Energético** | **Participación** |
| ACPM | 82,04% |
| Gasolina | 17,37% |
| Electricidad | 0,59% |
| 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, se destaca los procesos de arado, plastificado y riego con motobomba estacionaria con significativos consumos de ACPM, principalmente por el uso de tractor y bombas estacionarias.

**Tabla 9.** Indicadores por proceso y área productiva

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Proceso** | **Subproceso** | **Energético** | **Unidades indicador** | **Indicador** |
| Cosecha | Cosecha con tractor | ACPM | MJ/Ha | 357,00 |
| Cosecha | Transporte interno | Gasolina | MJ/Ha | 322,94 |
| Fertilización | Fertilización con tractor | ACPM | MJ/Ha | 434,19 |
| Fertilización | Fertilización con Bomba estacionaria | Gasolina | MJ/Ha | 118,28 |
| Fumigación | Fumigación | Gasolina | MJ/Ha | 234,19 |
| Mantenimiento | Mantenimiento | Gasolina | MJ/Ha | 341,98 |
| Preparación del terreno | Arado | ACPM | MJ/Ha | 1.415,22 |
| Preparación del terreno | Caballoneo | ACPM | MJ/Ha | 235,88 |
| Preparación del terreno | Plastificado | ACPM | MJ/Ha | 1.678,52 |
| Preparación del terreno | Rastrillaje | ACPM | MJ/Ha | 493,23 |
| Preparación del terreno | Guadañado | Gasolina | MJ/Ha | 33,49 |
| Siembra | Siembra | ACPM | MJ/Ha | 289,46 |
| Sistema de Riego y drenaje | Riego con bomba estacionaria | ACPM | MJ/Ha | 1.299,13 |
| Sistema de Riego y drenaje | Riego con motobomba | Energía Eléctrica | MJ/Ha | 92,04 |

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 Cebolla, hortalizas, hortalizas de fruto, raíces, y tubérculos, que conforma el grupo homogéneo en análisis.

Como se observa en la tabla 10 el indicador de consumo energía por hectárea y por tonelada es diferente para cada producto, esto debido a que el rendimiento cambia en cada caso.

**Tabla 10.** Indicadores finales a nivel nacional

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Producto** | **Indicador [TJ/Ha]** | **Indicador [TJ/Ton]** |
| Cebollas | 5.560,7 | 222,45 |
| Hortalizas | 7.270,38 | 518,61 |
| Hortalizas de fruto | 7.121,38 | 170,83 |
| Raíces | 5.465 | 196,93 |
| Tubérculos | 5.527,67 | 401,97 |

Fuente: elaboración propia

Finalmente, a partir de los indicadores para los combustibles ACPM, gasolina, y energía eléctrica de cada una de los productos mencionados, calculamos el consumo anual de energía para cada uno de estos energéticos.

**Tabla 11.** Consolidados energéticos en TJ para el Cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos a nivel nacional

| **Energético** | **TJ/año** |
| --- | --- |
| ACPM | 1.862,61 |
| Gasolina | 394,43 |
| Electricidad | 13,4 |
| **Total** | **2.270,44** |

Fuente: elaboración propia

# Recomendaciones

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

**Tabla 12.** 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 hortalizas, raíces y tubérculos 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 Hortalizas, raíces y tubérculos (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 |
| 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 CO |
| 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

DANE. (2014). *Insumos y factores de producción en la agroindustria colombiana.* Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos\_factores\_de\_produccion\_feb\_2014.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Rural. (2021). *Cifras sectoriales .* Obtenido de https://sioc.minagricultura.gov.co/Hortalizas/Documentos/2021-03-30%20cifras%20sectoriales.pdf