

**Tecnologías de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en materiales de construcción -
Campoalegre Huila**

Gilberto Gutierrez Lozano

Código: 20611718028

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Artes

Programa de Arquitectura

Neiva – Colombia

2022

**Tecnologías de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en materiales de construcción
- Campoalegre Huila**

Gilberto Gutierrez Lozano

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de:

Arquitecto

Directora:

Arquitecta María Xiomara Gil Otaiza

Arquitecta

Codirector:

Claudia Patricia Rodríguez Flores

Arquitecta

Codirector:

Gina Paola Artunduaga Guio

Arquitecta

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Artes

Programa de Arquitectura

Neiva – Colombia

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado “Tecnologías de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en materiales de construcción – Campoalegre, Huila”,
de Gilberto Gutierrez Lozano,
Cumple con los requisitos para optar
Al título de ARQUITECTO.

Firma del Tutor

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Cuidad, Día, Mes, Año.

Dedicatoria

El trabajo investigativo principalmente es dedicado a Dios por ser la guía y fortaleza durante los momentos de debilidades y dificultades presentes en este proyecto de vida. Continuo a ello están presentes mis padres y hermanos que han sido parte del proceso, ellos aportando desde su cualidades y virtudes me han trasmitido la fortaleza y el deseo mental de éxito y positivismo para enfrentar y desarrollar este importante logro. Mi profundo agradecimientos a la comunidad UAN por confiar en mí y abrirme las puertas de su institución, es un honor ser parte de esta familia.

Agradecimientos

Agradezco primero a Dios por bendecir mi vida, por haber guiado cada uno de mis pasos para culminar este proyecto y escuchar cada una de mis peticiones, a mi familia, especialmente a mi padre, Gilberto Gutierrez Vega quien fue mi voz de aliento, el motor de mi vida en cada dificultad, por su amor, dedicación y apoyo incondicional brindado en cada instante de mi preparación académica y formación personal, todos mis logros son para él y para Dios.

Con gratitud a la Universidad Antonio Nariño en cuyas instalaciones transmitieron aquellos conocimientos que hoy hacen de mí no solo un ser profesional, sino una mejor persona.

A cada maestro y arquitecto junto con cada una de sus virtudes y cualidades que hoy hacen de mí el profesional y persona que un día anhelé.

Resumen

La introducción de alternativas de gestión y transformación a los residuos agroindustriales del arroz surge de la producción masiva de los mismos y las alteraciones de orden ambiental que estos ocasionan. En el municipio de Campoalegre Huila el desarrollo agrícola conlleva a que la industria molinera incremente la generación del residuo de cascarilla de arroz y con ello estableciendo desafíos en su disposición final, optando por métodos convencionales que evaden la tecnificación sustentable. El enfoque de este trabajo de investigación se fundamenta en el de análisis y documentación de las tecnologías de aprovechamiento de la cascarilla de arroz para la elaboración de materiales constructivos con el objetivo de diseñar una cartilla digital con fundamentos en la transferencia de conocimientos que evidencie los materiales producto del desarrollo y ejecución de tecnologías innovadoras donde la cascarilla de arroz deja de ser un residuo y convierte en un insumo o agregado para un proceso productivo, contribuyendo con el desarrollo de la sostenibilidad y la creación de valor agregado para la industria que le produce.

Palabras claves: residuos agroindustriales, cascarilla de arroz, tecnologías, innovación, alternativas, aprovechamiento, insumo, valor agregado.

Abstract

The introduction of management and transformation alternatives to agro-industrial rice waste arises from their mass production and the environmental alterations they cause. In the municipality of Campoalegre Huila, agricultural development leads the milling industry to increase the generation of rice husk residue and thereby establishing challenges in its final disposal, opting for conventional methods that evade sustainable technification. The focus of this research work is based on the analysis and documentation of the technologies for the use of rice husk for the elaboration of construction materials with the aim of designing a digital booklet with foundations in the transfer of knowledge that evidences the materials product of the development and execution of innovative technologies where the husk leaves rice ceases to be a waste and becomes an input or aggregate for a production process, contributing to the development of sustainability and the creation of added value for the industry that produces it.

Keywords: agro-industrial waste, rice husk, technologies, innovation, alternatives, use, input, added value.

Tabla de Contenido

Introducción	12
Capítulo I: Problemática de la Investigación	13
Problemática de la Investigación	13
Planteamiento del Problema	15
Pregunta de Investigación	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
Justificación de la Investigación	16
Alcances de la Investigación	17
Capítulo II: Marco Teórico	18
Bases Teóricas	18
Antecedentes de la Investigación	20
<i>Nacionales</i>	20
<i>Internacionales</i>	23
Marco Conceptual	27
<i>Residuos agroindustriales</i>	27
<i>Residuos aprovechables</i>	27
<i>Infraestructura especializada</i>	27
<i>Gestión integral de residuos</i>	27
<i>Aprovechamiento</i>	28
Marco Histórico	28
Marco Legal	28
Marco Geográfico	29
<i>Localización</i>	30
<i>Contexto Urbano</i>	31
<i>Contexto Rural</i>	32
Marco Referencial	32
Marco Operacional y Diagnostico	35
Escala Macro	36
Escala Meso	44
Escala micro	51

Prototipos	52
Cultivo de Arroz	57
<i>Reseña Histórica del Cultivo de Arroz</i>	57
<i>Planta de Arroz</i>	58
<i>Grano de arroz</i>	58
<i>Composición del grano de arroz</i>	59
<i>Estructura de la cadena productiva del arroz</i>	60
Caracterización de la Cascarilla de Arroz	61
<i>Cascarilla de Arroz</i>	61
<i>Propiedades de la Cascarilla de Arroz</i>	62
<i>Composición Elemental de la Cascarilla de Arroz</i>	62
<i>Composición Química de la Cascarilla de Arroz</i>	63
<i>Composición Mineral de la Ceniza de Cascarilla de Arroz</i>	63
Aprovechamiento de la Cascarilla de Arroz	64
Tecnologías de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en materiales de construcción Campoalegre Huila	64

Lista de figuras

Figura 1 Árbol del problema.....	15
Figura 2 Localización del departamento Huila.....	30
Figura 3 Contexto urbano del municipio de Campoalegre	31
Figura 4 Contexto rural del municipio de Campoalegre.....	32
Figura 5 Sistema ambiental.....	36
Figura 6 Infraestructura vial	37
Figura 7 Sistema hídrico	38
Figura 8 Uso del suelo agrícola	39
Figura 9 Frontera agrícola.....	40
Figura 10 Equipamientos sectoriales	41
Figura 11 Municipios productores de arroz.....	42
Figura 12 Municipios productores de cascarilla de arroz.....	43
Figura 13 Sistema ambiental.....	44
Figura 14 Infraestructura vial	45
Figura 15 Sistema hídrico	46
Figura 16 Índice del uso hídrico	47
Figura 17 Vocación de uso del suelo	48
Figura 18 Cobertura del suelo agrícola.....	49
Figura 19 Áreas productoras de arroz.....	50
Figura 20 Producción de cultivos transitorios	51
Figura 21 Áreas productoras del cultivo de arroz.....	52
Figura 22 Bloques de concreto	53
Figura 23 Tabla de curado del concreto.....	53
Figura 24 Molduras de pruebas	54
Figura 25 Tabla de porcentaje y resistencia.....	55
Figura 26 Ladrillos ecológicos	56
Figura 27 Tabla de porcentaje y resistencia.....	56
Figura 28 Morfología de la planta de arroz.	58
Figura 29 Grano de arroz.....	58
Figura 30 Tabla de composición del grano de arroz.....	59

Figura 31 Cadena productiva del arroz.....	60
Figura 32 Cascarilla de arroz.....	61
Figura 33 Propiedades y valor de la cascarilla	62
Figura 34 Composición Elemental de la cascarilla de arroz.....	62
Figura 35 Composición química de la cascarilla de arroz.....	63
Figura 36 Composición mineral de la ceniza de cascarilla de arroz.....	63
Figura 37 Portada.....	64
Figura 38 Guía de estudio.....	65
Figura 39 Presentación.....	66
Figura 40 Glosario	66
Figura 41 Historia del cultivo de arroz	67
Figura 42 Cultura e identidad del territorio	68
Figura 43 Productividad del cultivo de arroz.....	69
Figura 44 Áreas productoras del cultivo de arroz.....	70
Figura 45 Usos actuales de la cascarilla de arroz	71
Figura 46 Tecnologías de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en materiales de construcción	72
Figura 47 Implementación de la cascara de arroz triturada aplicada en bloque y mortero para viviendas populares.....	73
Figura 48 Mortero para viviendas populares	74
Figura 49 Aglomerado de cascarilla de arroz con adhesivo de poliuretano	75
Figura 50 Elaboración del aglomerado de cascarilla de arroz	76
Figura 51 Inclusión de cascarilla de arroz para la fabricación	77
Figura 52 Elaboración de teja tipo s con composites de matriz cementicia adicionada con cascarilla de arroz	78
Figura 53 Elaboración de teja tipo s	79
Figura 54 Recomendaciones.....	80

Lista de tablas

Tabla 1 Matriz de antecedentes de la investigación.....	32
--	----

Introducción

En Colombia, el departamento nacional de planeación proyectó para el año 2018 el aprovechamiento del 20% de los residuos agroindustriales, sin embargo no ha logrado superar el 17%, esto relacionado con el desarrollo industrial conlleva al incremento de residuos y con ello a la búsqueda de mecanismos para su aprovechamiento, donde las investigaciones evolucionan de tal manera que los residuos dejan de ser un producto desecho para convertirse en materia prima, maximizando su potencial de uso en industrias como la construcción, biocombustibles, productos farmacéuticos, cosméticos y nutricionales donde pueden resultar siendo factibles por su potencial debido a la composición de sus características físicas.

Según Fedearroz (2017, p10) en el país se producen 6.282.407 ton/año de arroz lo que genera aproximadamente 2.463.689 ton/año de cascarilla de arroz, donde la disposición final inadecuada de este residuo se fortalece en la escasez tecnologías y sistemas de aprovechamiento que optimicen el potencial de estos mediante un proceso de transformación, ocasionando un desacierto en el desarrollo de técnicas y prácticas adecuadas para su manejo. En la actualidad el aprovechamiento de los residuos agroindustriales del arroz como la cascarilla es un tema de interés al considerarse un recurso de alta disponibilidad con un alto potencial de empleo como materia prima o insumo para otro proceso productivo debido a las propiedades que posee, implicando que se generen nuevos productos y convirtiéndose en un beneficio para la industria que lo elabora, así mismo generando cambios radicales en pro del medio ambiental.

Capítulo I: Problemática de la Investigación

Problemática de la Investigación

Colombia es un sobresaliente generador de productos agrícolas, esta actividad origina grandes cantidades de residuos y/o desechos, dicho de otro modo, biomasa residual estos recursos biomásicos incluyen cualquier fuente de materia orgánica, por esa razón los correspondientes aspectos de infraestructura, manejo y recolección del material debe adaptarse a las condiciones específicas del proceso en el que se deseen explotar o maximizar su potencial de uso donde los residuos dejen de ser un producto desecho para convertirse en materia prima.

En el caso de Colombia la biomasa residual generada por los cultivos se divide en residuos agrícolas de cosecha (RAC) y residuos agrícolas industriales (RAI), según estudios realizados el 75% del total de la biomasa producida en el campo corresponde a RAC y el restante a RAI, los tipos de biomasa son por ejemplo los residuos de tamo y cascarilla de arroz, las hojas, frutos y tallos de descarte de las cosechas y finalmente las cadenas comerciales o de industrias de alimentos.

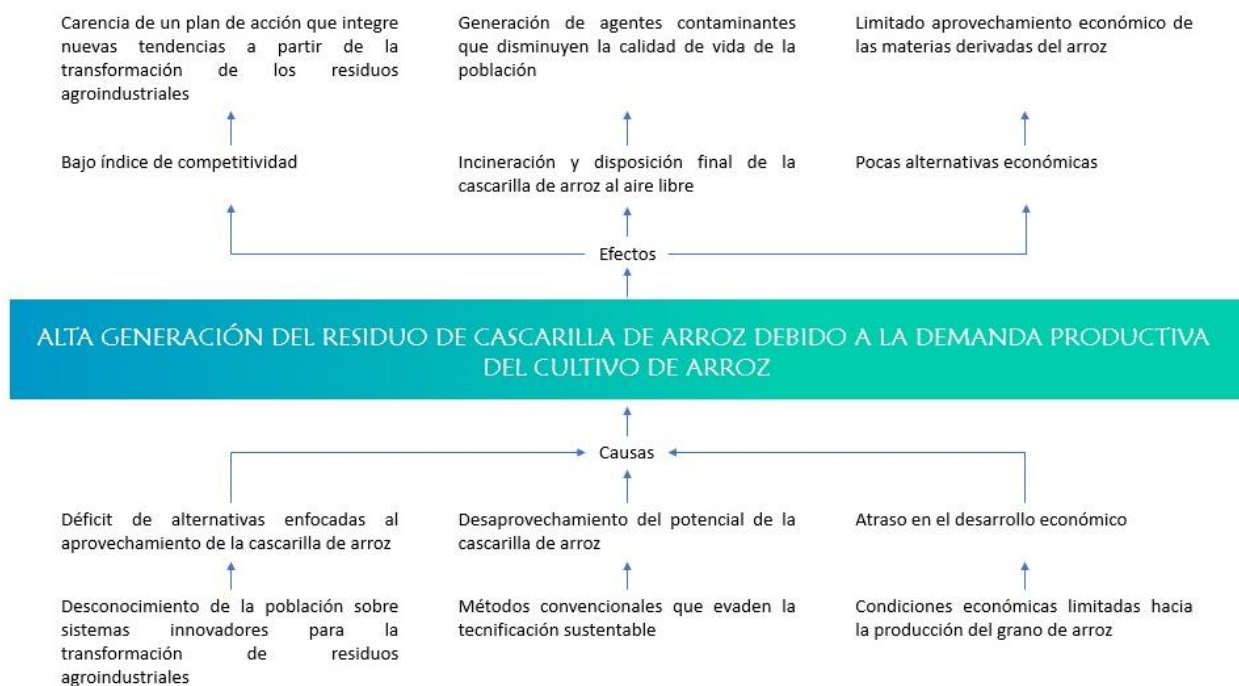
En el Huila más exactamente en el municipio de Campoalegre el desarrollo industrial conlleva al incremento de residuos y con ello a la búsqueda de alternativas de aprovechamiento, donde se les brinde el manejo apropiado a los residuos con motivo de innovar y generar nuevos productos en industrias como la construcción donde puedan resultar siendo factibles debido a la composición de sus características físicas. Por consiguiente, el aprovechamiento de los residuos agroindustriales en el municipio son muy pocos debido a que actualmente hay un déficit de sistemas o estrategias de aprovechamientos de estos.

Por otro lado, en Campoalegre debido a su gran demanda progresiva del cultivo de arroz hace que la generación de residuos agroindustriales aumente lo que ocasiona impactos negativos al medio ambiente y a la sociedad, a causa de la disposición final inadecuada en estos donde la escasez de tecnología y sistemas de aprovechamiento hace que haya un desacierto en el desarrollo de técnicas y practicas adecuadas que optimicen el potencial de los residuos.

Según los estudios evidenciados sobre el aprovechamiento y transformación de la cascarilla de arroz este residuo representa el 20% de la producción total del cultivo de este cereal. En Campoalegre para el año 2020 la producción total de arroz fue de 99.765 Ton a lo que equivale a 19.953 Ton de cascarilla para el mismo año en el municipio, estas cifras son las entregadas por el SIR (Sistema de Información Regional) del departamento del Huila basado en la fuente de la secretaria de agricultura y minería.

Consecuentemente, el aprovechamiento de la cascarilla de arroz podría ser un tema de interés para el municipio al considerarse la cascarilla un recurso de alta disponibilidad y capacidad de empleo como materia prima o producto complementario para otro proceso productivo gracias a sus propiedades, implicando que se generen nuevos productos innovadores en beneficio para la industria que lo elabora, sobre todo minimizando impactos negativos, los cuales, con tratamiento y procesamiento especial, o unidos con otros materiales, puede generar nuevos materiales de construcción.

En la Figura No 1 se puede observar de manera detallada la problemática anteriormente descrita sobre el municipio de Campoalegre, Huila:

Figura 1*Árbol del problema*

Nota. El árbol del problema desarrolla un análisis, acerca de los efectos y las causas del proyecto. Fuente: Elaboración propia (2022).

Planteamiento del Problema

La demanda progresiva del cultivo de arroz constituida en el municipio de Campoalegre Huila establece que a mayor producción de materia prima aumenta la generación de residuos agroindustriales como la cascarilla de arroz y con ello impone desafíos en su disposición final siendo el punto de partida a la radicación del problema abordado, donde determinan optar por métodos convencionales que evaden la tecnificación sustentable y se basan en la incineración y disposición final de este al aire libre, originando agentes contaminantes de orden medio ambiental sin contemplar una oportunidad paulatina de aprovechamiento hacia el desarrollo e implementación de tecnologías de transformación donde la cascarilla de arroz se convierte en un

insumo agregado para un proceso productivo que brinda garantías e impactos favorables de orden social y ambiental.

Pregunta de Investigación

¿Cómo evidenciar alternativas de aprovechamiento tecnológicas e innovadores enfocadas en la transformación de la cascarilla de arroz en materiales para la construcción?

Objetivo General

Diseñar una cartilla digital con fundamentos en la transferencia de conocimientos a partir de la documentación de tecnologías de aprovechamiento de la cascarilla de arroz para la elaboración de materiales constructivos en el municipio de Campoalegre - Huila.

Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico territorial con base a los factores sociales, económicos y ambientales determinando las dinámicas productivas agrícolas en el departamento del Huila.
- Caracterizar la cascarilla de arroz como producto objeto de estudio mediante la documentación de investigaciones construidas a partir del aprovechamiento de la cascarilla para la elaboración de materiales constructivos.
- Desarrollar una cartilla digital con el propósito de compilar las alternativas de transformación de la cascarilla de arroz, tomando en cuenta referentes relacionados con el producto objeto de estudio en el municipio de Campoalegre-Huila.

Justificación de la Investigación

En los últimos años se ha despertado un interés particular por el aprovechamiento de los residuos agroindustriales, continuo a ello, en el cultivo de arroz los residuos son el resultado de la producción y el proceso industrializado al cual es sometida la materia prima, obteniendo de

ello la cascarilla, residuo al cual países como Arabia Saudita, Colombia, Costa Rica, Egipto, Guatemala, México, y Perú enfocan investigaciones en el propósito de incluir la cascarilla de arroz aun proceso productivo en la búsqueda de nuevos materiales como estrategia a la innovación y sostenibilidad de manera globalizada.

El aprovechamiento de residuos es una alternativa que impulsa al desarrollo de tecnologías orientadas hacia una transformación sustentable de los recursos naturales. Ante lo expuesto se fundamenta el propósito de estudio sobre el municipio de Campoalegre, el cual se acredita como la capital arrocera del departamento del Huila debido a la producción de 106.137 ton/año de arroz y por ende una elevada generación de residuos como la cascarilla, la cual deja de serlo y se convierte en un insumo potencial ante los estudios evidenciados para ser aprovechado como agregado en un proceso productivo basado en la elaboración de nuevos materiales al considerarse un recurso de alta disponibilidad. El aprovechamiento de la cascarilla de arroz en la actualidad se sustenta como un sistema sostenible e innovador que impulsa el desarrollo de tecnologías orientadas hacia el razonamiento de fortalecer los nuevos procesos que buscan incluir en su función prácticas y técnicas sustentables hacia la generación de nuevos productos, ingresos adicionales para la industria que lo produce e impactos positivos en el medio ambiente.

Alcances de la Investigación

Mediante el análisis y diagnóstico de antecedentes se pretende el desarrollo del proyecto de investigación estructurado en el objetivo general, diseñar una cartilla digital con fundamentos en la transferencia de conocimientos a partir de la documentación de tecnologías de aprovechamiento de la cascarilla de arroz para la elaboración de materiales constructivos; articulada a un plan estratégico de recolección y/o almacenamiento de este producto como

herramienta de distribución directa al fabricante generador de nuevos materiales en el municipio de Campoalegre-Huila.

Limitantes de la Investigación

A partir del desarrollo de la investigación se identifica como limitante del proyecto la fiabilidad de los datos producto del estudio ejecutado, debido a que puede ser un obstáculo significativo en la búsqueda de una tendencia informática objeto de interés en pro del beneficio y progreso de la información recolectada.

Capítulo II: Marco Teórico

Bases Teóricas

En la actualidad la transferencia de tecnologías, los nuevos materiales y la utilización de los residuos agroindustriales son tema de interés debido a que tienen un papel importante para el desarrollo, al generar innovación y mejora que fortalece la producción de productos amigables con el medio ambiente, donde se busca brindar alternativas de aprovechamiento para dichos residuos o desechos con el propósito de minimizar su disposición final inadecuada, por consiguiente, Coronado (2015). afirma lo siguiente: “El aprovechamiento se entiende como el conjunto de fases sucesivas de un proceso, cuando la materia inicial es un residuo, entendiéndose que el procesamiento tiene el objetivo económico de valorizar un residuo u obtener un producto o subproducto utilizable” (p.12).

De esta manera, en el 2002 comenzó la investigación con cáscaras de mani para su implementación en el sector de la construcción de viviendas iniciando de esta forma posibilidades de desarrollo de materiales no convencionales y así formar parte del reciclado post industrial de cáscara de maní (Calderón Dini, 2016). Es decir que los residuos dejaran de ser un simple

desecho a convertirse en residuos aprovechables los cuales puedan ser utilizados o transformados en otro producto reincorporándose al ciclo económico y con valor comercial.

Además Jonathan Bolívar (2021) asegura que en la actualidad, los profesionales de la ingeniería han estado desarrollando acciones técnicas para el sector de la construcción. De igual forma, Andrade y Quiroz (2020) revelan que se están aplicando nuevas tecnologías, materiales y herramientas de uso ecológico que ayudan a obtener mejores resultados en los procesos de fabricación de los adoquines de hormigón, siendo este uno de los más utilizados en la pavimentación de calzadas durante los últimos años, y se ha incrementado considerablemente su uso por su fácil maniobrabilidad, disminución de costos, menor tiempo de fabricación y colocación, entre otros factores. Donde en los procesos de fabricación de los adoquines de hormigón, deben optar por la utilización de materiales convencionales y ecológicos para que alcancen los parámetros de calidad.

Asimismo, Persy (2021) con su proyecto de investigación “Comportamiento mecánico de bloques de concreto para viviendas Utilizando tres proporciones de ceniza de cáscara de café Canchaque” afirma que fue orientado en busca de nuevas alternativas en el comportamiento mecánico de bloques de concreto para vivienda utilizando ceniza de cascara de café y material extraído de las quebradas y riachuelos de la zona.

Finalmente, Natalia F. M., (2015) realizaron el proyecto “Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural” con el objetivo de evaluar el aprovechamiento de la cascarilla de arroz, las cenizas de la cascarilla de arroz y las cenizas de las centrales térmicas como adiciones residuales en bloques ecológicos de mampostería dadas las ventajas que ofrecen.

Antecedentes de la Investigación

Nacionales

Los siguientes antecedentes nacionales se eligieron, con el único fin, de mostrar un proyecto similar al que se está desarrollando en este documento. En primer lugar, está el proyecto de investigación “Tendencias del aprovechamiento de la cascarilla de arroz con matrices poliméricas recicladas para formulación de nuevos materiales y sus posibles aplicaciones” realizado por (Diaz Natalia, 2020) su objetivo se estructuró en la búsqueda de mezclas entre polímeros y cascarilla de arroz que permitieran obtener compuestos que cumplan con las propiedades térmicas, mecánicas y químicas óptimas. La línea de investigación fue a partir de la generación de residuos como cascarilla de arroz y plástico que aumenta con el transcurrir del tiempo, ocasionando problemas de orden ambiental con su disposición final y manejo, añadiendo la falta de aprovechamiento de estos. Aplicaron una metodología de búsqueda y análisis sobre artículos científicos, de investigación, libros, recopilando y referenciando información de mezclas hechas a base de cascarilla de arroz y polímeros. Finalmente concluyeron que los compuestos elaborados por matrices de cascarilla de arroz y polímeros mejoran las propiedades térmicas, ideal para emplearlo en el desarrollo de un prototipo con aprovechamiento en sectores industriales (p. 43).

Según Claudia, L (2020), en el proyecto de investigación “alternativas de usos de la cascarilla de arroz en Colombia para el mejoramiento del sector productivo y la industria” el objetivo se direccionó en la búsqueda de mecanismos que permitieran documentar alternativas de reincorporación de cascarilla de arroz al sector productivo e industrial. El problema de estudio se desarrolla en la gran cantidad de residuos a través de la producción de arroz, involucrando directamente la industria molinera como generador de cascarilla de arroz, causando con sus

prácticas inadecuadas impactos negativos al sistema ambiental. Su metodología empleada fue el estudio de artículos científicos, libros y revistas que dieran profundidad al tema abordado y como Conclusión afirman que es importante la adecuación de tecnologías alternativas de aprovechamiento y reutilización de residuos (cascarilla de arroz) que generen aspectos beneficiosos ambientales y económicos (p. 33).

Para Bernal y Carvajal (2019) con el proyecto “Evaluación de un biocomposito elaborado con residuos agroindustriales del cultivo de arroz (cascarilla y tamo) y su potencial aplicación en viviendas de interés social” su objetivo fue plantear la evaluación de un biocomposito elaborado con residuos agroindustriales provenientes del arroz con el fin de obtener nuevos materiales fabricados a partir de residuos. El planteamiento de investigación fue desarrollado en la gran producción de arroz del municipio de Paz de Ariporo y por ende la generación de residuos agroindustriales, asociado con la falta de aprovechamiento de los mismo y relacionado con la población vulnerable del municipio, donde concluyen que el biocomposito elaborado a partir del aprovechamiento de residuos agroindustriales del arroz no solo cumple con los requerimientos técnicos para su implementación, sino que también obedece a los lineamientos de construcción sostenible siendo una oportunidad para el desarrollo de nuevos procesos constructivos para satisfacer las necesidades de vivienda de la población de Ariporo (p. 104).-

Según Peñaranda (2017), en el proyecto “Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia” la investigación fue direccionada en los residuos agroindustriales y sus impactos tanto positivos como negativos, además, hace mención del aumento de interés sobre el aprovechamiento de estos residuos en diferentes ámbitos debido al bajo costo, a su alta disponibilidad, y a la necesidad de reducir el impacto ambiental causado (p. 3).

Sin embargo para Baller y Rios (2016), en el proyecto de investigación “Evaluación del uso de cascarilla de arroz polietileno y polipropileno en la producción de poste para el uso agropecuario” el objetivo era evaluar el uso del material plástico polietileno, polipropileno y cascarilla de arroz, generando con ello un poste plástico para el uso de sectores agropecuarios, la metodología empleada del proyecto se basó en el planteamiento de un diseño factorial aleatorizado donde ese método le permitía el análisis de diversos factores como resultados finales obtuvieron un producto con una alta resistencia agentes químicos ideal para ser usado en diferentes ambientes y ser expuestos a la intemperie sin que sea afectado por el medio (p. 23).

Para Yineth Piñeros., (2011), en el proyecto de investigación “aplicación de tecnologías para el aprovechamiento de la cascarilla de arroz” su objetivo se planteó en la evaluación de tecnologías para el fraccionamiento de la cascarilla de arroz con el fin de proponer procesos para la obtención de etanol y furfural, donde aplicaron tecnologías para el aprovechamiento integral fracciones celulósica y hemicelulosa de la cascarilla de arroz. El planteamiento de la investigación se estructura en la gran producción de cascarilla de arroz 400.000 ton/año en contraposición al bajo índice de su aprovechamiento al considerarse un residuo de poco valor. Metodológicamente se empleó el fraccionamiento del subproducto aplicando pretratamientos fisicoquímicos y biológicos (celulósica, hemicelulosa) con el fin de evaluar su uso en la producción de etanol y furfural, concluyendo que la utilización de cascarilla de arroz en la producción de sustancias fisicoquímicas lograría dar un manejo adecuado al demandante residuo de la producción de arroz (p. 6).

Según Jaider Sierra (2009), en el proyecto de investigación “Alternativas de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en Colombia” su objetivo fue mejorar las condiciones de manejo de los residuos centrándose en el uso de la cascarilla de arroz como recursos

energéticos, aprovechado como alternativa para disminuir el uso de la madera y petróleo en la combustión. El punto de investigación parte del problema ambiental que representa la industria molinera generador de grandes cantidades de cascarillas de arroz 82 ton/día representando técnicas inadecuadas para su disposición final como alojada e incinerada a cielo abierto generando agentes contaminantes para el suelo, agua y aire teniendo como resultado la mezcla de cascarilla de arroz y elementos naturales o agrícolas se obtienen valores competitivos de conductividad térmica para aplicaciones en el área de aislamiento finalmente determinan que emplear alternativas de aprovechamiento de la cascarilla de arroz genera aspectos benéficos en el sector económico, social y ambiental (p. 17).

Internacionales

Los siguientes antecedentes internacionales se escogieron con el propósito de evidenciar las nuevas tecnologías de aprovechamiento de los residuos agroindustriales. Un primer proyecto es el de Soledispa (2022, universidad estatal del sur de manabí) denominado “Diseño de vivienda rural utilizando bloques de cáscara de coco como material de construcción en el sitio joa cantón jipijapa” se realizado para optar por el título de ingeniero civil, el tipo de investigación se basó en el diseño de una vivienda de interés social basado en la implementación de materiales alternativos los cuales brindarían comodidad y seguridad, dentro del diseño propuesto se basaron en una vivienda totalmente funcional a diferentes familias de bajos recursos, la población de objeto de estudio fue la comuna Joa Via Puerto Cayo del Cantón Jipijapa con un aproximado de 452 habitantes residentes, como muestra realizaron la elaboración y análisis de laboratorio del bloque o lámina de cascara de coco. Donde concluyen que las características de los materiales a utilizar en el diseño de vivienda de interés social fueron determinados, por lo cual obtuvieron materiales ya conocidos comercialmente como el hormigón y la estructura metálica, además la

base del proyecto fue la utilización del bloque a base de cascara de coco para la mampostería de la vivienda con características favorables a utilizar por su correcto funcionamiento determinado mediante el ensayo de resistencias realizado en el laboratorio de la universidad Estatal de Sur de Manabí.

En segundo lugar, Zambrano y Barreiro (2022) con el proyecto “Uso de la cáscara de maní en paneles prefabricados para viviendas de interés social en Manabí”. Su investigación fue descriptiva, se basó en una recopilación bibliográfica del ciclo productivo del maní, también utilizaron ese método para definir antecedentes ya probados estructurales y de confort térmico en elementos de hormigón con reemplazo en cáscara de maní, esto último debido al estado de emergencia vigente en el país que imposibilita el ensayo de materiales en laboratorio, recopilaron información empírica mediante una encuesta validada por expertos en la construcción, la misma que buscó obtener información real acerca del uso y conocimiento del material por parte de los profesionales para el análisis de viabilidad. La población investigada fue 3150 ingenieros civiles registrados en el respectivo colegio profesional, la muestra fue de 109, el nivel de significancia fue de $\pm 8\%$. Donde concluyen que es factible socialmente la inserción de estrategias de industrialización en las viviendas de interés social en Manabí siempre y cuando integren acabados que presenten aceptación previamente probada en la ciudadanía, así mismo el incluir materiales reciclados o desechos dentro de un elemento que aporta a la economía local abriendo nuevas maneras de utilizar residuos que normalmente no son aprovechados.

Según Madruñero y Salazar (2021, Universidad laica vicente rocafuerte de guayaquil) con el proyecto de investigación “Piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclados para edificaciones” previo a la obtención del título de arquitecto. El tipo de investigación realizada fue exploratoria en la cual analizaron la materia vegetal y la cantidad

necesaria para iniciar la propuesta, el material fue recolectado de la hacienda “Gramalotal” ubicada en el cantón Narajal donde le proporcionaron los raquis (pinzote) del banano de donde obtuvieron la fibra, además, utilizaron el tipo de investigación descriptiva y experimental ya que tenían que describir la realidad de situaciones, eventos, grupos o comunidades que se estuvieran abordando y que se pretendían analizar, el proyecto experimentó varios procesos para la elaboración de las piedras de enchape, el cual consistió en la utilización de los dos materiales reciclados (fibra vegetal obtenida del raquis del banano y sacos de cemento hechos de papel Kraft) también añadieron otros elementos complementarios para poder obtener el producto. La población entrevistada fueron profesionales del área de construcción, arquitectos (48) e ingenieros civiles (36) de la ciudad de Guayaquil, quienes serían los principales consumidores del producto, la muestra fue una parte de la población con la que realizó el estudio; las técnicas implementadas en el proyecto fueron: bibliografía, experimental y de campo, a través de pruebas de laboratorio y entrevistas para recopilar la información necesaria. Donde concluyen que se elaboró una piedra de enchape con materiales reciclados como los sacos de cemento y la fibra de banano mezclados con mortero tradicional, donde el prototipo final hecho puede llegar a una mejor apariencia, a base de productos fáciles de encontrar en el mercado como: minerales y selladores para un mejor acabado y apariencia de piedra de enchape.

Por otra parte, Ramírez (2012) en el proyecto de investigación “Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de arroz y residuos de papa para la producción de Trichoderma” establece en el desarrollo del objetivo realizando un estudio experimental comparativo de aprovechamiento de los residuos agroindustriales, cascarilla de arroz y residuos de papa para la producción del hongo Trichoderma. El planteamiento de investigación se basó en el problema que constituyen los residuos agroindustriales debido a los factores como aumento en

la producción y surgimiento de nuevas leyes ambientales, generando la necesidad de conversión de los mismo en un producto útil y de mayor valor agregado; donde concluye el aprovechamiento de los residuos agroindustriales como medios de cultivo para la producción de metabolitos de interés tanto industrial, obtuvieron sustratos económicos de fácil aplicación que permiten el buen desarrollo y una elevada producción del hongo *Trichoderma* (p. 47).

Asimismo Chur (2010), en el proyecto de investigación “evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería” su objetivo se estructura en establecer el nivel adecuado de empleo de residuos agrícolas como cascarilla de arroz en morteros de mampostería sin afectar su resistencia; enfocando el problema de investigación al aumento de cascarilla de arroz, contrarrestado con su no aprovechamiento y la busque de materiales de construcción innovadores que alivianen costos debido a la demanda de vivienda (México). En la metodología se evaluó el aprovechamiento de la cascarilla como agregado orgánico en morteros empleando diferentes cantidades de subproducto buscando una mezcla homogénea bajo estándares de calidad y seguridad, concluyen que entre mayor cantidad de cascarilla de arroz se emplee en diferencia a la arena menor es su peso y mayor comprensión, tensión y adherencia de cascarilla disminuyen las propiedades mecánicas, argumentando la importancia de generar un equilibrio entre las mismas (p. 34).

Finalmente, Peña y Garcia (2005) en el proyecto “Planta integral para el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos en el municipio de pacho (Cundinamarca)” el objetivo del proyecto fue diseñar una planta integral para el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos en el municipio de pacho – Cundinamarca el cual contribuye con el mejoramiento del medio ambiente, entorno y paisajismo. El planteamiento del problema se basó en que el municipio no aprovechaba ni utilizaba de manera adecuada los residuos, por ende, ocasiona

contaminación al medio ambiente por la disposición que le brindaban. Donde concluyen que la realización del proyecto es una gran oportunidad para solucionar no solo el problema ambiental que se generaba ante la inadecuada disposición de los residuos; sino que busca el aprovechamiento máximo y procesamiento técnico de estos, también que sean comercializados para su uso como materia prima en la elaboración de diferentes productos (p. 1).

Marco Conceptual

Considerando la línea de investigación desarrollada el marco teórico nos direcciona a un conjunto de conceptos significativos, de importancia de dar a conocer su concepto para la sustentación y comprensión del proyecto.

Residuos agroindustriales: son el subproducto generado de la relación del sector agrícola e industrial en el procesamiento de materias primas, ya que no son de utilidad para el proceso que los genero, pero son de gran potencial para su aprovechamiento en la fabricación de nuevos productos o materiales.

Residuos aprovechables: es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento y transformación para su reincorporación a un proceso productivo.

Infraestructura especializada: es el conjunto de servicios, medios técnicos e instalaciones especiales en un sector determinado que permiten el desarrollo de actividades y funciones con el objetivo de un logro profesional.

Gestión integral de residuos: es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos productivos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final.

Aprovechamiento: se emplea para expresar la obtención de algún tipo de beneficio o de provecho, generalmente en vinculación con el desarrollo de alguna actividad, a nivel personal, en un negocio, o empleo, entre otras alternativas.

Marco Histórico

En la década de los años 70 una parte importante de los biotecnólogos de todo el mundo enfocaron sus investigaciones hacia la utilización y aprovechamiento de los residuos agroindustriales para la producción de compuestos útiles como insumo de otros procesos industriales; los primeros años la prioridad se enfocó a la generación de productos con valor agregado, años más tarde se sumó la prioridad de utilizar los residuos para reducir el impacto ambiental que ocasiona su disposición, y a partir del presente siglo la prioridad está enfocada a la producción de bioenergéticos y a la elaboración de nuevas formulación de alimentos para animales (Saval, 2012, p. 15).

Marco Legal

- 📖 Decreto 2981 de 2013, artículo 79: establece las medidas para el aprovechamiento de los residuos.
- 📖 Ley 2811 de 1974, código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente: donde se reglamenta el manejo de los residuos, desechos y basuras.
- 📖 Decreto 1200 de 2004: donde se determinan los instrumentos para la planificación ambiental.
- 📖 Decreto 1697 de 1997: contiene el reglamento de protección y control de la calidad del aire.
- 📖 Resolución 1111 de 2013: establece los niveles permisibles de contaminación.

- 📖 Resolución 058 de 2002: por la cual se establecen los límites máximos permisibles en emisión de incineraciones.
- 📖 Resolución 2309 de 1986: regula todo lo relacionado con el manejo, uso, disposición y transporte de residuos.

Marco Geográfico

El Huila es uno de los 32 departamentos que conforman la República de Colombia, su capital es la ciudad de Neiva. Huila limita por el norte con los departamentos del Tolima y Cundinamarca, por el este con Meta, al sur con el Caquetá y al oeste con el Cauca.

Geografía: el departamento del Huila está localizado hacia la parte suroccidente de Colombia, entre los $01^{\circ}33'08''$ y $03^{\circ}47'32''$ de latitud norte $74^{\circ}28'34''$ y $76^{\circ}36'47''$ de longitud este, cuenta con una superficie de 19.890 km representando el 1.75% del territorio nacional.

La organización territorial del departamento la comprenden 4 subregiones: subnorte, subcentro, subsur y suboccidente, contando con 37 municipios y 128 centros poblados. (Ver Figura 2)

Localización

Figura 2

Localización del departamento Huila



Nota. La figura se puede observar la división política. Fuente: Wikipedia (2010)

El municipio de Campoalegre se encuentra ubicado en la parte central del departamento del Huila, limitando al norte con el municipio de Rivera, al oriente con el municipio de Algeciras, al sur con Hobo y al occidente con Yaguará

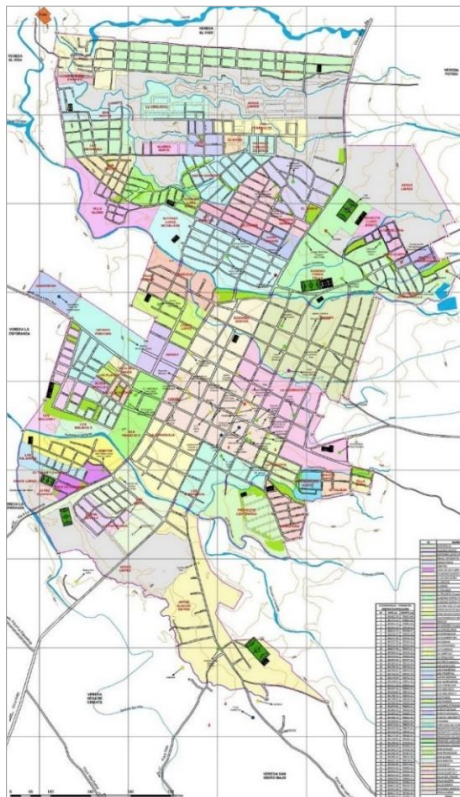
Geografía: el municipio de Campoalegre inicia al sur del departamento a los $2^{\circ}31'$ y termina a los $2^{\circ}47'$ de latitud norte y entre los $75^{\circ}12' - 75^{\circ}26'$ de latitud oeste. Es un municipio intermedio entre llano, llano grande, montaña y cordillera, con una superficie de 661 km².

La organización territorial del municipio se compone de 63 barrios y 33 veredas. (Ver figura 3 y 4)

Contexto Urbano

Figura 3

Contexto urbano del municipio de Campoalegre



Nota. La figura muestra el contexto urbano del municipio de Campoalegre. Fuente: Alcaldía (2017).

Contexto Rural

Figura 4

Contexto rural del municipio de Campoalegre



Nota. La figura muestra el contexto rural del municipio de Campoalegre. Fuente: Gobernación del Huila (2020).

La extensión territorial del municipio de Campoalegre corresponde al 2.23% de la extensión del departamento del Huila, de los cuales dos tercios están situados en planos y ondulados, el tercio restante se localiza en la falda de la cordillera oriental y sobre los valles del río Magdalena y río Frío

Marco Referencial

Tabla 1

Matriz de antecedentes de la investigación.

Matriz de Antecedentes de la investigación							
Número	Documento de Referencia	Tema de Investigación	Pregunta de Investigación	Objetivo General	Metodología	Resultados	Conclusiones
1.	Desafíos en la construcción	Tendencias de aprovechamiento de la	¿Cuál es la influencia de la cascarilla	Desarrollar un compuesto	Cuantitativa	A partir de pruebas de laboratorio	- Disminuir el tamaño de la partícula de

del desarrollo sostenible	cascarilla de arroz con matrices poliméricas recicladas para la formulación de nuevos materiales y sus posibles aplicaciones	de arroz sobre los compuestos elaborados en comparación con los materiales originales?	mediante la mezcla de cascarilla de arroz y polímeros que cumplan con las propiedades físicas, mecánicas y químicas óptimas para construcción de prototipos		- Propileno 59.5 %, cascarilla de arroz 37% y estireno-etileno-butadieno 3.5% mejora la tensión de impacto y reducción de la rigidez - Propileno 59.5 %, cascarilla 37% y silano 1.5% aumentó el módulo de almacenamiento rigidez y disminuye las pérdidas de impacto - Cascarilla de arroz 50% y propileno 48% propiedades mecánicas óptimas, pero a mayor cantidad de cascarilla aumentan los vacíos	cascarilla de arroz aumenta el uso de sus propiedades físico-mecánicas. - Compuestos elaborados a partir de matrices poliméricas y cascarilla de arroz presentan mejoras sobre las propiedades térmicas debido a presencia de sílice en la cascarilla. - Termoplástico como el propileno potencializa el uso de la cascarilla de arroz en la construcción de materiales altamente resistentes como aislante térmico, acústico, piezas de hornos y automotriz.	
Natalia Diaz							
Laura Mora							
Sebastián Ospina							
Davis Orejuela							
Johana Solano							
Colombia 2020							
2.	Diseño de elementos no estructurales elaborado con mortero y cascarilla de arroz para mejorar la adherencia en la mampostería	Sistemas constructivos desarrollados a través de la incorporación de la cascarilla de arroz como aditivo del concreto	N/A	Diseñar elementos no estructurales con montero y cascarilla de arroz para mejorar la adherencia en mampostería	Cuantitativa	A partir de pruebas de laboratorio - Las dimensiones del bloque de concreto con cascarilla de arroz son 30x15x19 cm. - Prueba promedio de resistencia de la mezcla 7 días - 127 kg/cm ² 14 días - 146 kg/cm ² 28 días – 187kg/cm ² - Incorporando el 1% de cascarilla de arroz el cual contiene 1.2% de sílice cumple con los	- La sílice es la característica físicoquímica más importante de la cascarilla de arroz - El diseño de la mezcla con 1% de cascarilla de arroz determina que la ceniza de este material es un producto constructivo según la normativa - el efecto que produce la cascarilla de arroz en el concreto con respecto a su resistencia a compresión no es efectivo ya
Stalyn Fernández							
Brian Quispe							
Perú 2019							

						parámetros establecidos en la norma.	que en vez de mejorarla baja su resistencia.
3.	Evaluación del uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto	Utilización de cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto para mampostería	N/A	Determinar la factibilidad técnica y viabilidad económica del uso de cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto	Cuantitativa	A partir de pruebas de laboratorio: - Cada 0.0135 m ³ de cascarilla de arroz que se utilice implica una disminución del 8% (1kg) aproximadamente en el peso del bloque - Los bloques elaborados a partir del 100% de cascarilla no cumplen con la norma INTE 06-01-06-06	- La cascarilla de arroz en estado puro, sin ningún tipo de procesamiento no aporta beneficios de resistencia ni absorción para los bloques - No es viable técnica ni económicamente el uso de cascarilla de arroz en estado puro en la fabricación de bloques de concreto que cumpla con las normativas
	Esteban Molina Salas						
	Costa Rica						
	2010						
4.	Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural	La introducción de residuos industriales como sustitutos del cemento en bloques ecológicos de construcción.	¿Cuál sería el porcentaje óptimo de adición residual en la elaboración de bloques de construcción como opción sostenible para las comunidades vulnerables?	N/A	Cuantitativa	A partir de pruebas de laboratorio: - Las dimensiones del bloque de concreto con cascarilla de arroz son 8,7x15,8x35 cm y 6,3 kg de peso neto - Adición del 10% de cascarilla representa la mayor resistencia a los 28 días - Adición del 15% de cascarilla representa la mayor resistencia a los 28 días - Adición del 20% de cascarilla representa la mayor resistencia a los 7	- Se obtuvieron bloques de concreto con densidades de 1,30 g/cm ³ , que presentan resistencias mecánicas que varían entre 0.358 y 1.439 MPa - Los resultados obtenidos en los ensayos realizados permiten demostrar la viabilidad de utilizar los materiales como cascarilla de arroz como aglomerante para sustituir parcialmente el cemento Portland
	Natalia Fuentes Medina						
	Colombia						
	2015						

5.	La cascarilla de arroz como material de agregado en la producción de prefabricados de mortero seco en aligeramiento de losas de concreto	Estudiar el comportamiento de la cascarilla de arroz como agregado en porcentaje de peso dentro de una mezcla de seco para la producción de prefabricados	N/A	La cascarilla de arroz como material de agregado en la producción de prefabricados de mortero seco en aligeramiento de losas de concreto	Cuantitativa	- La mezcla N°5 Arena tipo 1: 275 g Arena tipo 2: 1045 g Cascarilla: 55 g Cemento: 500 g Agua: 275 g Obtiene la resistencia a los 28 días con 3.000 PSI - La mezcla N°5 Arena tipo 1: 275 g Arena tipo 2: 1012 g Cascarilla: 88 g Cemento: 500 g Agua: 275 g Obtiene la resistencia a los 28 días con 2.150 PSI	- Realizados los ensayos de resistencia a compresión la mezcla N°5 es el diseño óptimo. - Añadir cascarilla de arroz a la mezcla como reemplazante de la arena tipo 2 aumento el costo del compuesto. - Las mezclas de concreto con cascarilla de arroz aligera positivamente el peso de los prefabricados sin comprometer su resistencia.
----	--	---	-----	--	--------------	--	--

Nota. Elaboración propia (2022).

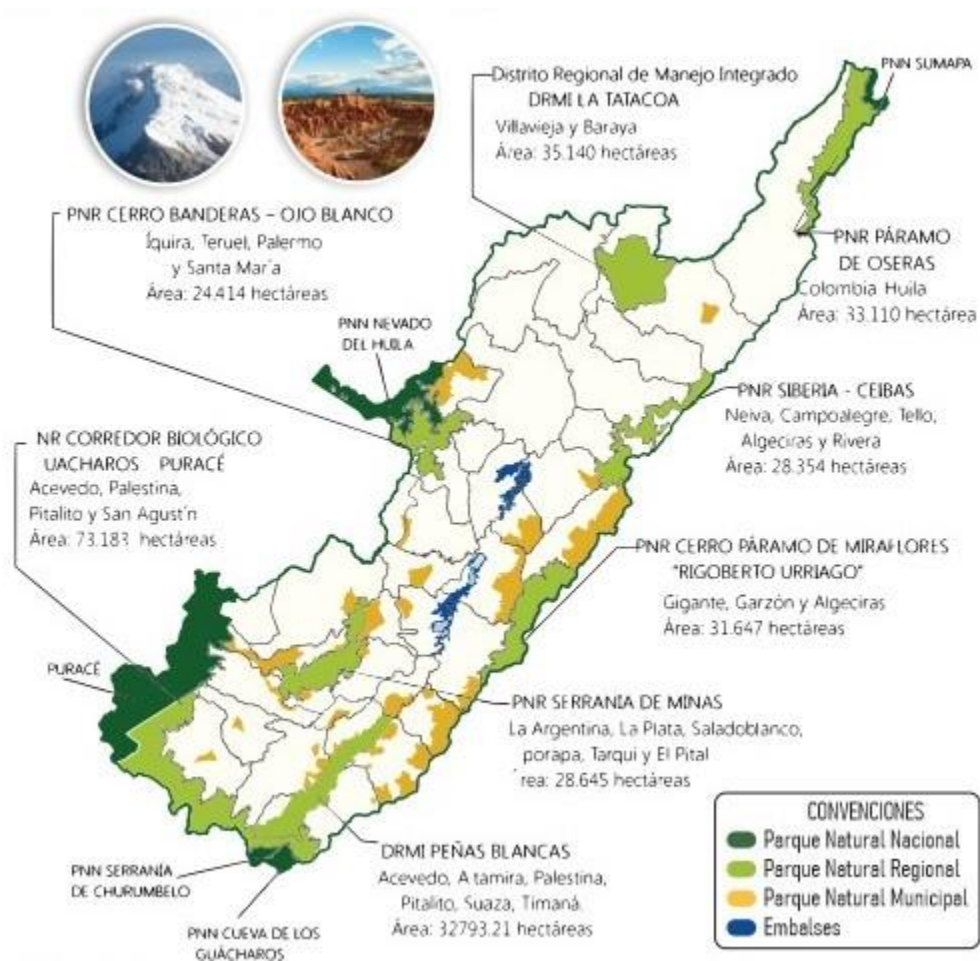
Marco Operacional y Diagnostico

Análisis estadístico de la economía del departamento del Huila en base a la producción del cultivo de arroz fundamentando la línea de investigación enmarcada.

Escala Macro

Figura 5

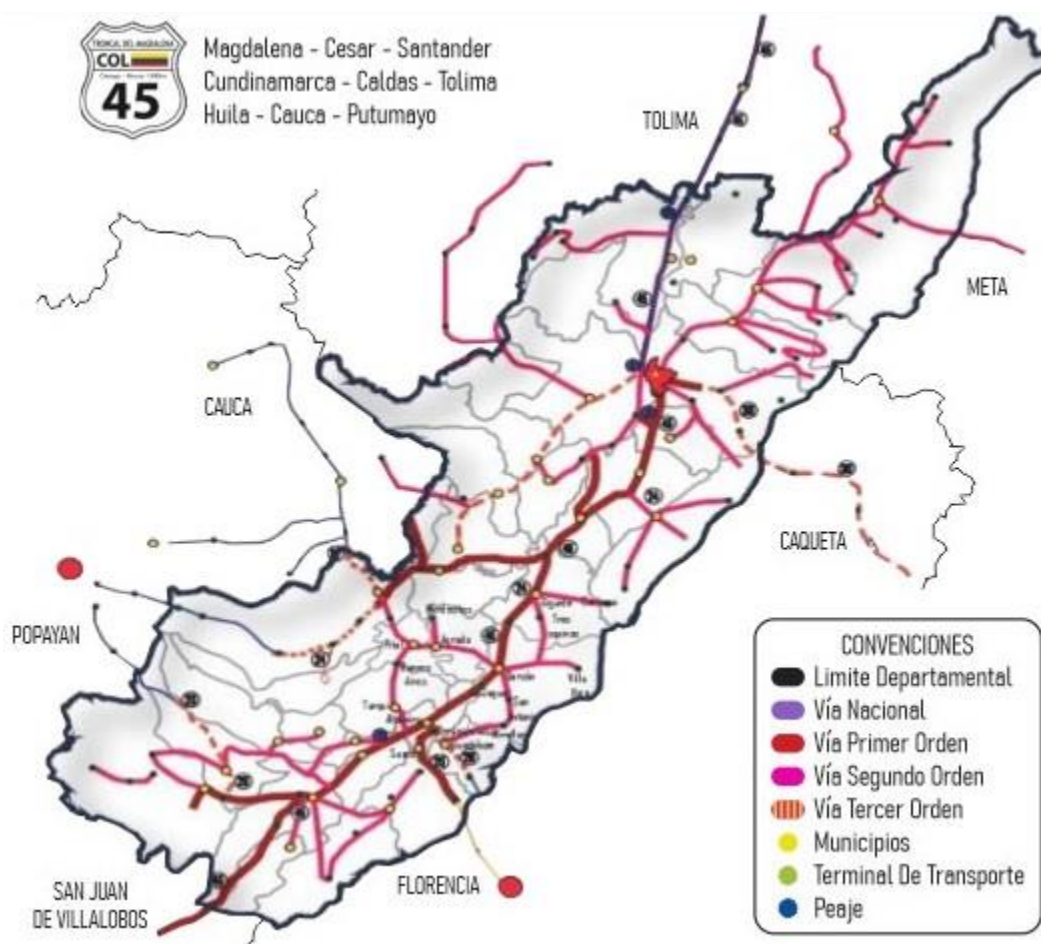
Sistema ambiental



Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 6

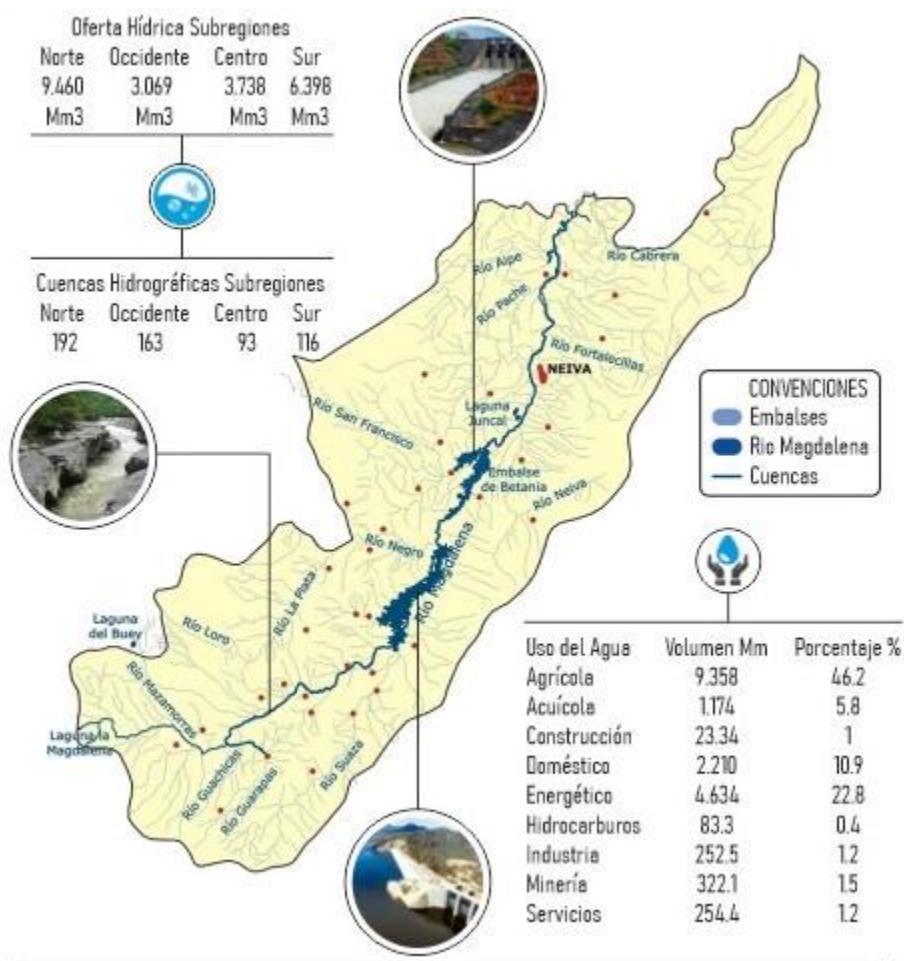
Infraestructura vial



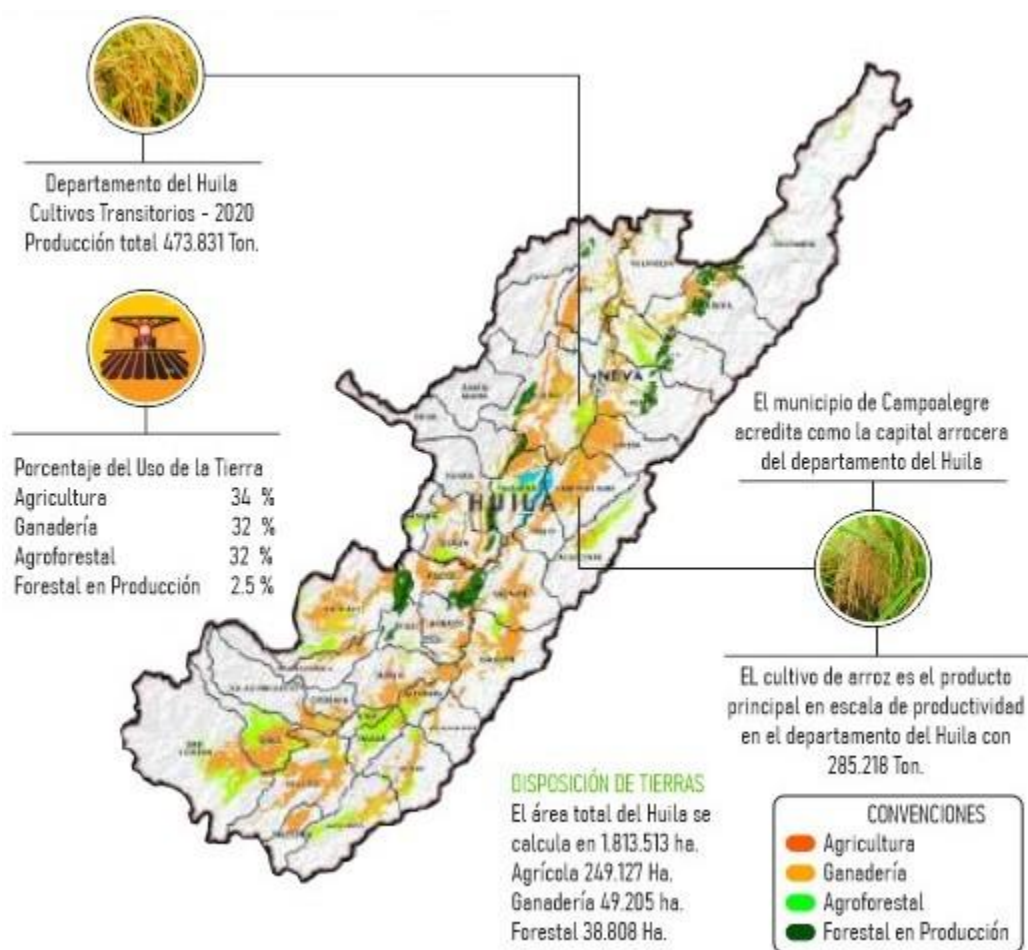
Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 7

Sistema hídrico



Nota. Elaboración propia (2022).

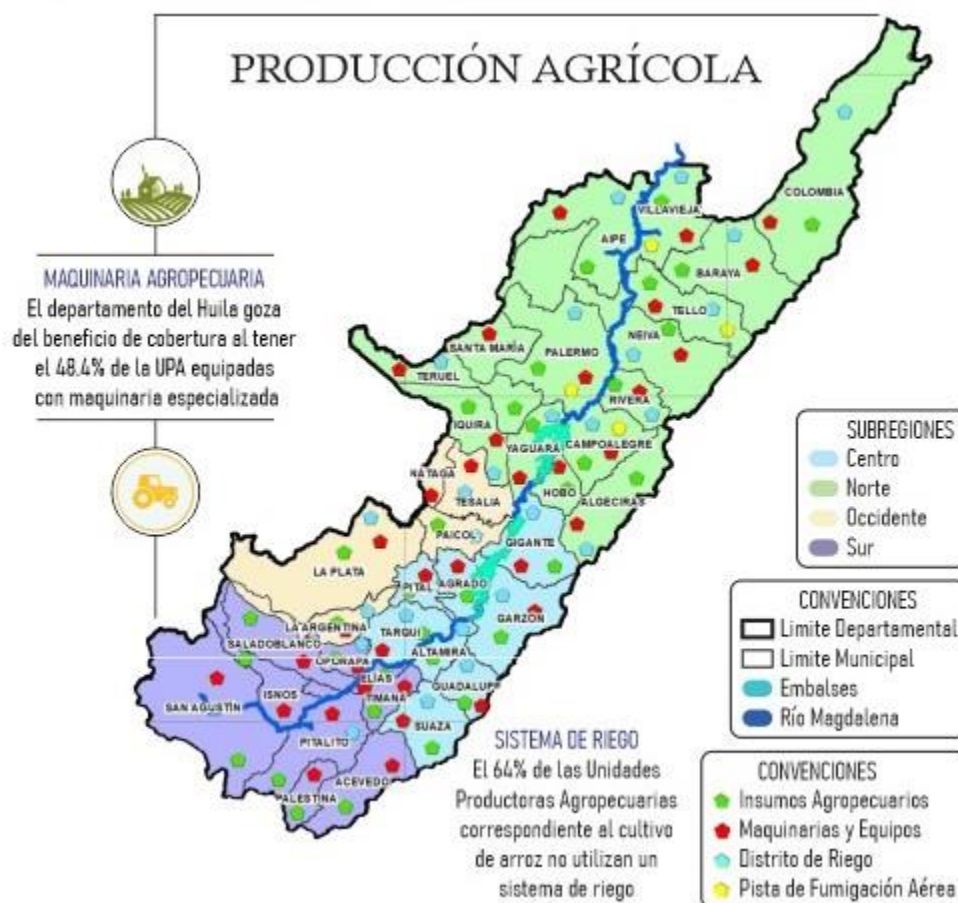
Figura 8*Uso del suelo agrícola*

Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 9*Frontera agrícola**Nota.* Elaboración propia (2022).

Figura 10

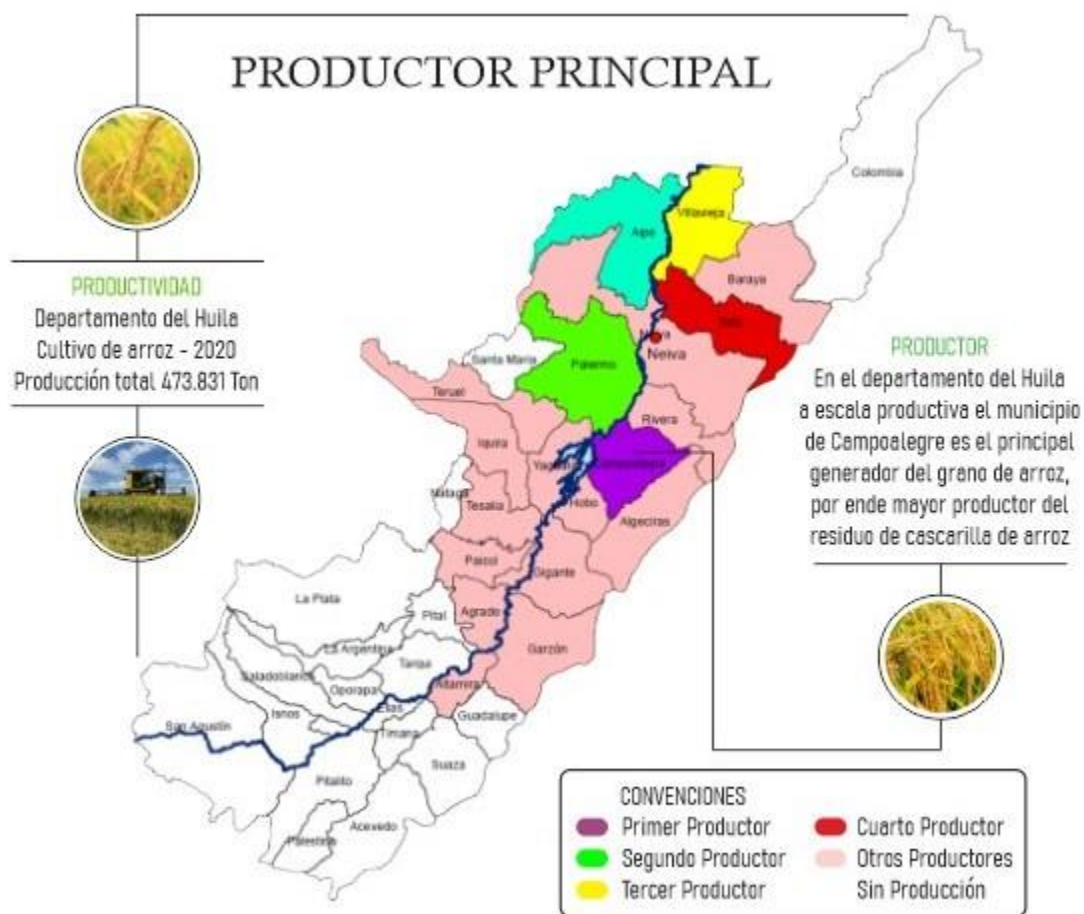
Equipamientos sectoriales



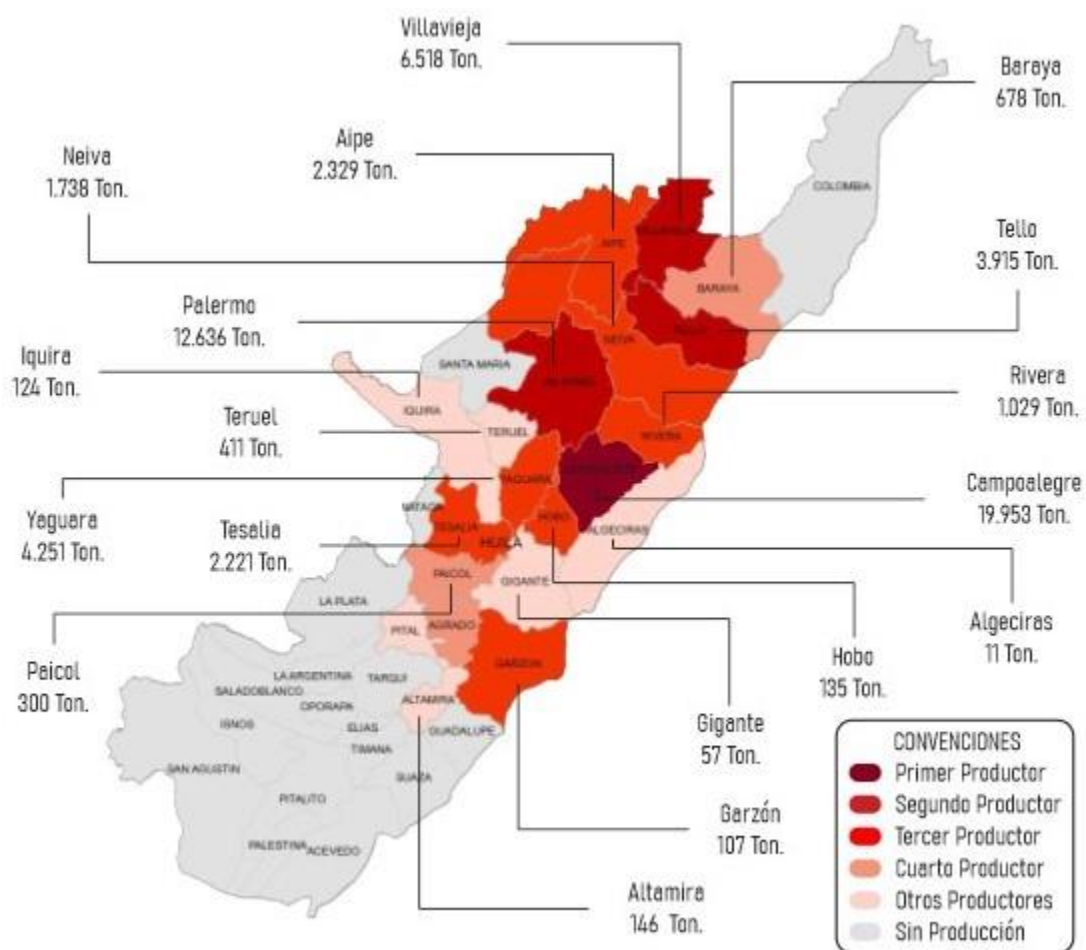
Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 11

Municipios productores de arroz.



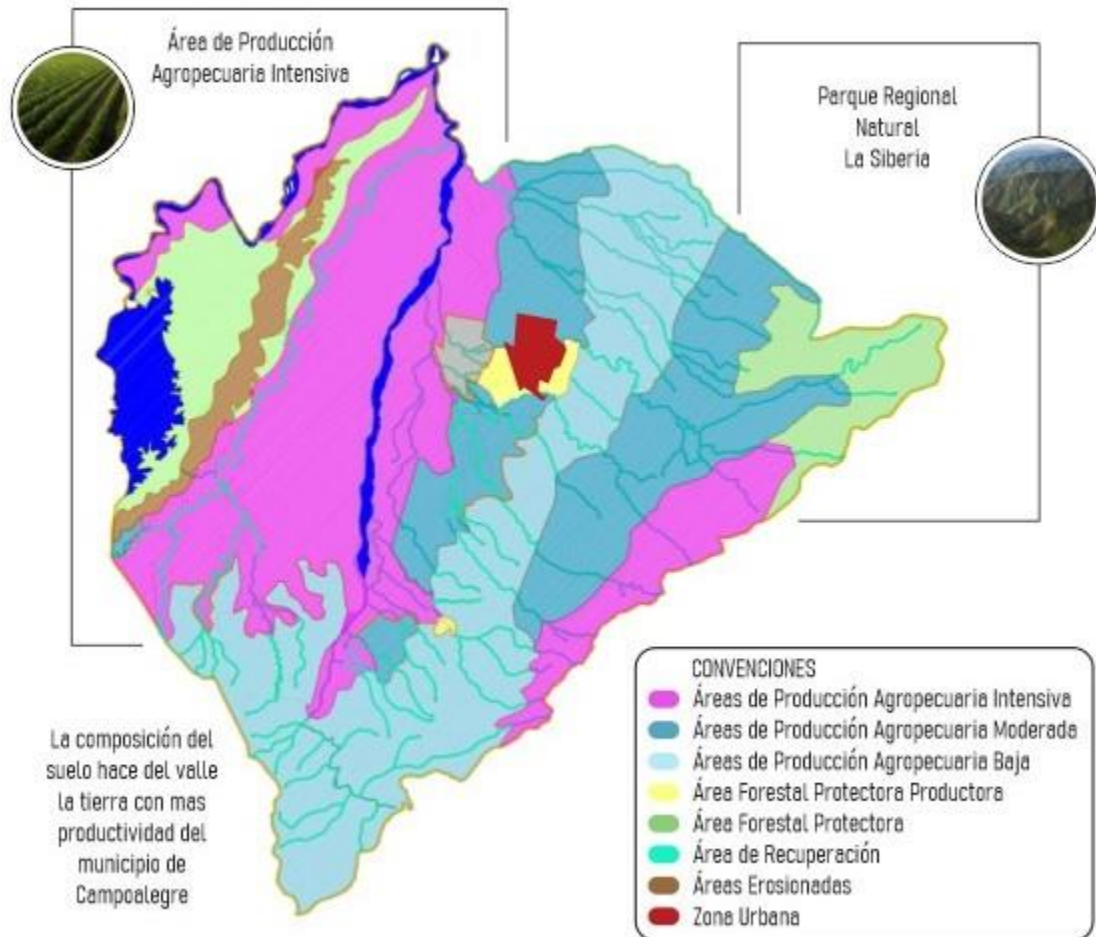
Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 12*Municipios productores de cascarilla de arroz.**Nota.* Elaboración propia (2022).

Escala Meso

Figura 13

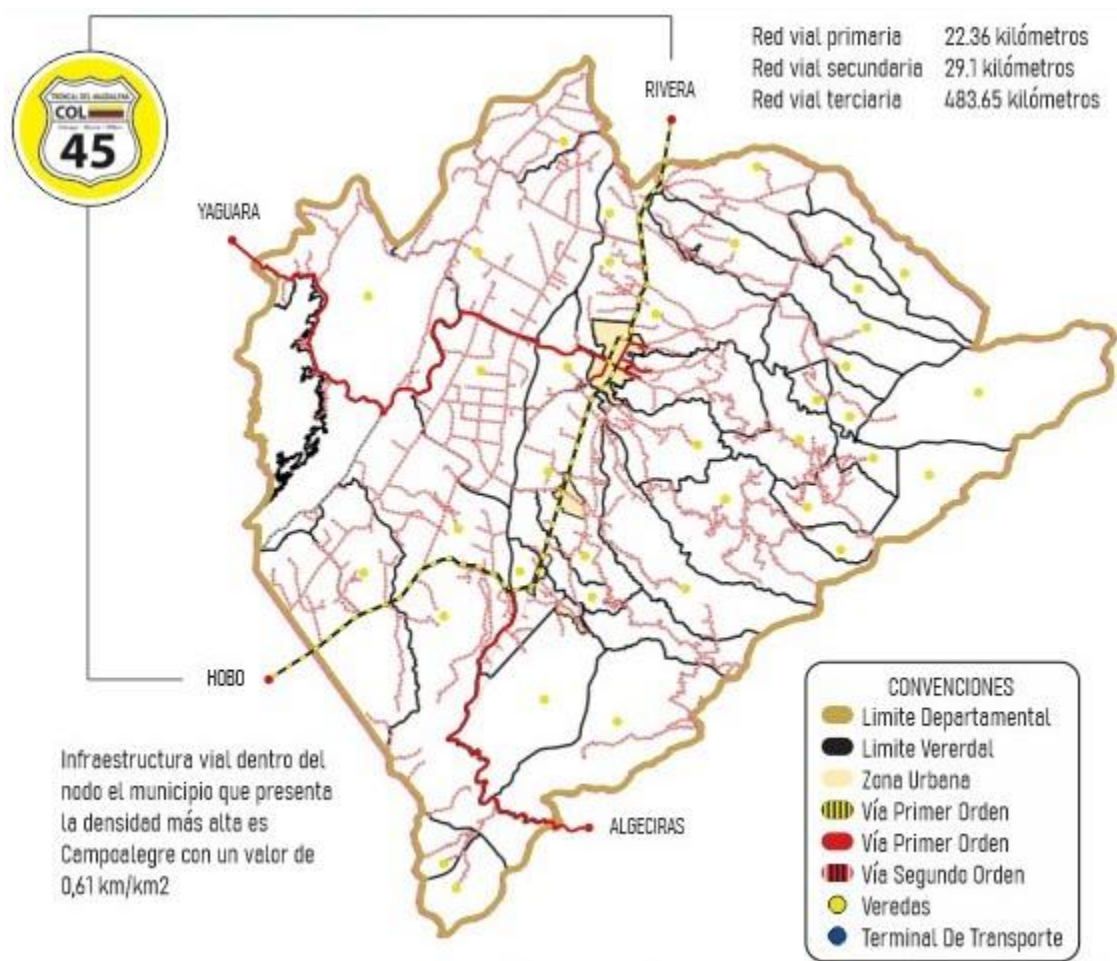
Sistema ambiental



Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 14

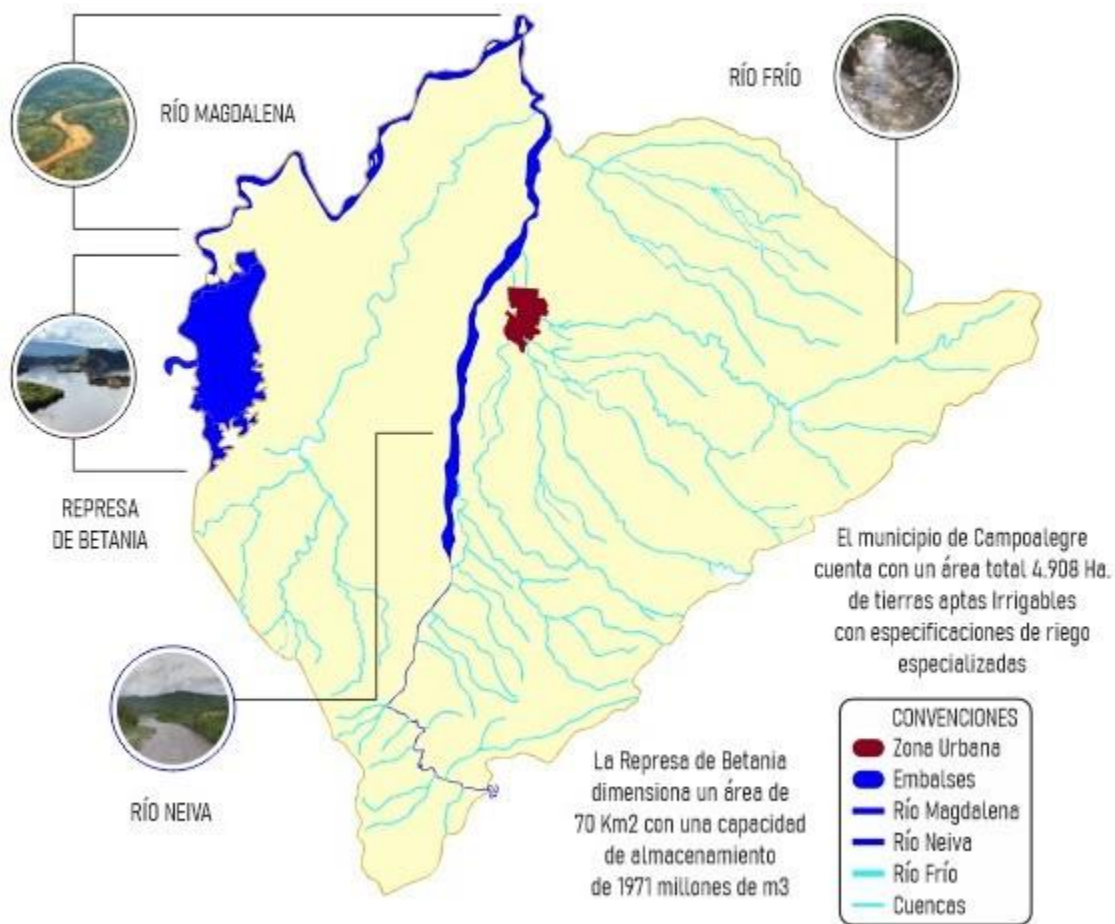
Infraestructura vial



Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 15

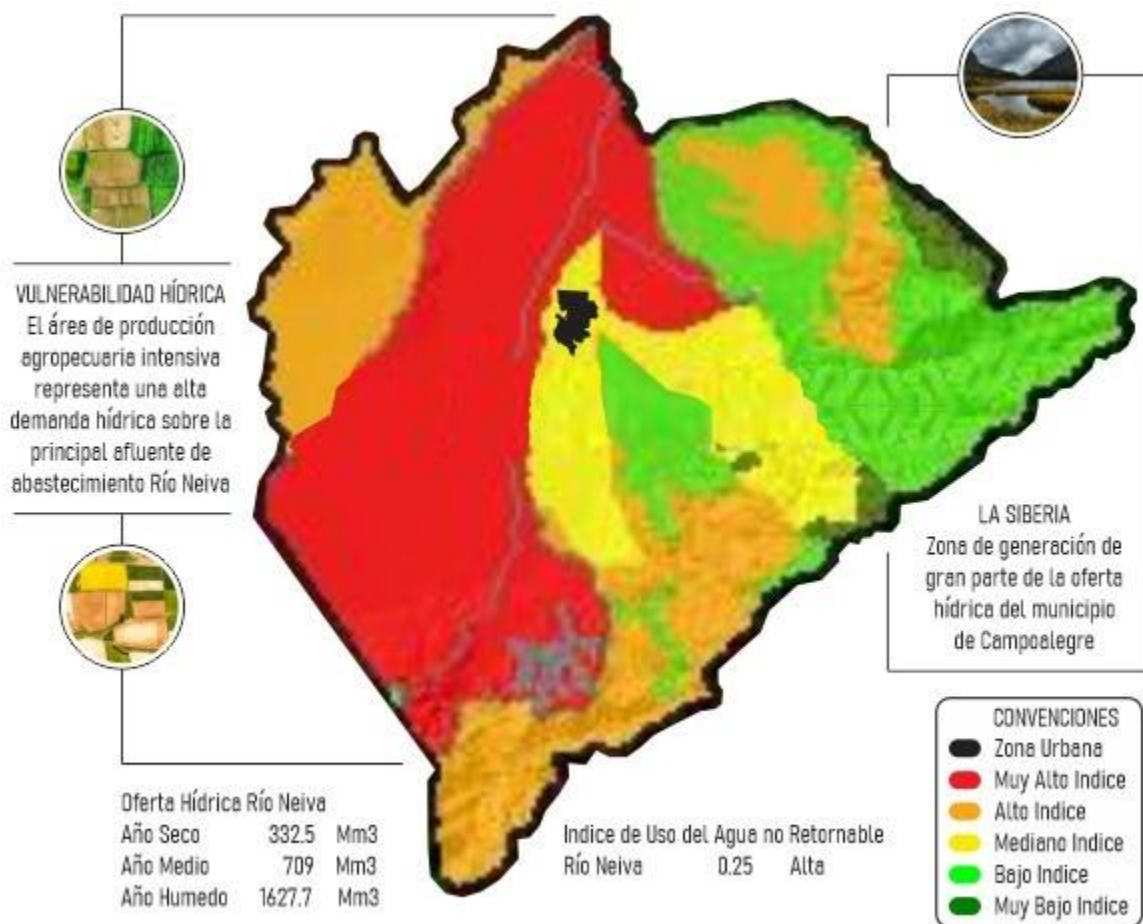
Sistema hídrico



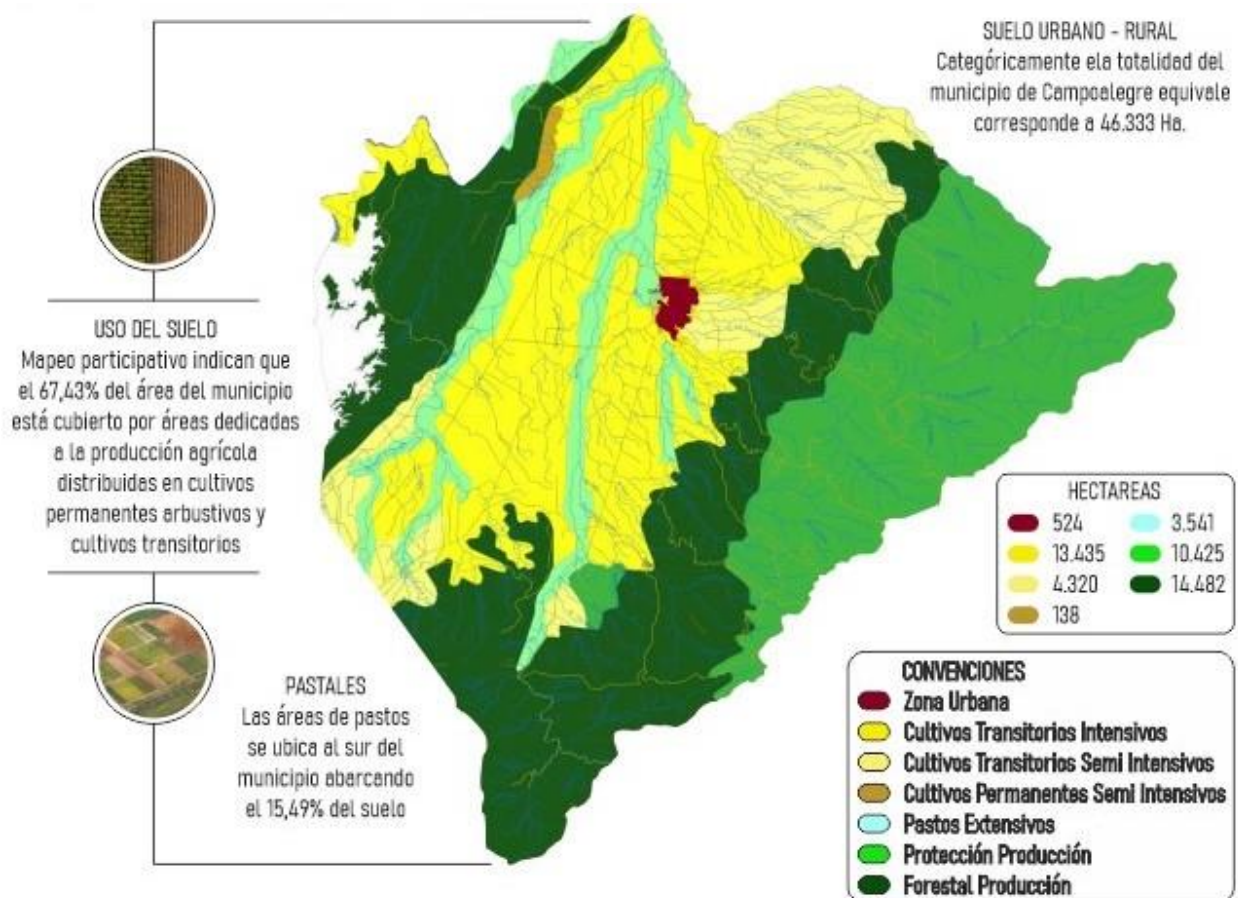
Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 16

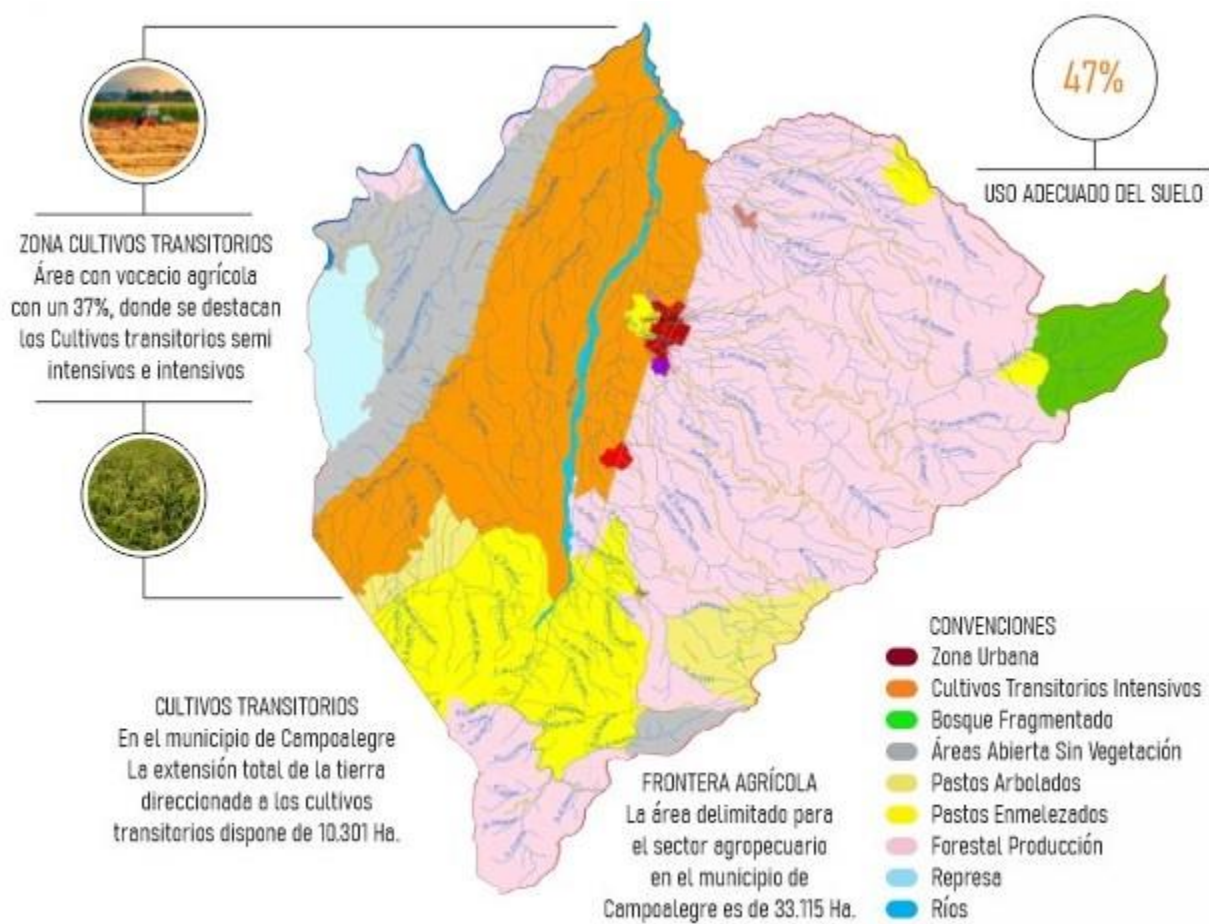
Índice del uso hídrico



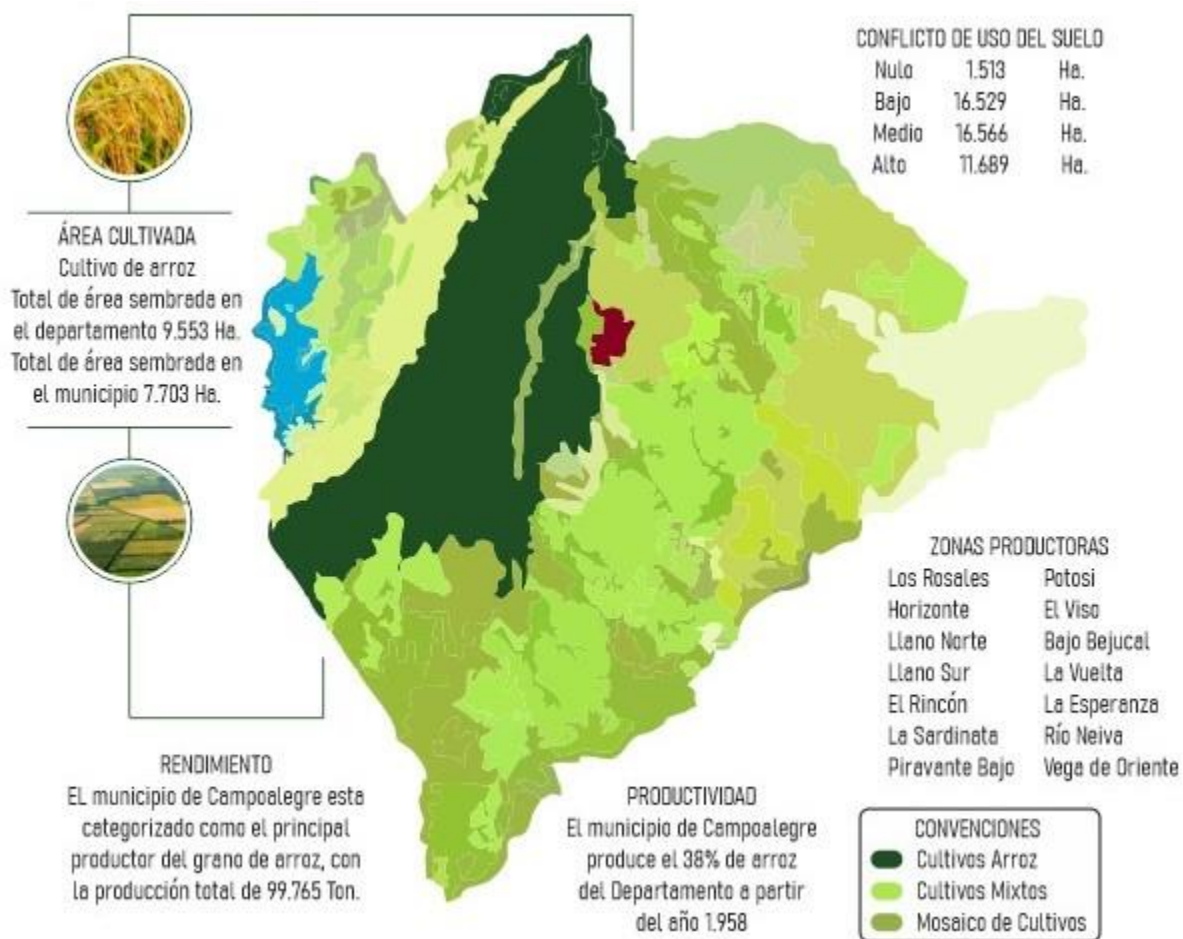
Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 17*Vocación de uso del suelo*

Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 18*Cobertura del suelo agrícola*

Nota. Elaboración propia (2022).

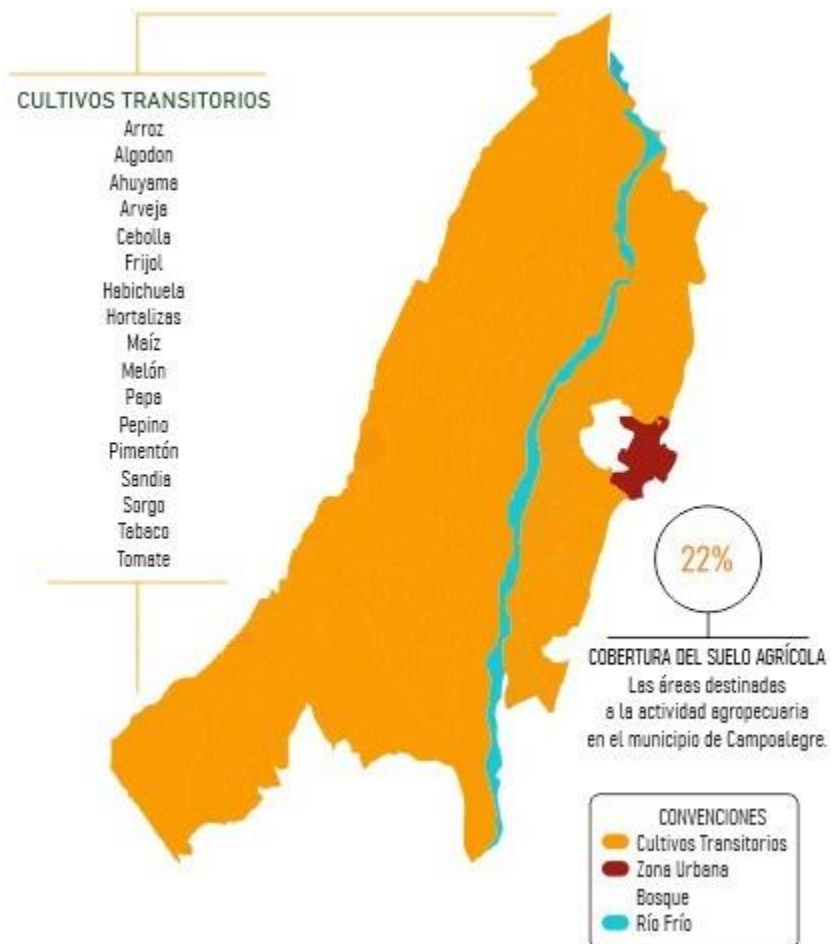
Figura 19*Áreas productoras de arroz*

Nota. Elaboración propia (2022).

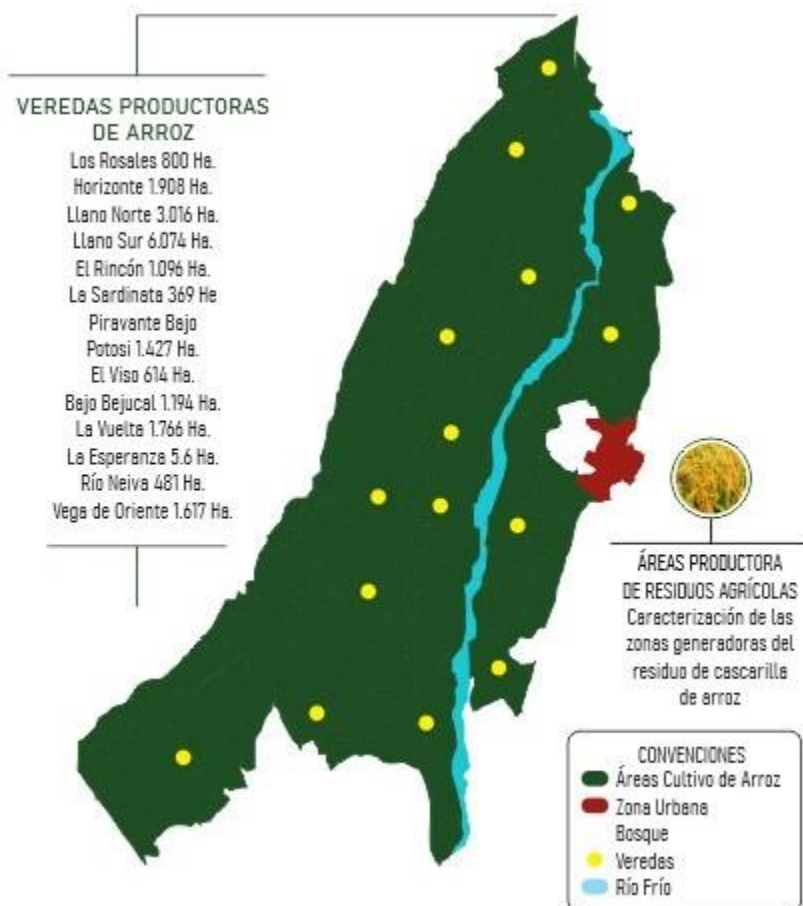
Escala micro

Figura 20

Producción de cultivos transitorios



Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 21*Áreas productoras del cultivo de arroz*

Nota. Elaboración propia (2022).

Prototipos

En Colombia, Natalia Fuentes et al. (2015) “Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural” a partir de resultados obtenidos mediante pruebas realizadas concluyó que el porcentaje óptimo de adición es el 15% de ceniza de cascarilla como reemplazo parcial del cemento Portland en los bloques de concreto, enunciando que es viable el uso de las adiciones de cascarilla de arroz para la elaboración de bloques de concreto como una propuesta efectiva para la reutilización de residuos que sirven

como guía hacia el desarrollo de materiales más económicos, competitivos, técnicos y favorables hacia lo ambiental.

Figura 22

Bloques de concreto



Nota. Elaboración de bloques de construcción con adición de cenizas centrales terminas, cascarilla de arroz y cenizas cascarilla de arroz. Fuente: trabajo de grado, Fuentes Molina ft vm (2015).

Figura 23

Tabla de curado del concreto

Adiciones residuales	Porcentajes (%)	Análisis Mecánicos					
		Compresión (MPa)			Tensión (MPa)		
		7 días	28 días	45 días	7 días	28 días	45 días
Cenizas cáscara de arroz	10	1,022	1,439	0,435	0,061	0,079	0,054
	15	0,822	0,943	0,397	0,052	0,076	0,072
	20	0,611	0,502	0,515	0,044	0,052	0,058
Cenizas centrales térmicas	10	1,340	1,147	0,635	0,058	0,100	0,078
	15	0,899	1,235	0,823	0,043	0,097	0,073
	20	0,688	1,162	0,680	0,071	0,121	0,079
Cáscara de arroz	10	1,084	1,040	0,573	0,059	0,086	0,063
	15	0,355	0,518	0,403	0,036	0,062	0,058
	20	0,446	0,438	0,358	0,052	0,057	0,048
Patrón	-	0,815	1,046	0,546	0,074	0,074	0,067

Nota. La figura muestra los resultados obtenidos de los análisis mecánicos resistencia a la compresión y tensión de los bloques ecológicos y comerciales para diferentes porcentajes y días de curado. Fuente: trabajo de grado, Fuentes Molina ft vm (2015).

En Colombia Baller y Rios (2016) “Evaluación del uso de la cascarilla de arroz, polietileno y polipropileno en la producción de postes para uso agropecuario” a partir de resultados obtenidos mediante pruebas realizadas concluye que adicionar el 30% de cascarilla de arroz a la mezcla con polietileno y polipropileno representa la manera correcta de obtención del compuesto, cual lo hace un residuo potencial para ser reutilizado como fuente principal de materia prima en la producción de un aglomerado.

Figura 24

Molduras de pruebas



Nota. En la figura se puede observar las probetas mecánicas realizadas como prueba. Fuente: Trabajo de grado, Baller y Rios (2016).

Figura 25*Tabla de porcentaje y resistencia*

Porcentajes de plástico/cascarilla	Resistencia a la compresión MPa
(90/10)	3,95
(90/10)	0,00
(80/20)	1,35
(80/20)	2,05
(70/30)	1,37
(70/30)	2,82
(90/10)	0,76
(90/10)	1,24
(80/20)	0,96
(80/20)	0,00
(70/30)	0,96
(70/30)	1,43
(90/10)	0,93
(90/10)	1,53
(80/20)	1,78
(80/20)	2,10
(70/30)	4,26
(70/30)	6,28
(90/10)	1,45
(90/10)	2,00
(80/20)	2,20
(80/20)	1,43
(70/30)	2,51
(70/30)	3,60

Nota. Datos tomados del Trabajo de grado, Baller y Rios (2016).

En Perú Muñoz ds fp (2021) “Elaboración de ladrillos ecológicos en muros no estructurales” a partir de resultados obtenidos mediante pruebas realizadas concluyen que el ladrillo ecológico produce un impacto ambiental mayormente positivo al convencional en condiciones sociales, económicas y ambientales debido a su composición.

Además, deducen que el ladrillo ecológico produce un impacto mayormente positivo, debido a que es fabricado por una mezcla conformada por suelo, agua y cemento, más un material reciclado como aditivo remplazante en cualquiera de sus componentes, para luego ser prensado a temperatura ambiente, el cual adquiere diferentes características que depende del material reciclado a remplazar parcialmente (p.5).

Figura 26*Ladrillos ecológicos*

Nota. Ladrillos ecológicos. Fuente: Revista Cultura científica y tecnológica (2021).

Figura 27*Tabla de porcentaje y resistencia*

MATERIAL REPLAZADO	MATERIAL RECICLADO	PORCENTAJE ÓPTIMO A REPLAZAR
Agregado fino	Desecho de tallos de sorgo	5
	Polvo de mármol	2
	Caucho	20
	Cáscara de arroz	4
	Cáscara de maní	3
Cemento	Desechos de aceituna	5
	Residuos de piedra	4
	Cenizas de bagazo de caña de azúcar	19
	Polvo de acero	20
	Ceniza de estiércol de vaca	5
	Ceniza de cáscara de arroz	10
Arcilla	Paja	3
	Aserrín	3
	Café molido	17
	Papel	17

Nota. figura elaborada por la Revista Cultura científica y tecnológica (2021).

Cultivo de Arroz

Reseña Histórica del Cultivo de Arroz

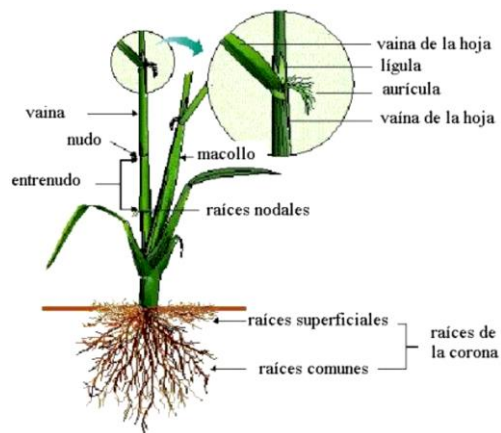
El arroz pertenece al conjunto de las 19 especies de hierbas anuales de la familia Gramíneas, donde historiadores determinan que este pertenece al continente asiático, entre India y China hace 7.000 a. C. más adelante pasó a Tailandia hace unos 5.000 a. C. y posteriormente se expandió a Vietnam, Camboya, Japón y Corea. Lo indiscutible para todos, es que se trata de uno de los alimentos más contemporáneos de la raza humana, no se puede afirmar con exactitud la era en que apareció sobre la tierra ni cuánto tiempo el ser humano necesitó para domesticarlo, claro es que su producción en la actualidad es tema de internacionalidad.

El escritor e historiador Fray Pedro Simón afirmó que en 1.561 hubo siembras de arroz en Colombia sobre en el valle del Magdalena, continuo en Mariquita Tolima sobre el año de 1.580 y en 1778 lo introdujeron los Jesuitas a San Jerónimo de Antioquia. Otra de las zonas arroceras importantes, es la de los llanos, la cual inició su siembra a escala comercial hacia 1908 utilizando como mano de obra a los prisioneros de una colonia penal situada a 130 kilómetros de Bogotá, bajo la vigilancia del general Mariano Ospina Chaparro. A lomo de mula se transportó a Bogotá y en 1914 se instaló el primer molino de arroz con capacidad para 4.800 kilos en 24 horas. Según Fedearroz en 1928 se remonta la historia del cultivo a la costa pacífica con siembras en el bajo Atrato. Los cultivos se intensificaron en área de los municipios de Armero, Venadillo, Alvarado y Mariquita en el Tolima, y Campoalegre Huila. A partir de allí el municipio de Campoalegre se acredita la capital arroceras del departamento del Huila.

Planta de Arroz

Figura 28

Morfología de la planta de arroz.

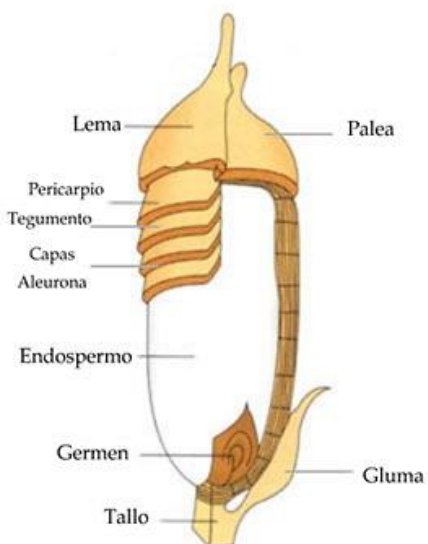


Nota. En la figura se puede observar las partes vegetativas de la planta de arroz. Fuente: Sofia Olmos (2006).

Grano de arroz

Figura 29

Grano de arroz



Nota. En la figura se muestra las partes del grano. Fuente: Sofia Olmos (2006).

Composición del grano de arroz

Figura 30

Tabla de composición del grano de arroz

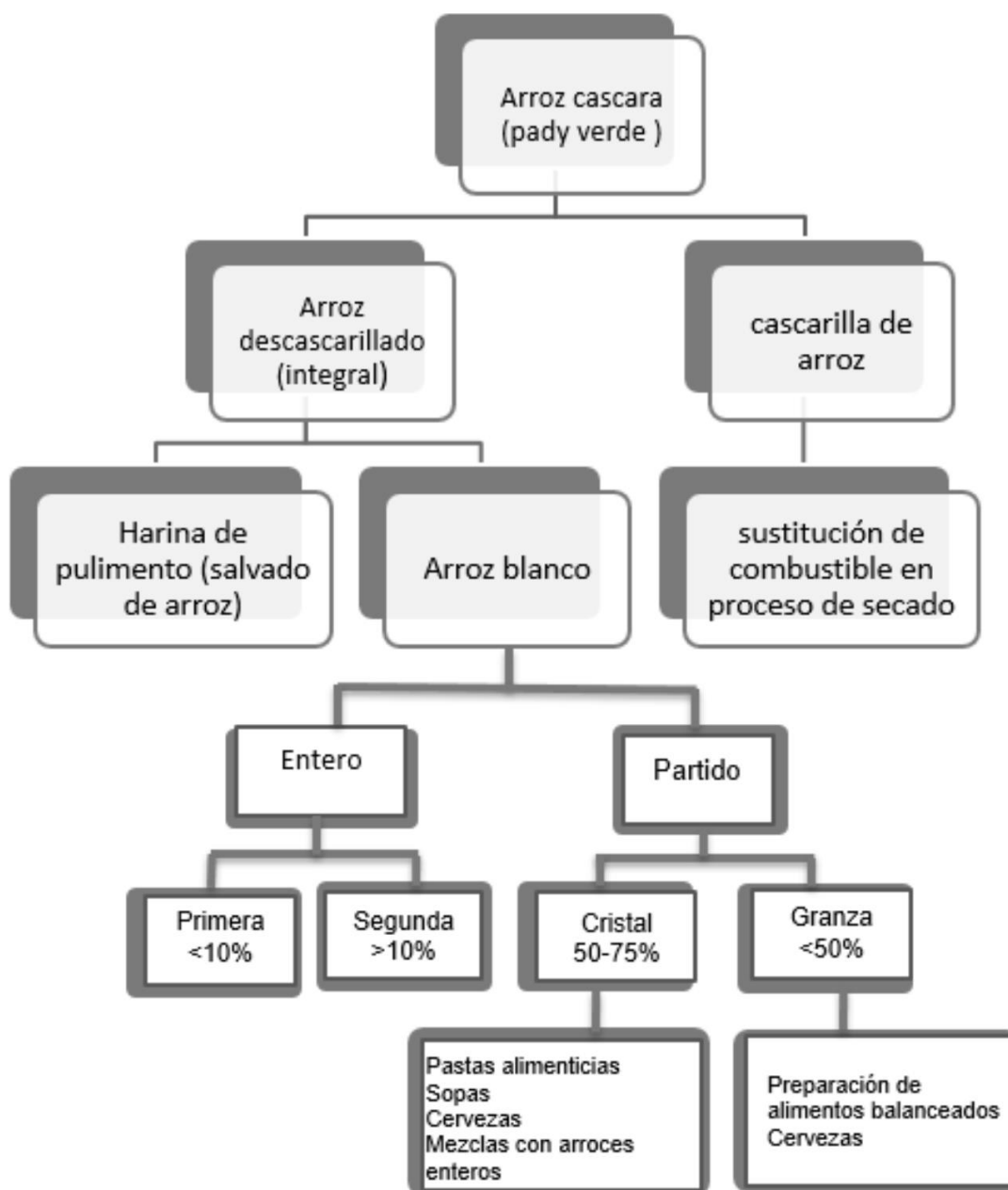
Componente	Arroz blanco crudo	Arroz integral crudo	Unidad
Energía, total	3661	332	Kcal
Grasa total	0,6	2,8	g
Proteína total	7,6	8	g
Agua	8	17	g
Hidratos de carbonos			
Carbohidratos	86,8	73,41	g
Fibras	1,4	2,8	g
Grasas			
AGM	0,17	0,7	g
AGP	0,19	1	g
AGS	0,15	0,7	g
Vitaminas			
Equivalente de niacina totales	3	6,8	mEq
Folato total	2	40	ug
Minerales			
Calcio	10	20	mg
Hierro total	0,81	2	mg
Potasio	120	200	mg
Magnesio	28	131	mg
Sodio	4	6	mg
Fosforo	100	300	mg
Iodo	14	22	mg
Selenio total	7,5	10	mg
Zinc	1,3	1,6	mg

Nota. La figura muestra los componentes, hidratos de carbonos, vitaminas y minerales del arroz blanco e integral. Fuente: Valverde sl., (2007).

Estructura de la cadena productiva del arroz.

Figura 31

Cadena productiva del arroz



Nota. La figura muestra el proceso productivo por medio del cual se obtiene la cascarilla de arroz

Fuente: Observatorio de agro cadenas (2010).

Caracterización de la Cascarilla de Arroz

La CA es un tejido vegetal quebradizo y abrasivo de color rojizo derivado del proceso de la industrialización molinera en la separación del grano de la cascara, donde se considera un residuo de difícil biodegradación por sus composiciones fisicoquímicas, continuo, su bajo peso representa desafíos para su almacenamiento y disposición debido que representa el 20% de la productividad arrocera, un aproximado de 200 k por tonelada procesada.

Cascarilla de Arroz

La cascarilla de arroz se encuentra en la parte exterior del grano de arroz maduro, la cual se encuentra compuesta por dos glumas designadas palea y lemma.

Figura 32

Cascarilla de arroz



Nota. Figura tomada de NOMEN FOODS, S.L.

Propiedades de la Cascarilla de Arroz

En la figura 31 se podrá observar la tabla de propiedades de la cascarilla de arroz la cual contiene el nombre de la propiedad y su valor.

Figura 33

Propiedades y valor de la cascarilla

Propiedad	Valor
Densidad(g/ml)	1,0835
%Humedad	10,15
%Cenizas	16,67
%FDN	70,74
%FDA	64,39
%Hemicelulosa	20,27
%Lignina	6,35
%Celulosa	44,11

Nota. Figura elaborada por Valverde sl., (2007).

Composición Elemental de la Cascarilla de Arroz

Figura 34

Composición Elemental de la cascarilla de arroz

Cascarilla de arroz						
Humedad	C	H	O	N	S	Cenizas
8.6	42.5	6.0	36.2	0.21	0.49	14.6
8.9	39.1	5.2	37.2	0.27	0.43	17.8
9.4	33.4	4.3	38.5	0.38	0.32	23.1

Nota. Tabla composición elemental de la cascarilla de arroz a diferentes porcentajes de humedad en Colombia. Fuente: Valverde sl., (2007).

Composición Química de la Cascarilla de Arroz

Figura 35

Composición química de la cascarilla de arroz

ELEMENTO	PORCENTAJE (%)
Fibra (Celulosa)	39.05
Lignina	22.80
Proteínas	3.56
Extracto no Nitrogenado	6.60
Extracto con éter	0.93

Nota. La figura muestra un análisis químico de la cascarilla de arroz en Colombia. Fuente:

Valverde sl., (2007).

Composición Mineral de la Ceniza de Cascarilla de Arroz

Figura 36

Composición mineral de la ceniza de cascarilla de arroz

ELEMENTO	COMPOSICIÓN %
(K ₂ O) Oxido de Potasio	1.10
(Na ₂ O) Oxido de Sodio	0.78
(CaO) Oxido de Calcio	0.25
(MgO) Oxido de Magnesio	0.23
(SO ₄) Sulfatos	1.13
(SiO ₂) Sílice	96.51
Total	100,00

Nota. La figura muestra la tabla de composición mineral de la ceniza de cascarilla de arroz donde

se puede observar el nombre de los elementos y el porcentaje de la composición. Fuente:

Valverde sl., (2007).

Aprovechamiento de la Cascarilla de Arroz

Mediante las fibras naturales se busca reemplazar las fibras sintéticas, a partir de allí se fundamenta la valorización de la CA como materia prima o insumo inmerso dentro de un proceso productivo debido a las propiedades fisicoquímicas que la integran, implicando que se generen materiales de valor agregado para la industria que lo produce y contribuyendo con soluciones de orden ambiental. Continuo a ello, en estudios adelantados se extrae que la CA presenta potencialidades para ser aprovechada en la industria de la construcción en sectores como la producción de aglomerados, eco-maderas, materiales aislantes, fabricación de cerámicas, concreto, cemento, mortero, mampostería y fibrocemento.

Tecnologías de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en materiales de construcción

Campoalegre Huila

Figura 37

Portada



Nota. La figura muestra la portada de la cartilla digital “Tecnologías de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en materiales de construcción Campoalegre Huila”. Fuente: elaboración propia (2022).

Figura 38

Guía de estudio



Nota. Una guía de estudio con fundamentos en la transferencia de conocimientos tecnológicos basados en la transformación de un residuo en materiales. Fuente: Elaboración propia (2022).

Figura 39

Presentación

PRESENTACIÓN

La presente cartilla se desarrollo como parte de los requisitos de trabajo de grado II patentados en las condiciones definidas en el tipo de investigación, historia, teoría y critica. Seguidamente este producto tiene la finalidad de un soporte teórico y conceptual que respalde el trabajo mediante un producto que evidencie coherentemente un proceso y un resultado.

El lector de la cartilla evidenciara una guia de estudios construida con fundamentos en la transferencia de conocimientos tecnológicos basados en el aprovechamiento del residuo de cascarilla de arroz para la elaboración de materiales constructivos. Siendo el objetivo de esta investigación la documentación de dichas alternativas de aprovechamiento de la cascarilla de arroz, con el propósito de trascender en la ideología de las practicas tradicionales de eliminación del residuo enunciado, como estrategia de adopción y aplicación en el área de influencia correspondiente al municipio de Campoalegre Huila. Adicional encontraran los acontecimientos históricos mas significativos que dieron origen al desarrollo productivo del cultivo de arroz en el departamento del Huila, llevado a cabo en su máxima expresión por la municipalidad de Campoalegre, acreditada como la capital arrocera del departamento, siendo este el factor implicado en el sello de identidad cultural que dicha actividad agrícola representa para la región.

1

La adopción de tecnologías
enmarca las directrices de
la sostenibilidad



El aprovechamiento de los residuos agrícolas minimiza los agentes contaminantes

2

Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 40

Glosario

GLOSARIO

-  **Agricultura:** comprende las actividades económicas centradas en la producción de la tierra a partir de la obtención de un beneficio.
-  **Agroindustria :** actividad que desarrolla la transformación de las materias primas agrícolas.
-  **Aprovechamiento :** acción que desarrolla obtener un beneficio mayor del elemento o material gracias sus características físicas
-  **Residuos agroindustriales :** fragmentos resultantes del proceso de industrialización de las materias primas, considerado no útil en el sector generado.
-  **Residuos aprovechables :** elementos resultantes de un proceso al cual no tiene valor aplicativo, pero que es susceptible de aprovechamiento para su incorporación a un nuevo proceso productivo.
-  **Cultivo de arroz :** corresponde al proceso agrícola donde se siembra y cosecha el grano de este cereal.
-  **Cascarilla de arroz :** residuo generado en el proceso de industrialización del grano de arroz considerado no alimenticio.

3

- Tecnologías :** conjunto de conocimientos y técnicas de innovación que se aplican para alcanzar un determinado objetivo, transformar su medio o aumentar la eficiencia.
- Alternativas :** es la opción que existe entre dos o mas cosas entre las cuales se puede elegir.
- Innovación :** acción de modificar un producto existente o crear elemento útil en pro del incremento de la productividad y la competitividad.
- Agregado :** unificación de dos o mas elementos logrando un conjunto de cosas homogéneas en su composición.
- Insumo :** componente susceptible para ser incluido en la elaboración de nuevos elementos mediante un proceso productivo.
- Materiales Compuestos :** son aquellas mezclas de dos o más elementos, naturales o artificiales, que permiten conseguir unas propiedades específicas que no se pueden obtener con los materiales originales
- Valor agregado:** herramienta estratégica que mediante procesos industriales tecnológicos añade una característica extra a un producto aumentando su valor.

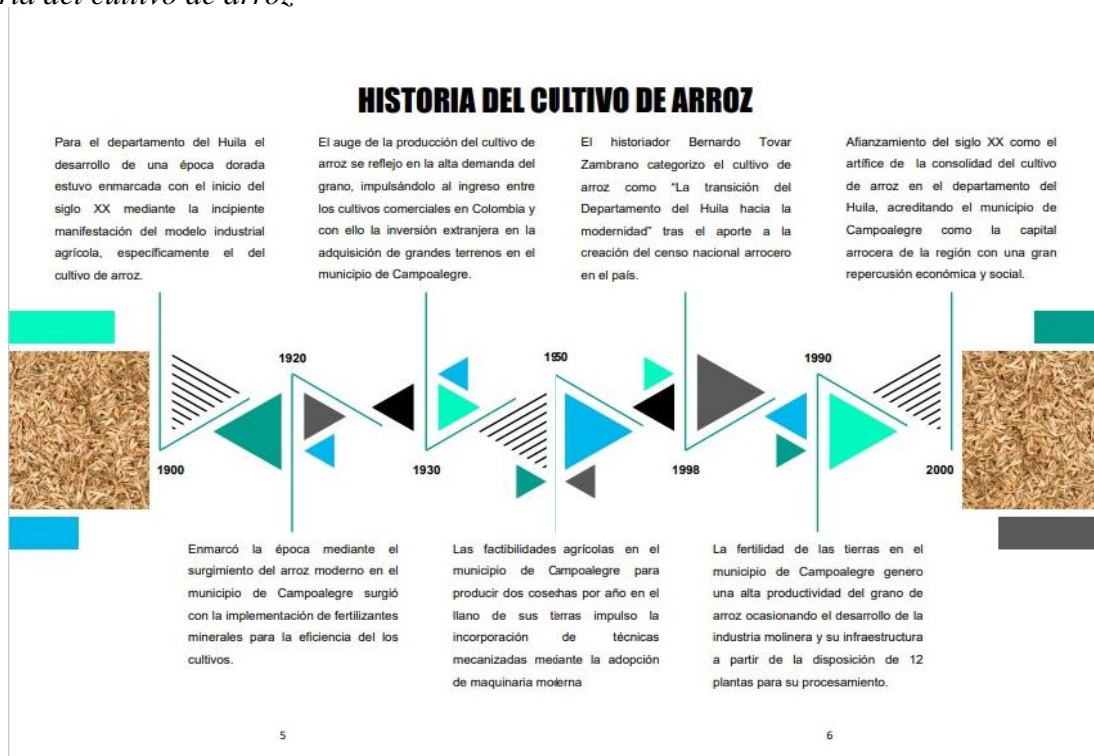


4

Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 41

Historia del cultivo de arroz



Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 42

Cultura e identidad del territorio

CULTURA E IDENTIDAD DEL TERRITORIO

El crecimiento agrícola en el departamento del Huila constituye un pilar fundamental en la consolidación de identidad para el territorio por su cultura y tradición, específicamente la del arroz, el mayor ejemplo de la vitalidad emprendedora huilense, la vocación agraria y campesina por tradición; una característica arraiga como propia bajo el sentido de pertinencia adoptada por los pobladores de esta región Surcolombiana.

El cultivo de arroz trasciende históricamente y con ello su principal productor, el municipio de Campoalegre, fortaleciendo las tradiciones originales en homenaje al arroz y sus tradiciones mediante la

conmemoración del "Festival Folclórico y Cultural del Arroz y el Reinado Departamental del Arroz" en manifiesto a su acreditación como la capital arrocería del departamento por su desarrollo y productividad cada vez mas estructurada en base a la agricultura arrocería.

El patrimonio cultural inmerso en esta región es tangible dentro de su comunidad como un elemento integrador en la percepción del valor por su territorio, resaltando las tradiciones y sus costumbres instauradas con el desarrollo del cultivo de arroz y su efecto de recencia para otras regiones del país al considerarse pionero de esta actividad agroindustrial inmensurable.

8

Nota. El cultivo de arroz producto generador del sentido de pertenencia en Campoalegre. Fuente: Elaboración propia (2022).

Figura 43

Productividad del cultivo de arroz



PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE ARROZ

La agricultura entorno al cultivo del arroz se consolida en el departamento del Huila de norte a sur, integrando y consolidando el territorio mediante el índice de la productividad. Esta región posee una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa hasta arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propias del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más

nutrientes. Por tanto la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes.

FRONTERA AGRICOLA



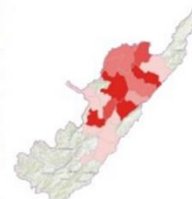
■ Alto índice de producción
 ■ Mediano índice de producción
 ■ No producción

9

La frontera agrícola del departamento del Huila define una zona dedicada a las actividades productivas que en términos de uso del suelo interactúa con otros usos que son de conservación ambiental, los cuales no tienen una designación económica.

En el Huila la frontera agrícola en base al cultivo de arroz contiene una serie de implicaciones importantes a partir de la accesibilidad y la composición del suelo que conforman una condición benéfica a las características necesarias para el desarrollo del cultivo, donde poseen una extensión agropecuaria constituida por 124.520 unidades productoras consolidadas; representando con practicidad el potencial para la obtención promedio anual de 478.831 toneladas del grano de arroz.

MUNICIPIOS PRODUCTORES DEL CULTIVO DE ARROZ



■ Alto índice de producción
 ■ Mediano índice de producción
 ■ Bajo índice de producción
 ■ No producción

Caracterizar el uso del suelo principal en las áreas municipales delimita los indicadores de productividad agrícola para el desarrollo potencial de la región y el sector agropecuario. El suelo apto para la producción del cultivo de arroz en el departamento de Huila configura el 65% de sus tierras donde el cultivo de arroz es el producto principal a escala de rendimiento con una generación de 285.218 toneladas promedio por semestre.

10

Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 44

Áreas productoras del cultivo de arroz

ÁREAS PRODUCTORAS DEL CULTIVO DE ARROZ



La demanda potencial del cereal representa una oportunidad de desarrollo para la región, caracterizando el cultivo de arroz por ser de ciclo corto, al mismo tiempo otorgando una ventaja al desarrollo del sistema intensivo del cultivo por medio de la composición del suelo. Donde el municipio de Campoalegre es el máximo exponente en áreas productoras para el cultivo de arroz en el departamento del Huila

USO DEL SUELO AGRÍCOLA

En el municipio de Campoalegre la categorización del suelo y su uso de mayor exposición se consolida en la producción del cultivo de arroz como la principal actividad agrícola promotora de

identidad territorial que otorga la distinción de capital arrocera del departamento del Huila. El municipio dispone de 33,115 hectáreas aptas para el desarrollo de la actividad agrícola entorno al cultivo de arroz.



- Cultivos permanentes intensos
- Áreas de protección
- Cultivos transitorios intensos
- Cultivos transitorios semi intensos

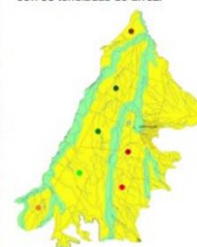
11

ZONAS DE PRODUCCIÓN

En el municipio de Campoalegre las tierras productoras de arroz se encuentran ubicadas en la parte céntrica y oriental de su geografía, con condiciones favorables para la producción a gran escala debido a su clima tropical y la composición de nutrientes del suelo para su óptimo crecimiento. Disponen de un sistema de riego especializado dimensionado para 4.908 hectáreas.

La oferta de arroz está determinada por dos grandes cosechas anuales donde mayor rendimiento de arroz se obtiene en los meses de febrero, julio, agosto, septiembre y diciembre; para el año de 2020 la producción

total obtenida corresponde a 99.765 toneladas de arroz.



- Llano norte
- Llano grande
- Llano sur
- La esperanza
- El rincón
- La vega de oriente
- Rio neiva
- La vega del igua

12

Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 45

Usos actuales de la cascarilla de arroz

<p>USOS ACTUALES DE LA CASCARILLA DE ARROZ</p> <p>El uso de la cascarilla de arroz se implementa en diferentes ámbitos tales como la industria agropecuaria, ganadera, constructiva y en la floricultura, entre otras. Resaltando que para los productores arroceros este residuo resulta ser tedioso en otros campos se convierte en un producto beneficioso de emplear. Continuamente se evidenciarán los usos de la cascarilla de arroz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cama de avicultura, porcicultura y en transporte de ganado • Obtención de etanol por vía fermentativa • Tostado para su uso como sustrato en el cultivo de flores • Generación de energía por medio de la biomasa • Combustión controlada para uso como sustrato en cultivos hidropónicos • Obtención de concreto, cemento y cerámicas • Compostaje • Lecho filtrante para aguas residuales • Fuente de sustancias químicas • Fuente de sustancias químicas (Carboximetilcelulosa de sodio, dióxido de SiO₂, Nitrito de silicio) • Material aislante en construcción • Obtención de ceniza para cultivos • Biomasa para combustión <p>13</p>	<p>Técnicas de usos tradicionales aplicadas a la cascarilla de arroz</p>    <p>La disposición final de la cascarilla de arroz afecta la calidad del medio ambiente</p> <p>14</p>
--	--

Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 46

Tecnologías de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en materiales de construcción




Cascarilla de arroz un residuo potencial para el sector de la construcción



15

TECNOLOGÍAS DE APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

La incorporación de cascarilla de arroz en la fabricación de nuevos materiales busca ser un adelanto en la trayectoria que lleva al aprovechamiento de los residuos agroindustriales del arroz, con el propósito de crear productos amigables con el medio ambiente con aplicabilidad arquitectónica en el campo de la construcción, adicionando el valor agregado de innovación y sostenibilidad a una materia considerada como residuo.

El aprovechamiento de los residuos es considerado un tema de gran interés e importancia en el adelanto de investigaciones, empresas fabricantes de

materiales constructivos y la industria molinera encarga de dar manejo al desecho de cascarilla de arroz a partir de proveer soluciones de orden social y ambiental. Por tal motivo las aplicaciones de cascarilla en el sector de la construcción es múltiple y diversificada.

Entre los beneficios de implicar la cascarilla en tratamientos especiales en la fabricación de materiales de construcción se encuentran la alta impermeabilidad, termoacústico, mayor resistencia y ahorro de costos, resistencia a la humedad, resistencia de impacto e intemperie.

16

Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 47

Implementación de la cascara de arroz triturada aplicada en bloque y mortero para viviendas populares

A continuación se presentaran los diversos estudios de carácter nacional e internacional enfocados en desarrollar tecnologías de aprovechamiento de la cascarilla de arroz a partir su integración en la elaboración de materiales para el sector de la construcción. Las siguientes investigaciones han sido desarrolladas por corporaciones universitarias.

IMPLEMENTACIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ TRITURADA APLICADA EN BLOQUES Y MORTERO PARA VIVIENDAS POPULARES

Este estudio fue realizado por Washington Xavier Castillo y Rolando Anibal Lindao en la Universidad Laica Vicente Rocafuerte (Guayaquil, Ecuador 2018). El presente proyecto tiene como objetivo principal el desarrollando de un modelo piloto en la Zona 8 (Guayaquil, Samborondón y Daule) cuyos beneficios obtenidos sirvan de base en el desarrollo de nuevas alternativas amigables con el medio ambiente, cabe recalcar que una de las principales ventajas que plantea este proyecto es la conservación del medio ambiente evitando la

quema de la cáscara de arroz.

A continuación se presentaran las ficha técnicas de los productos elaborados:



BLOQUES DE CONCRETO

Los bloques de concreto también

17

llamados bloque de hormigón o unidad de mampostería de concreto (CMU) son uno de los diversos productos prefabricados, comúnmente son elaborados con una o más cavidades huecas y en sus costados pueden ser lisos o con diseño, finalmente su principal uso es como material de construcción en la fabricación de muros y paredes.

Especificaciones técnicas:

- Composición: proporciones utilizadas para la elaboración del bloque.

Material	Valores
Cemento	14,40 Kg.
Piedra chasqui	12,51 Kg.
Arena	23,22 Kg.
Cáscara de arroz	3,33 Kg.
Agua	15,75 Lt

Nota. Elaborado por: Castillo Washington y Lindao Rolando

- Dimensiones: 9 x 19 x 39 cm.
- Peso: 8.1 kg.
- Apariencia física: Áspera

Metodología para la elaboración de bloques a base de cáscara de arroz:

1. Tomar los materiales secos (cemento, arena, cascara de arroz y piedra chasqui) y proceder a pesar cada uno por separados según las proporciones a utilizar.
2. A continuación de igual manera que los materiales secos pesar el agua según las proporciones a utilizar.
3. Consiguientemente se toma los materiales secos y mezclarlos hasta formar una masa homogénea.
4. Seguido tomar esta mezcla y agregar agua hasta que está se homogenice por completo

Elaboración del bloque:

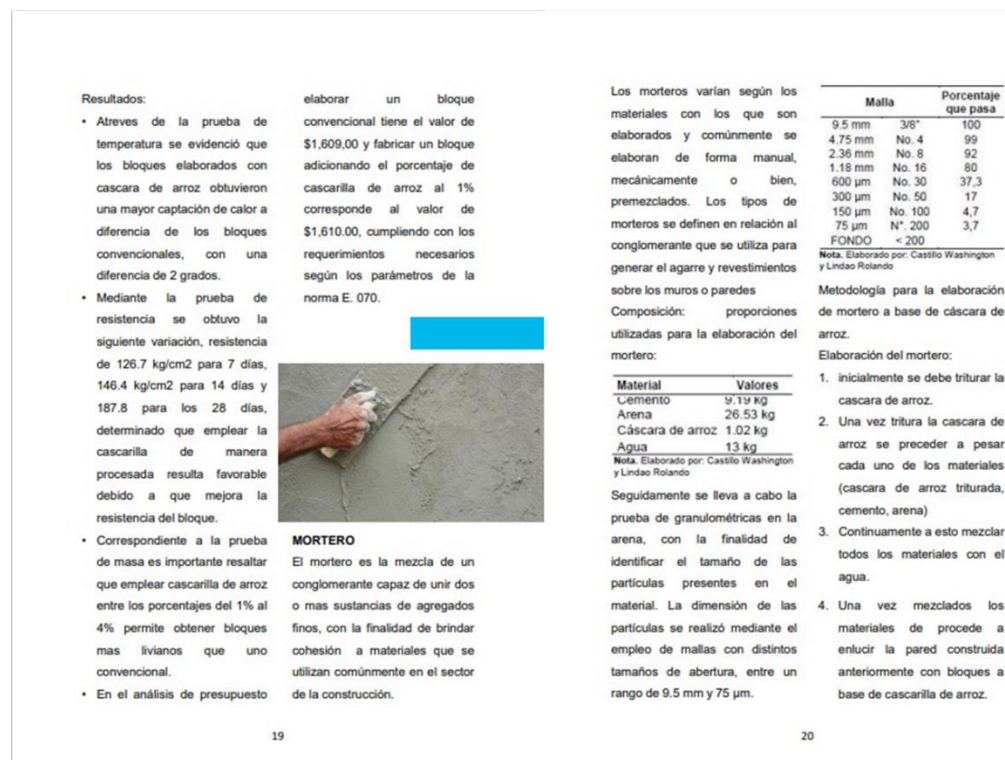
1. Para la elaboración de los bloques se debe colocar la mezcla elaborada sobre la maquina moldeadora y dejar secar durante 20 minutos.
2. Una vez transcurrido este tiempo fraguar la masa para poderlo retirar de la máquina.

18

Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 48

Mortero para viviendas populares



Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 49

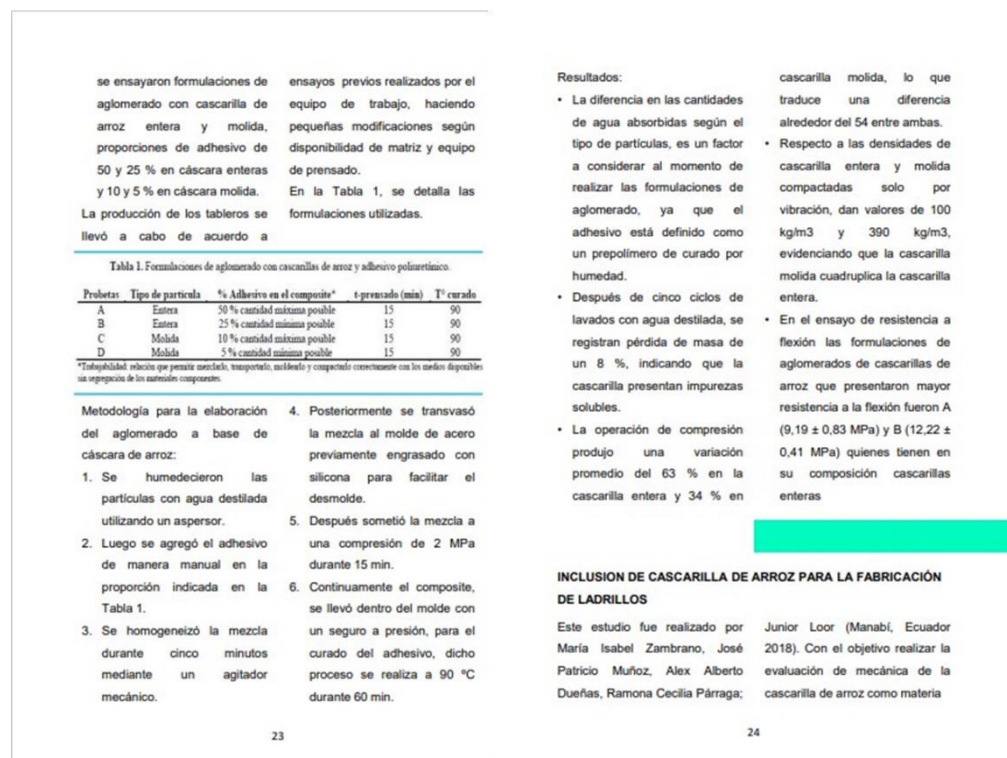
Aglomerado de cascarilla de arroz con adhesivo de poliuretano



Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 50

Elaboración del aglomerado de cascarilla de arroz



Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 51

Inclusión de cascarilla de arroz para la fabricación

prima para la producción de ladrillo, Esta investigación parte de la idea de convertir un desecho en un producto de uso para la edificación, donde el principal propósito es disminuir la contaminación ambiental causada por la cáscara del arroz y aumentar así la gama de productos útiles en la construcción, ampliando de esta manera las opciones en el mercado al momento de adquirir un producto nuevo y ecológico.

hecha de una masa de barro, normalmente , adobe, materia ideal que se compone de 70% arena, y 30% arcilla. En la elaboración del ladrillo de adobe se mezcla con fibras naturales como paja, moldeando su forma de rectangular y secada al sol o mediante el proceso de horneado; con ellos se construyen diversos tipos de elementos constructivos, como paredes, muros y arcos. Formulaciones, equipos y materiales utilizados en el proceso de elaboración del ladrillo se detallan en las siguientes tablas.



LADRILLOS
El ladrillo es una pieza empleada en el campo de la construcción

Tabla 1. Equipos y materiales utilizados

EQUIPOS	NOMBRES
1	Balanza granera (5000g)
2	Bandejas de acero inoxidable
3	Fundas transparentes
1	Estufa
1	Malla
1	Equipo de Resistencia Mecánica (presión)

Tabla 2. Formulación de los tratamientos

MATERIALES	T1 28%	T2 38%	T3 48%
Cascarilla de arroz	18.80 g	28.80g	38.20g
Adobe	350 g	350 g	350g
ADN	91.80 g	102.0g	106.8g

25

Metodología para la elaboración de mortero a base de cáscara de arroz.

Elaboración del mortero:

1. Extracción de la materia prima: se extrae y transporta la tierra arcillosa, la materia prima necesaria para la fabricación de ladrillos.
2. Maduración: antes de incorporar la tierra arcillosa al ciclo productivo, esta se somete a una serie de tratamiento de trituración, homogeneización y reposo expuesto a los elementos, con la finalidad de obtener una adecuada consistencia y uniformidad de las características físicas y químicas deseadas.
3. Tratamiento mecánico previo: consiste en una serie de operaciones cuya finalidad es la de purificar y refinar la materia prima. Los instrumentos utilizados en dicha fase son los siguientes:

- Eliminator de piedras: Sirve para reducir las dimensiones de los terrones.
- Desintegrador: Se encarga de triturar aquellos terrones de mayor tamaño, más duros y compactos.
- Laminador refinador: Se irritan los últimos nódulos que pudieran estar en el interior del material.
- 5. Humidificación: se retira la tierra arcillosa de los silos y se transporta a un laminador refinador para posteriormente mover a un mezclador humedecido, en el cual se agrega agua para obtener la humedad precisa.
- 6. Moldeado: a partir de que la mezcla está lista se llenan en los moldes de madera que les darán la forma al ladrillo.
- 7. Secado: este proceso tiene como finalidad de eliminar el agua agregada en la fase de moldeado para así poder pasar a la fase de cocción.

26

Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 52

Elaboración de teja tipo s con compositos de matriz cementicia adicionada con cascarilla de arroz

1. Cocción: Se realiza en hornos de túnel de hasta 120m de longitud donde la temperatura de cocción oscila entre 900°C y 1000°C. En el interior del horno la temperatura varía de forma continua y uniforme. Durante este proceso se produce la sinterización, lo que determina la resistencia del ladrillo.

2. Almacenaje: Se almacena en lugares secos y fáciles para su transporte.

Resultados:

- La resistencia de los ladrillos quemados con pirámide es de 17,37 MPa/kN, los que se comercializan actualmente en el mercado 15,68 MPa/kN y los quemados con estufa es 14,37 MPa/kN lo que demuestra que el tratamiento T2 comparado con T0 y T1 presenta mayor resistencia.

• Especificaciones técnicas:

- Composición: la mezcla se compone de adobe al 75% y cascarilla de arroz a un 25% con respecto al volumen del ladrillo.
- Dimensiones: 10 x 20 x 30 cm.
- Peso: 5 kg.
- Apariencia física: Áspera

ELABORACIÓN DE TEJA TIPO S CON COMPOSITOS DE MATRIZ CEMENTICIA ADICIONADA CON CASCARILLA DE ARROZ

Este estudio fue realizado por Jhonny Esteban Bernal, Brayan Esneider Brausin, José Luis Gutiérrez en la Universidad Cooperativa (Villavicencio, Colombia 2018). El presente proyecto tiene como objetivo la elaboración una teja tipo S con composite de matriz cementicia adicionada con cascarilla de arroz

27

A partir de allí se pretende usar la cascarilla de arroz como material alternativo para la fabricación de tejas, tomando como base la mezcla de un mortero convencional, para sustituir un porcentaje de arena de peña por un determinado valor de cascarilla de arroz. Todo con el fin de conseguir un diseño de mezcla y dosificación de materiales que sea el más económico y ambientalmente viable, y que además cumpla con las especificaciones de resistencia esperadas.

La Teja S es un material de construcción muy utilizado como protección de la parte superior de las construcciones frente a la lluvia y estéticamente muy llamativo por sus características arquitectónicas

A continuación se presentara el proceso de producción de la Teja.

Materiales necesarios:

- Cemento: Se utiliza cemento portland ordinario tipos P250 ó P350, con una proporción de cemento por 2,5 a 3,0 de arena y una relación agua/cemento de 0,45 a 0,50. Cada teja utiliza entre 0,6 y 1,0 kg. de cemento, en dependencia de su espesor y tipo.
- Arena: Preferentemente con partículas angulares y una buena distribución de granos, (entre 0,06 y 4 mm), libre de arcilla y limo. Cada teja utiliza entre 1,2 y 1,8 kg. de arena.
- Agua: Debe usarse limpia, preferentemente potable es muy importante garantizar su



TEJA TIPO S

28

Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 53

Elaboración de teja tipo s

correcta dosificación para obtener buena resistencia en las tejas.

- Aditivos: Pueden utilizarse impermeabilizantes si las arenas no tienen buena granulometría y colorantes si se desea obtener otra apariencia.
- Alambre: Para la fijación de las tejas al soporte, si se adopta este método. Se necesitan por teja 10 cm de un alambre de 1.4 mm.

Equipamiento necesario

- Mesa vibratoria: Está formada por una superficie que vibra y marcos articulados a esta, intercambiables para producir diferentes tipos y espesores de tejas
- Moldes de conformación: en ellos se termina el proceso de dar forma a la teja, a partir de la calidad del molde depende la de las tejas, tanto en

términos de superficie como de precisión y similitud entre ellas, lo que repercute posteriormente en la precisión y uniformidad del montaje del techo y en su apariencia.

- Láminas de plástico: sirven para la conformación inicial y vibrado de la lámina de mortero fresco facilitando su trabajabilidad sobre la mesa vibratoria. Los moldes deben tener un espesor de 24 micras y ser traslúcidos para que cumplan bien su función.

Proceso de fabricación y curado:

- Se coloca la lámina plástica de interface sobre la mesa vibratoria
- Se baja el marco articulado y se fija a la mesa
- Se coloca la cantidad necesaria de mortero utilizando de ser posible una cuchara dosificadora. (Se suministra con los equipos profesionales).
- Se distribuye, compacta y alisa el mortero con la ayuda de la

vibración de la mesa y del palustre (durante un minuto).

- Se rellena, sin vibración, el suplemento para el tacón se coloca en el mismo el lazo de alambre y se vibra posteriormente un par de segundos.
- Se abren los cierres de fijación del marco a la mesa y se levanta este.
- El mortero fresco es retirado de la mesa por medio de la lámina plástica y posteriormente colocado sobre el molde.
- se cubren la última con un nuevo molde y se trasladan a la cámara húmeda, donde permanecerán durante 24 horas.
- luego se desmolda a las 24 horas, mediante un dispositivo, (que se suministra con los equipos profesionales), que facilita retirar la lámina plástica.
- Se verifica la forma de la teja

y además se eliminan las rebabas que hayan quedado en los bordes.

- Se procede al curado de la teja sumergiéndola en un tanque con agua por espacio de siete días o manteniéndola en una cámara de curado al vapor por espacio de cuatro días

Análisis y resultados

- La resistencia del mortero elaborado para la fabricación de la teja arroja los siguientes valores 6.71 MPa a los 7 días, 14.45 MPa a 14 días y 19.59 MPa a los 28 días poniendo su mayor resistencia.
- La dimensión proyectada para la elaboración de la teja es de 25x50 cm con 10 cm de espesor
- Composición:, la composición de la mezcla se clasifica de acuerdo a las pruebas realizadas, 7% y cascarilla de arroz a un 25% de mortero a base de cemento.

Nota. Elaboración propia (2022).

Figura 54

Recomendaciones



RECOMENDACIONES

A continuación se evidenciarán las recomendaciones construidas a partir de la documentación de las tecnologías de aprovechamiento de la cascarilla de arroz, enmarcadas en el ámbito de innovación en el aporte de nuevos materiales al campo de la construcción y la sostenibilidad ambiental en la medida de brindar soluciones de orden medioambiental.



31

- Estructurar un plan de integración de las áreas productoras de cascarilla de arroz en la medida de tener un control sobre dicho residuo, los usos que se le están aplicando y en gran medida la disposición final que se le está otorgando.
- Implementar la cascarilla de arroz en procesos productivos que contemplen la perspectiva del aprovechamiento de los residuos.
- Elaborar materiales constructivos a base de cascarilla de arroz en función de fibras naturales resulta beneficioso como agente aconplante de la mezcla, adicional otorga al material características termoacústicas, también actúa como aislante térmico.
- La cascarilla de arroz en su estado natural podría resultar útil en la fabricación de materiales que no deban cumplir con requisitos estructurales tales como baldosas, adoquines, cielos rasos y paneles.
- Sustituir el usos de recursos naturales no renovables mediante la integración de la cascarilla de arroz.

32

Nota. Elaboración propia (2022).

Lista de Referencias

- Alejandro, R. C. (2016). *Evaluacion del uso de la cascacilla de arroz polietileno y polipropileno en la produccion de postes para uso agropecuario*. Bogota: Fundacion universidad de america.
- Andres, M. (2009). *Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construccion*. Corporacion universitaria munito de dios .
- Antonella Bernal, L. C. (2019). *EVALUACIÓN DE UN BIOCOSMOSITO ELABORADO CON RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DEL CULTIVO DE ARROZ Y SU POTENCIAL APLICACIÓN EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL, PAZ DE ARIPORO, CASANARE*. Bogotá: Universidad El Bosque.
- Asociación de Academias de la Lengua Española . (2020). *Diccionario de la Lengua Española . Real Academia Española* , 1. Obtenido de <https://dle.rae.es/residuo>
- Baller Justein, R. A. (2016). *EVALUACIÓN DEL USO DE CASCARILLA DE ARROZ, POLIETILENO Y POLIPROPILENO EN LA PRODUCCIÓN DE POSTES PARA USO AGROPECUARIO*. Bogotá: FUNDACIÓN UNIVERSIDAD AMÉRICA.
- Bernal Antonella, C. L. (2019). *EVALUACIÓN DE UN BIOCOSMOSITO ELABORADO CON RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DEL CULTIVO DE ARROZ (CASCARILLA Y TAMO) Y SU POTENCIAL APLICACIÓN EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL, PAZ DE ARIPORO, CASANARE*. Bogotá: Universidad el Bosque .
- Cabrera. (2016). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia*. Bogotá: Revista de Investigación Agraria y Ambiental.
- Cinthy, G. (2017). *Aprovechamiento de la cascarilla de arroz y plastico pet en la fabricacion de eco bloques*. Calceta: Escuela superior politecnica agropecuaria .
- Claudia, L. (2020). *Alternativas de usos de la cascarilla de arroz (Oriza sativa) en Colombia para el mejoramiento del sector productivo y la industria*. Yopal: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- CORONADO RAUL, V. R. (2015). *GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS AGRICOLAS PARA LA GENERACIÓN DE*. Bogotá: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
- Cristian, P. (2017). *Analisis numerico experimental de la propiedades mecanicas del compuesto de matriz de poliester reforzado con cascarilla de arroz*. Ambato: Universidad tecnica de ambato .
- Cristian, P. (2018). *análisis numérico/experimental de las propiedades mecánicas del compuesto de matriz poliéster reforzado con cascarilla de arroz*. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato .

- Diaz Natalia, M. L. (2020). *TENDENCIAS DEL APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ CON MATRICES POLIMÉRICAS RECICLADAS PARA LA FORMULACIÓN DE NUEVOS MATERIALES Y SUS POSIBLES APLICACIONES*. Bogotá: Congreso de Desarrollo Sostenible.
- ESPERANZA, S. C. (25 de Febrero de 2022). *DISEÑO DE VIVIENDA RURAL UTILIZANDO BLOQUES DE CÁSCARA DE COCO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN EL SITIO JOA CANTÓN JIPIJAPA*. Obtenido de DISEÑO DE VIVIENDA RURAL UTILIZANDO BLOQUES DE CÁSCARA DE COCO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN EL SITIO JOA CANTÓN JIPIJAPA: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3629>
- Esteban, M. S. (2010). *Evaluación del uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto*. Costa Rica: Instituto tecnologico de costa rica.
- FEDEARROZ. (2017). *IV CENSO NACIONAL ARROCERO 2016*. Bogotá: FEDERACIÓN NACIONAL DE ARROCEROS.
- Giancarlo, C. (2010). *EVALUACIÓN DEL USO DE LA CASCARILLA DE ARROZ COMO AGREGADO ORGÁNICO EN MORTEROS DE MAMPOSTERÍA*. Ciudad de Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
- Jader, A. G. (2011). *La cascarilla de arroz como material de agregado en la producción de prefabricados*. Bogota: Universidad piloto de colombia .
- Jose, M. (2015). Aplicacion de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agroindustrial en la fabricacion de bloques de concreto no estructurales. *Revista Latinoamerica metalurgia y materiales*, 10.
- Laura Victoria Peñaranda Gonzalez, S. P. (2017). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 10.
- Leydi Peña, D. G. (2005). *PLANTA INTEGRAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE PACHO*. Bogota : Universidad Libre de Colombia.
- Lozano, L. (2020). *Alternativas de usos de la cascarilla de arroz (Oriza sativa) en Colombia para el mejoramiento del sector productivo y la industria*. Yopal: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- MADRUÑERO ASTUDILLO KAREN GEORGINA, S. A. (2021). *Piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclados para edificaciones*. Obtenido de Piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclados para edificaciones: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4286>
- Mejias Nildia, O. E. (2017). Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 27.

- Mexico, U. a. (2010). *Aprovechamiento de la cascarilla de arroz*. Mexico: Centro de física aplicada y tecnología avanzada.
- Natalia, D. (2020). *Desafíos en la construcción del desarrollo sostenible* . Colombia: Congreso de desarrollo sostenible .
- Natalia, F. M. (2015). *Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural*. Riohacha: Universidad de la guajira.
- Pedro, M. P. (2021). Elaboracion de ladrillos ecologicos en muros no estructurales. *Cultura científica y tecnologica* , 9.
- Peñaranda, M. G. (2017). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia*. Bogotá: Revista de Investigación Agraria y Ambiental.
- Ramírez. (2012). APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 2.
- Ramirez, S. (2012). *Aprovechamiento de residuos Agroindustriales, cascarilla de arroz (Oriza savita) y residuos de papa (Solanum tuberosum) para la produccion de Trichoderma spp*. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.
- Roberth William Zambrano De La Torre, G. S. (21 de Junio de 2022). *Uso de la cáscara de maní en paneles prefabricados para viviendas de interes social en Manabi*. Obtenido de Uso de la cáscara de maní en paneles prefabricados para viviendas de interes social en Manabi.: <https://www.itsup.edu.ec/sinapsis>
- Saval, S. (2012). Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro. *BioTecnología*, 15.
- Sierra, J. (2009). *ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ EN COLOMBIA*. Sincelejo: UNIVERSIDAD DE SUCRE.
- Stalyn, F. H. (2019). *Diseño de elementos no estructurales elaborado con mortero y cascarilla de arroz para mejorar la adherencia en la mampostería* . Peru: Universidad cesar vallejo.
- Vargas Yury, P. L. (2018). APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 1.
- Yineth, P. (2011). *Aplicacion de tecnologias para el aprovechamiento de la cascarilla de arroz*. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.