

**Diseño De Una Cadena De Valor Sostenible Para El Sector Arrocero De Aguachica-Cesar,
Bajo Principios De Bioeconomía.**

Mayerly Uribe Uribe

Universidad Popular del Cesar, Seccional Aguachica

26 de abril de 2025

**Diseño De Una Cadena De Valor Sostenible Para El Sector Arrocero De Aguachica-Cesar,
Bajo Principios De Bioeconomía.**

Asesores

Jesús Alberto Gutiérrez de Piñeres

Dina Luz Jiménez Lobo

Presentado para la materia Metodología De La Investigación Cualitativa y Cuantitativa

Facultad de ciencias Administrativas, Contables y Económicas

Programa de Economía

Aguachica- Cesar

26 de abril de 2025

Nota De Aceptación



Firma del evaluador temático

Firma del evaluador metodológico

22 de abril del 2026

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme la vida, la sabiduría y la fortaleza necesarias para culminar esta etapa tan importante.

A mis padres, por su apoyo incondicional, sus consejos y el amor que siempre me brindaron, siendo el motor que me impulsó a seguir adelante.

A mis hermanos, por su compañía, apoyo y por estar siempre presentes en cada momento de este proceso.

A mis docentes, por compartir sus conocimientos, su paciencia y dedicación durante todo el proceso de formación académica, en especial a Dina Luz Jiménez y Jesús Gutiérrez de Piñeres, quienes fueron una guía fundamental en mi formación.

A Transtecol S.A.S., por brindarme la oportunidad de realizar mi práctica profesional y permitirme adquirir experiencia en el área de nómina.

A mi amigo incondicional, por su apoyo constante, por escucharme en los momentos difíciles y por motivarme a no rendirme cuando más lo necesitaba.

A mis amigas Anny Mora y Carolina Matamoros, por su amistad sincera, su apoyo y por acompañarme en este camino con palabras de ánimo y confianza.

Finalmente, a todas las personas que de una u otra manera hicieron parte de este proceso y contribuyeron al logro de este objetivo.

Dedicatoria

Primero a Dios, por guiar cada uno de mis pasos y darme la fortaleza para no rendirme en los momentos difíciles.

A mis padres, por su amor incondicional, por sus sacrificios y por ser mi apoyo constante en este camino que hoy se convierte en un logro.

A mi niña interior, que siempre soñó con este momento y que desde lo más profundo de su corazón sabía que Economía era lo que quería estudiar, que nunca dejó de creer y que hoy ve reflejado su esfuerzo.

Y a mí, por seguir adelante a pesar de todo, por mantenerme firme y demostrar que los sueños, cuando se trabajan con amor y disciplina, sí se cumplen.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	11
Abstract	Error! Bookmark not defined. 2
Capítulo I. Propuesta de Investigación.....	13
1.1. Sistematización del problema de investigación.....	13
1.2. Objetivos.....	16
1.2.1. Objetivo general	16
1.2.2. Objetivos específicos	16
1.4. Justificación	Error! Bookmark not defined.
1.5. Delimitación	Error! Bookmark not defined.
1.6. Variables o Categorías	Error! Bookmark not defined.
Capítulo II. Marco de Referencia.....	Error! Bookmark not defined.
2.1. Antecedentes.....	22
2.2. Marco Teórico.....	26
2.3. Marco Conceptual	31
Capítulo III. Metodología de la Investigación.....	36
3.1. Paradigma	36
3.2. Tipo de Investigación	37
3.3. Diseño de Investigación	Error! Bookmark not defined. 8
3.4. Hipótesis	38
3.5. Área de localización de estudio	39
3.6. Población y Muestra.....	40
3.7. Fuentes de Información	40
3.8. Procedimiento	43
3.9. Consideraciones Éticas.....	44

Capítulo IV. Desarrollo de Objetivos Propuestos.....	47
Análisis y discusión de resultados	89
Conclusiones.....	90
Recomendaciones	91
Referencias Bibliográficas.....	92
Anexos.....	106

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa satelital del municipio de Aguachica, Cesar-Colombia (2025)	39
Figura 2. Preparación húmeda	Error! Bookmark not defined.
Figura 3. Preparación seca.....	Error! Bookmark not defined.
Figura 4. Siembra.....	Error! Bookmark not defined.
Figura 5. Riego	Error! Bookmark not defined.
Figura 6. Control de plagas	Error! Bookmark not defined.
Figura 7. Cosecha.....	Error! Bookmark not defined.
Figura 8. Secado	55
Figura 9. Reposo	57
Figura 10. Proceso de transformación del grano	58
Figura 11. Rutas de la bioeconomía en ALC.....	Error! Bookmark not defined.
Figura 12. Selección del terreno con bioeconomía	Error! Bookmark not defined.
Figura 13. Preparación del terreno con bioeconomía	Error! Bookmark not defined.
Figura 14. Siembra con bioeconomía	Error! Bookmark not defined.
Figura 15. Riego con bioeconomía	Error! Bookmark not defined.
Figura 16. Control de plagas con bioeconomía	Error! Bookmark not defined.
Figura 17. Cosecha con bioeconomía	Error! Bookmark not defined.
Figura 18. Secado con bioeconomía	70
Figura 19. Reposo con bioeconomía.....	71
Figura 20. Proceso de transformación del grano con bioeconomía.....	73
Figura 21. Cadena de valor del arroz con enfoque en bioeconomía.....	86

Índice de Tablas

Tabla 1. Cuadro de categorías.....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 2. Fuentes de información.....	40
Tabla 3. Cronograma de actividades	Error! Bookmark not defined.
Tabla 4. Flujo de caja de la producción de arroz por riego	78
Tabla 5. Resultados financieros de la producción de arroz por riego	79
Tabla 6. Flujo de caja de la producción de arroz por secano.....	80
Tabla 7. Resultados financieros de la producción de arroz por secano.....	81
Tabla 8. Flujo de caja de la producción de arroz sostenible con bioeconomía .	Error! Bookmark not defined.
Tabla 9. Resultados financieros de la producción de arroz sostenible con bioeconomía	83
Tabla 10. Modelo tradicional vs. bioeconómico.....	84

Índice de Anexos

Anexo 1. Proceso de producción del arroz.....	2
--	---

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo diseñar una cadena de valor sostenible para el sector arrocero de Aguachica, Cesar, bajo principios de bioeconomía, con el fin de mejorar la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad ambiental. La investigación surge ante problemáticas como el uso ineficiente de los recursos naturales, los altos costos de producción, la baja tecnificación y la escasa implementación de prácticas sostenibles, factores que afectan la competitividad del sector. El estudio se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, con alcance descriptivo y exploratorio, utilizando principalmente la revisión documental como técnica de análisis. A partir de esta, se identifican los procesos productivos del arroz y las oportunidades para integrar prácticas basadas en la bioeconomía, tales como el uso de bioinsumos, el aprovechamiento de subproductos y la incorporación de tecnologías sostenibles.

Los resultados permiten proponer una estructura de cadena de valor que optimiza cada etapa del proceso productivo, desde la siembra hasta la comercialización, promoviendo el uso eficiente de los recursos y la reducción del impacto ambiental. Asimismo, se plantea la evaluación de la viabilidad financiera de esta propuesta, destacando su potencial para generar mayores ingresos y fortalecer la economía local. En conclusión, la implementación de una cadena de valor sostenible basada en bioeconomía representa una alternativa viable para el desarrollo del sector arrocero en Aguachica, contribuyendo al crecimiento económico, la innovación productiva y la sostenibilidad del territorio.

PALABRAS CLAVES

Bioeconomía, cadena de valor, sector arrocero, sostenibilidad, viabilidad financiera.

ABSTRACT

This study aims to design a sustainable value chain for the rice sector in Aguachica, Cesar, based on bioeconomy principles, in order to improve productivity, profitability, and environmental sustainability. The research arises from problems such as the inefficient use of natural resources, high production costs, low levels of technology, and the limited implementation of sustainable practice factors that affect the sector's competitiveness. The study employs a qualitative approach, with a descriptive and exploratory scope, primarily using document review as the analytical technique. This review identifies rice production processes and opportunities to integrate bioeconomy-based practices, such as the use of bio-inputs, the utilization of byproducts, and the incorporation of sustainable technologies.

The results allow for the proposal of a value chain structure that optimizes each stage of the production process, from planting to marketing, promoting the efficient use of resources and reducing environmental impact. Furthermore, the financial viability of this proposal is assessed, highlighting its potential to generate higher incomes and strengthen the local economy. In conclusion, the implementation of a sustainable value chain based on bioeconomy represents a viable alternative for the development of the rice sector in Aguachica, contributing to economic growth, productive innovation, and the sustainability of the region.

KEYWORDS

Bioeconomy, value chain, rice sector, sustainability, financial viability.

Capítulo 1

Diseño De Una Cadena De Valor Sostenible Para El Sector Arrocero De Aguachica-Cesar, Bajo Principios De Bioeconomía.

La bioeconomía es el uso de los recursos biológicos renovables que abarca todas las actividades económicas asociadas con la creación, desarrollo, fabricación, empleo de productos y procesos biológicos. Asimismo, la bioeconomía se determina como la producción fundamentada en el conocimiento y la utilización de recursos biológicos renovables para la producción de alimentos, energía y bienes con la finalidad reducir la dependencia de combustibles fósiles y de esta manera disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y favorecer la sostenibilidad dentro del marco de un sistema económico apropiado para el futuro (Ólives, 2024). En este sentido, la bioeconomía se podría utilizar en el sector arrocero como una alternativa innovadora para mejorar la producción, la rentabilidad de los agricultores y reducir los impactos ambientales, utilizando mecanismos sustentables. Además, la aplicación de esta podría contribuir a una cadena de valor más competitiva, sostenible y eficiente (Gómez et al., 2024).

El sector arrocero, basado en principios de bioeconomía, impulsa un cambio hacia prácticas agrícolas más sostenibles, promoviendo la integración eficiente y responsable de los recursos naturales y la reducción del impacto ambiental. Esto promueve una gestión eficiente del uso de agua, tierra y suelo, mejorando los procesos productivos. En esta línea, este principio impulsa el aprovechamiento de los subproductos del arroz, que contribuye a una economía circular, reduciendo los desechos del arroz (Stockholm Environment Institute, 2019). Además, del mejoramiento de la competitividad, promoviendo una producción más eficiente y responsable con el medioambiente. Teniendo en cuenta lo anterior el sector arrocero puede generar nuevas

oportunidades de negocios y diversificar sus actividades productivas, fortaleciendo su rentabilidad. A su vez, la cadena de valor sostenible en el sector arrocero provoca un aumento en la productividad a largo plazo, ya que se requiere implementar tecnologías avanzadas y optimizar el uso de los recursos (Sanguinetti,2020).

A nivel mundial, la producción de arroz alcanzó los 522,2 millones de toneladas en la campaña 2023/2024, liderado por los países asiáticos, que aportan la mayor parte del suministro global de este cereal considerado como un alimento esencial. Lidera China con una producción de arroz de aproximadamente 144,6 millones de toneladas, seguido por otros países como India y Bangladés, que ocupan la segunda y tercera posición respectivamente (Statista, 2024). En el contexto de Suramérica, Brasil alcanza aproximadamente 11,99 millones de toneladas, y Argentina totalizó 1.285.150 toneladas. Si bien a nivel global la producción de este cereal ha presentado una caída de 1,3 millones de toneladas con respecto al año anterior, los cambios climáticos, como el aumento de las temperaturas y la variabilidad en las precipitaciones, han afectado negativamente los rendimientos de los cultivos de arroz. Ante este panorama, se están implementando prácticas que están fundamentadas en la bioeconomía, esto con el fin de obtener resultados en cuanto a competitividad y sostenibilidad para maximizar la producción agrícola (López & López, 2023).

En Colombia, la producción de arroz en la campaña 2024 se registraron 143.852 toneladas, presentado una disminución de aproximadamente 90.000 toneladas en comparación con el año anterior, debido a las consecuencias del fenómeno de "El Niño", que causó una disminución en las cosechas y en las áreas de siembra, especialmente en zonas de riego (Rodríguez, 2024). Los departamentos que lideran la producción de arroz son Casanare 1.086.152 toneladas, seguido por Tolima con 685.576 toneladas, Meta 442.849 toneladas y Huila 252.878 toneladas. Dicha caída obedece a los cambios climáticos tan abruptos que se han presentado en los últimos años y la falta

de adopción de métodos más amigables con el medio ambiente, que además han generado pérdidas monetarias a los agricultores y el interés de invertir en el cultivo de estos (Editor1, 2024).

Aguachica, Cesar, según cifras oficiales produce 1.260 toneladas, siendo una de las principales actividades agrícolas y económicas de la región (Periodista, 2024). Sin embargo, enfrenta retos, como la gestión eficiente del agua. A pesar de que Aguachica cuenta con fuentes hídricas de abundante caudal, ha sido necesaria la implementación de sistemas de riego adecuados para poder adaptarse a la variabilidad climática de esta región. Uno de los principales obstáculos ha sido la sostenibilidad ambiental y económica, como lo es el uso excesivo de recursos naturales, el manejo ineficiente de insumos y la baja implementación de prácticas sostenibles que han provocado una reducción en las hectáreas de cultivos de arroz, generando preocupaciones entre los agricultores sobre la viabilidad del sector a largo plazo (Mejía et al., 2024).

El sector arrocero del municipio de Aguachica-Cesar, integra una de las principales actividades agrícolas de la región, siendo una fuente significativa de ingresos para los productores locales. Sin embargo, pese a su importancia económica, el sector arrocero enfrenta múltiples problemáticas relacionadas con la ineficiencia en el uso de los recursos naturales, altos costos de producción, poca incorporación de prácticas sostenibles y baja tecnificación, por lo que estas condiciones han generado una disminución en la rentabilidad y competitividad del cultivo, afectando directamente la estabilidad económica de los agricultores (Meza & Rodríguez, 2022). En este sentido, este estudio se busca diseñar una cadena de valor sostenible para el sector arrocero de Aguachica-Cesar, bajo principios de bioeconomía, el cual este se va a realizar a partir de una caracterización del proceso productivo del sector arrocero, posteriormente optamos a establecer la viabilidad financiera de la nueva estructura de producción para dicho sector y por último se construye la estructura de producción para el sector arrocero de Aguachica-Cesar.

1.1 Sistematización del problema

¿De qué manera el diseño de una cadena de valor sostenible apoyaría al sector arrocero de Aguachica-Cesar, bajo principios de Bioeconomía?

1.2 Objetivos

Objetivo General

Diseñar una cadena de valor sostenible para el sector arrocero de Aguachica-Cesar, bajo principios de bioeconomía.

Objetivos Específicos

1. Identificar los procesos productivos contribuyentes del sector arrocero de Aguachica-Cesar.
2. Establecer la ruta de desarrollo de la bioeconomía para la cadena de valor del sector.
3. Evaluar la viabilidad financiera de la nueva estructura de producción para el sector arrocero de Aguachica-Cesar, bajo principio de Bioeconomía.
4. Construir una cadena de valor en la producción del sector arrocero de Aguachica-cesar, bajo principios de Bioeconomía.

1.3 Justificación

El proyecto se justifica en la necesidad de fortalecer la sostenibilidad del sector arrocero en el municipio, a través de la aplicación de los principios de bioeconomía. Para ello, se tomará como referencia el manual de sabios de bioeconomía, (Guy & Hodson, 2021), la cual servirá como guía conceptual y metodológica para el diseño de una nueva estructura de cadena de valor sostenible en el sector arrocero, en donde se busca integrar prácticas agrícolas sostenibles aprovechando los recursos biológicos de forma eficiente y transformar la producción del arroz en

procesos más amigables con el medio ambiente, con el fin de que la nueva estructura responda a las necesidades del sector. Este proceso se llevará a cabo a través de talleres participativos integrando a los agricultores, los cuales facilitarán el intercambio de conocimientos y experiencias, lo que permitirá garantizar que las soluciones propuestas sean realistas y adaptadas a las condiciones del municipio de Aguachica, Cesar.

Asimismo, la implementación de una nueva estructura para el sector arrocero aporta diversos beneficios que favorecen a la rentabilidad y a la sostenibilidad ambiental y social. Esta nueva estructura busca promover prácticas agrícolas más eficientes, permitiendo así que se reduzcan los insumos químicos y la utilización de los subproductos del arroz, como lo es la cascarilla, que genera un nuevo producto y reduce el desperdicio. También, al adoptar prácticas y tecnologías más sostenibles, puede mitigar la emisión de gases de efecto invernadero del cultivo; por otro lado, al incluir la bioeconomía en este sector, se pueden crear o innovar nuevos productos que son derivados de la biomasa residual, como los alimentos alternativos o los biocombustibles, permitiendo que haya nuevas oportunidades comerciales, por lo que a su vez ayuda con el cambio climático, debido a que se logra crear una mejor gestión de los recursos naturales.

Por otro lado, este estudio busca fortalecer la economía de Aguachica-Cesar, debido a que se promueve la inclusión de los productores y cooperativas en la cadena de valor, lo que permitirá mejorar sus ingresos y fomentar un desarrollo sostenible en la región. Al integrar a estos actores en el proceso, se espera crear un entorno más equitativo y resiliente que beneficie no solo a los agricultores, sino también a la comunidad en su conjunto. De este modo, al adoptar los principios de bioeconomía, favorece la reducción de la huella de carbono, la implementación de prácticas agrícolas más sostenibles y el uso eficiente de los recursos, lo cual es fundamental para el equilibrio del medio ambiente.

1.4 Delimitación

Teórica

La delimitación teórica de esta investigación se orienta al estudio de las cadenas de valor agrícolas, entendidas como los procesos interrelacionados que permiten transformar un producto desde su cultivo hasta su consumo final, generando valor en cada etapa y articulando a los actores del sistema productivo. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023), una cadena de valor alimentaria sostenible es aquella que resulta rentable, socialmente inclusiva y ambientalmente responsable, integrando eficiencia económica con equidad social. De igual manera, el modelo de cadena de valor de Porter (1985) explica cómo las actividades primarias y de apoyo agregan valor al producto final, lo cual es fundamental para comprender las dinámicas del sector arrocero. Así, la base teórica no se centra únicamente en el espacio geográfico de Aguachica-Cesar, sino de siembra, cosecha, transformación y comercialización se integran bajo principios de sostenibilidad y bioeconomía.

En el contexto latinoamericano, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2014) señala que fortalecer la inversión en toda la cadena de valor agrícola es clave para lograr un desarrollo sostenible, mientras que la CEPAL (2020) plantea que las cadenas de valor sostenibles deben promover la inclusión de pequeños productores y el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales. Estos enfoques teóricos guían el presente estudio hacia el análisis de factores estructurales como la gobernanza, la acción colectiva, la innovación tecnológica y la sostenibilidad ambiental en el sector arrocero. De esta forma, la delimitación teórica, se apoya en marcos conceptuales que explican cómo la articulación de los actores y la adopción de prácticas bioeconomías pueden fortalecer la productividad, mejorar la competitividad

y contribuir al desarrollo rural sostenible en Aguachica-Cesar.

Temporal

El estudio sobre el sector arrocero en Aguachica, Cesar, es de corte transversal; por lo tanto, la investigación se va a realizar entre los años 2023 y 2024. Se han seleccionado estos años debido a las consecuencias de fenómenos climáticos como "El Niño", además de los cambios que se han venido realizando en cuanto a las políticas agrarias y la implementación de nuevas estrategias de transición a bioeconomía. Esta delimitación temporal permitirá analizar el impacto de estos factores en la rentabilidad y sostenibilidad del sector arrocero en la región.

Espacial

En Aguachica-Cesar, el sector arrocero es fundamental para la economía local; desde hace años, se ha consolidado como el centro de acopio que ha movido la economía del municipio y que, además, por su ubicación, ha sido un corredor vial que ha favorecido el comercio y, entre ellos, la comercialización del arroz, beneficiando al sector arrocero, pero en la actualidad enfrenta desafíos como el deterioro de la calidad del suelo por el uso excesivo de productos agroquímicos, afectando la biodiversidad (Porrás, 2024). Además, la falta de escasas prácticas sostenibles es lo que limita el acceso a mercados que valoran la producción ecológica. Asimismo, generando altos costos de producción, lo que reduce la rentabilidad del sector (Gómez et al., 2024).

Tabla 1. *Cuadro de categorías*

Objetivo específico	Categoría	Subcategoría	Categoría sistemática
		Selección del terreno	Componentes agroecológicos
		Preparación del terreno	Manejo agronómico

Identificar los procesos productivos contribuyentes del sector arrocero de Aguachica-Cesar	Proceso productivo	Siembra	Sistemas de cultivo
		Riego	Disponibilidad del uso del agua
		Fertilización	Aplicación de abonos
		Control de plagas	Gestión integrada de plagas
	Cosecha	Técnicas de recolección	
	Secado	Procesamiento postcosecha	
	Reposo	Tiempo de adecuación del grano	
	Proceso de transformación del grano	Separación del grano de la cascara	
	Almacenamiento y distribución	Logística y comercialización	
	Eco intensificación	Uso de bioinsumos agrícolas	
Aplicaciones biotecnológicas	Mejoramiento genético; semillas mejoradas y mejoramiento genético de especies forestales		

Establecer la ruta de desarrollo de la bioeconomía para la cadena de valor del sector.	Bioeconomía	Biorrefinerías y bioenergía	Valoración económica de los residuos
		Bioinformática, biología computacional	Agricultura 4.0
		Rentabilidad	Tasa Interna de Retorno (TIR)
Evaluar la viabilidad financiera de la nueva estructura de producción para el sector arrocero de Aguachica-Cesar, bajo principio de Bioeconomía.	Viabilidad financiera	Registros contables Ingresos generados	Costo de producción Margen de ganancia neta
		Sostenibilidad financiera	Punto de equilibrio

Capítulo 2

2 Marco Referencial

2.1 Antecedentes

Diversos estudios a escala global han resaltado la importancia de la bioeconomía como estrategia clave para lograr el desarrollo sostenible. Entre los cuales encontramos: el estudio de Ólives (2024) explica cómo la bioeconomía es una opción sostenible que utiliza recursos biológicos renovables y tecnologías modernas para producir alimentos, energía y productos industriales, con el fin de disminuir la necesidad de combustibles fósiles y reducir emisiones. Además, su método incorpora la biotecnología y la economía circular buscando soluciones sustentables, asimismo, añade que tecnologías como la modificación genética, el bioprocesado y la bioimpresión facilitan avances en campos como la agricultura, la medicina y la conservación del medio ambiente. Por lo cual su aplicación para el proyecto sobre el sector arrocero de Aguachica-Cesar la convierte en una alternativa prometedora para los agricultores de la región y de esta manera mejorar la productividad, reducir residuos y fomentar un modelo de producción más resiliente y amigable con el medioambiente.

Por su parte, Hernández y Céspedes (2020) se centran en los grandes desafíos que enfrenta el mundo en cuanto a problemas ambientales, económicos y sociales que deben ser solucionados para un futuro mejor, tales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la seguridad alimentaria, el agotamiento de recursos hídricos, de suelo y las desigualdades sociales. En este sentido, el estudio aborda la bioeconomía como una opción viable para afrontar estos desafíos, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030; a partir de esta visión, la bioeconomía puede incentivar el desarrollo sostenible en el sector arrocero, combinando

conocimientos y tecnologías de la cuarta revolución industrial. También examina la conexión entre economía circular, sostenibilidad y bioeconomía, así como la aplicación de avances científicos para mejorar la cadena de valor, aportando un enfoque teórico y metodológico útil para analizar estrategias sostenibles aplicables a los cultivos de arroz, que beneficien tanto a los agricultores como al medioambiente de Aguachica-Cesar.

En esta misma línea, Eveillé (2020) expone los resultados y sintetiza las lecciones más importantes que se aprendieron durante la implementación de prácticas de Agricultura Climáticamente Inteligente (ACI) en la cadena de valor del arroz en Gagnoa, Costa de Marfil, prácticas que fueron diseñadas con el propósito de fortalecer la capacidad de adaptación del sector arrocero frente al cambio climático, ya que los cambios erráticos en los patrones de lluvias y las sequías han afectado de manera significativa la producción de este cereal en el pasado. En este sentido, para el proyecto *Diseño de una cadena de valor sostenible para el sector arrocero de Aguachica-Cesar bajo principios de bioeconomía*, este estudio es clave porque permite comprender como otras regiones han enfrentado desafíos similares y que estrategias han resultado efectivas en la práctica. También, refuerza la importancia de incorporar prácticas sustentables en toda la cadena de valor, asegurando que los productores puedan sostener su negocio sin poner en riesgo el medio ambiente o su estabilidad financiera.

En el contexto nacional, Galván (2024) analiza la situación actual y las tendencias futuras del sector arrocero del suroeste del departamento del Tolima, utilizando técnicas de prospectiva estratégica; por esta razón, el autor señala algunos elementos cruciales que podrían influir en el desarrollo sostenible del cultivo de arroz. Además, el estudio destaca la importancia de implementar prácticas agrícolas de esta manera para fortalecer la cadena de valor y fomentar políticas gubernamentales que apoyen la competitividad y sostenibilidad del sector arrocero en la

región. En este sentido, el estudio ofrece una visión importante para el proyecto sobre cómo la planificación estratégica puede ayudar a enfrentar desafíos al sector arrocero de Aguachica-Cesar y resalta la importancia de prácticas sostenibles y políticas públicas bien estructuradas y ofrece referencias útiles para desarrollar una cadena de valor que sea eficiente y responsable con el medio ambiente. Las propuestas de Galván sirven como guía en el proceso productivo del arroz.

Desde una óptica investigativa diferente, Díaz-Ariza & Aguilar-Galeano (2024) se centraron en la agricultura ecológica dentro de la bioeconomía en tres sectores clave, mediante un enfoque cualitativo utilizando la Investigación Acción Participativa en comunidades de Tenjo y Tibacuy, Cundinamarca, donde se identificaron estrategias económicas como el trueque y la producción propia, aunque con problemas de costos y falta de marca. En el ámbito ambiental, se destacaron prácticas sostenibles e insumos biológicos, aunque persisten en el uso de envases no sustentables. Estos hallazgos son relevantes para el presente proyecto, pues orientan la planificación y ejecución de los talleres participativos con productores de arroz en Aguachica-Cesar, cuya experiencia en agricultura ecológica permite identificar estrategias tales como agrupaciones de productores, diversificación de mercados y el uso de insumos locales. También enfatiza la necesidad de fortalecer el vínculo entre productor-consumidor para promover el comercio y la sostenibilidad de la cadena de valor del arroz.

A su vez, Parra-Peña et al., (2022) describen la cadena de valor del arroz en Colombia y el desempeño actual, señalando los principales problemas de la cadena y propone sugerencias para solucionarlos, es por esto por lo que proporciona datos acerca del valor agregado en las cinco regiones arroceras del país, desde la producción hasta la comercialización al cliente final. También se describen los servicios de la industria molinera y se muestran los resultados de una encuesta a agricultores que evalúa el impacto de estos servicios en la productividad, costos y satisfacción.

Finalmente, desarrollan un modelo para examinar la política y se investigan efectos de abrir nuevos mercados en el 2030. Esta investigación es útil para el proyecto dado que sirve de guía para identificar estrategias para fortalecer la competitividad del sector arrocero a nivel regional, además, aporta información clave sobre cómo integrar a los agricultores con la industria y optimizar procesos para promover un modelo de producción basado en bioeconomía que sea beneficioso tanto para la comunidad como al medioambiente.

En el contexto regional, Cervera & Ramírez (2024) examinan cómo las tecnologías emergentes pueden ayudar al desarrollo económico del sector agrícola en Cesar, Colombia, además, destacan que la globalización e industrialización apoyan el crecimiento agroindustrial en la región. Para el estudio utilizaron un enfoque descriptivo y cualitativo, respaldado en bases de datos especializadas. También, demostraron que promover el uso de tecnologías de información y comunicación en la agricultura, sumado a los procesos globales e industriales, puede impulsar la economía regional ofreciendo ventajas competitivas. En relación con lo anterior, resulta un gran aporte para el desarrollo del proyecto, ya que ilustra cómo las tecnologías pueden ser un motor del progreso para el sector arrocero en Aguachica-Cesar, a partir de este enfoque, se refuerza la necesidad de integrar tecnologías sostenibles en la cadena de valor de arroz.

A nivel empresarial, Del Rio (2022) señala que la industria de alimentos funciona con un sistema lineal de producción que emplea recursos naturales y genera una gran cantidad de contaminación, motivo por el cual la investigación se centra en la ciudad de Cartagena, en la empresa Coolechera, donde se examina el impacto que esta genera en el entorno, bajo la perspectiva de la economía circular. De igual manera, se analiza la cadena de valor de la compañía, se evalúan los procesos actuales y se sugieren estrategias para adoptar un modelo de economía circular. La experiencia de Coolechera en la ciudad de Cartagena evidencia la viabilidad de una

producción más sostenible mediante la optimización de recursos y la minimización de desechos, lo cual resulta clave para el sector arrocero de Aguachica-Cesar, donde estrategias como el aprovechamiento de residuos, la conservación de agua y el reciclaje de nutrientes pueden mejorar la eficiencia de la cadena de valor del arroz, beneficiar a las comunidades y proteger el medio ambiente.

En este camino hacia una producción más sostenible, también resulta relevante considerar los riesgos derivados del cambio climático. Rubio y Sierra (2020) abordan esta problemática combinando herramientas financieras con variables ambientales, al proponer una estrategia de cobertura para la producción de arroz que, a través del cálculo estocástico y el lema de Ito adaptados al modelo Cobb-Douglas, permite identificar factores clave y definir el strike de opciones Call y Put según el índice de Grados de Calor Extremo (HDD), por lo cual el estudio muestra soluciones que permiten anticiparse a eventos climáticos extremos con base en datos y análisis riguroso. De manera similar, el presente proyecto busca entender cómo las herramientas financieras y los cálculos pueden ayudar a manejar los problemas que trae el clima a la hora de cultivar arroz, como sucede en Aguachica-Cesar, enfocándose en cómo proteger la producción con estrategias, saber qué factores son importantes y que el clima no afecte tanto el proceso de arroz.

2.2 Marco teórico

Al desarrollar la revisión de los antecedentes teóricos, es esencial identificar las principales teorías que fundamentan este estudio centrado en el diseño de la cadena de valor sostenible en el sector arrocero de Aguachica-Cesar, bajo principios de bioeconomía. A partir de la revisión literaria se abordarán los enfoques teóricos más relevantes que permiten alcanzar y comprender las dinámicas ambientales, sociales, económicas y productivas del sector arrocero, así como también comprender las nuevas tendencias que impulsan una transición hacia prácticas más

sostenibles e innovadoras.

En cuanto a la eficiencia de los procesos productivos, los principios de Taylor corresponden a las bases de la teoría de la administración científica, una escuela de pensamiento administrativo enfocada en la tarea y que, mediante experimentos de carácter industrial, buscaba generar eficiencias en la producción mediante la eliminación del desperdicio en equipos, materiales, esfuerzos individuales y colectivos (Experto GestioPolis.com, 2023). En este sentido, la especialización del trabajo puede ser aplicada capacitando a los actores que intervienen en la cadena de valor del arroz para que implementen prácticas agrícolas sostenibles y, a su vez, optimizando cada etapa de la cadena productiva del arroz, permitiendo que los procesos se realicen de forma más eficiente y responsable basados en los fundamentos de la bioeconomía. Esto no solo implica la reducción de costos, sino que también aumentará la rentabilidad de los agricultores, garantizando que el arroz tenga un bajo precio y que para las generaciones futuras sea ecológicamente factible (Experto GestioPolis.com, 2023).

Desde una perspectiva económica del desarrollo, el modelo de crecimiento económico de Solow brinda una base teórica para interpretar la acumulación de capital, el trabajo y el progreso de la tecnología que inciden en el crecimiento a largo plazo. En este sentido, el modelo de Solow permite analizar cómo la innovación en los procesos productivos, la formación de las capacidades humanas y la introducción de la tecnología generan impactos positivos en la productividad del arroz en el municipio de Aguachica. En este escenario, el capital humano se desarrolla o se fortalece mediante capacitaciones técnicas a los agricultores a través de talleres participativos; en cambio, el capital físico se optimiza con la integración de nuevas tecnologías de producción. Además de mejorar la productividad en este sector, también impulsa a que los agricultores tengan un aprendizaje continuo y a adoptar innovaciones en la producción, permitiendo que el municipio

de Aguachica-Cesar experimente un crecimiento económico sostenible y así mismo un crecimiento en la calidad de vida de sus habitantes.

En esta línea, la industria 4.0 aporta herramientas claves y se le reconoce como una nueva forma de industrialización en donde se interrelacionan los sistemas operacionales de fabricación, los procesos productivos y las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), debidamente fundamentadas en el Internet de las cosas, orientadas a un nuevo modelo de negocio mucho más tecnológico, con manejo de información actualizada y en tiempo real. En este contexto, la industria 4.0 brinda soluciones fundamentales para transformar la cadena de valor del arroz, en la que, por medio de sensores y monitoreo digital, se puede mejorar el uso adecuado del agua y fertilizantes y, a su vez, mejorar los procesos de secado, almacenaje y transporte, por lo que esta estrategia no solo optimizará la producción del arroz, sino que también reducirá los costos de producción y contribuirá a la disminución del impacto ambiental.

Desde el enfoque ambiental, la bioeconomía circular está orientado al aprovechamiento sostenible de los recursos biológico o naturales, impulsando a la innovación y la eficiencia en el uso de las materias primas. En este sentido, este enfoque plantea que, además de mejorar los procesos productivos primarios, pueden generar valor agregado derivados del uso de los subproductos del arroz con el fin de crear bioproductos, energía, y materiales reutilizables. Asimismo, se impulsa a la diversificación de las actividades productivas, el reciclaje eficiente de nutrientes en los procesos agrícolas y la utilización de prácticas basadas en insumos de origen naturales, permitiendo que se disminuya la dependencia de productos químicos (Ugalde et al., 2022).

Por otro lado, la domesticación de plantas, primera manipulación genética de los organismos vivos y origen de la Agricultura representa la mayor contribución de la biotecnología

al desarrollo de la humanidad. Los retos a superar en las próximas décadas para el sector agrario están determinados por el aumento demográfico y la demanda de materias primas para alimentación humana y animal, por las preferencias en el consumo, por aspectos medioambientales y legales, y por la globalización de la economía. Las aplicaciones de la biotecnología agrícola van a jugar un papel incuestionable en el logro de estos retos. En este caso, la biotecnología en el sector arrocero ofrece diversas alternativas sostenibles para aumentar el rendimiento sin involucrar la salud del suelo y los recursos hídricos, en donde es posible incorporar prácticas biotecnológicas brindando capacitación a los agricultores y acompañamientos técnicos como el uso de extractos naturales, para que fortalezcan la capacidad del cultivo y se disminuyan los costos de producción (Melgarejo et al., 2014).

Bajo esta perspectiva, la biomasa es clave para la transición hacia la bioeconomía, debido a que permite generar productos a partir de los recursos agroindustriales. En este sentido, la biomasa en el sector arrocero incluye los subproductos como la cascarilla, la paja, el salvado y otros residuos que normalmente no se aprovechan de la manera más eficiente, permitiendo que estos residuos se puedan convertir en materia prima para la fabricación de bioenergía, compostaje y compostaje, incorporando nuevas etapas en la cadena de valor. De esta manera, al aprovechar de manera eficiente la biomasa, no solo se reducirá la cantidad de desechos, sino que también se fomentará la implementación un modelo de economía circular, permitiendo así un modelo de desarrollo más sostenible (Vargas-García et al., 2021).

Desde el enfoque financiero, la rentabilidad es un indicador fundamental para valorar el impacto económico de las estrategias adoptadas a lo largo de la cadena de valor del arroz. De modo que, evaluar la rentabilidad del cultivo de arroz permite determinar la efectividad de las estrategias sostenibles propuestas, contribuyendo al crecimiento sostenido de los ingresos netos de los

productores. Además, esta evaluación brinda información relevante para la toma de decisiones, debido a que, permite identificar áreas de mejora y optimización dentro del proceso productivo. Por lo que, garantizar la rentabilidad dentro de la cadena de valor del arroz va más allá de maximizar los ingresos; también implica mejorar la eficiencia de procesos y asegurar condiciones dignas para todos los que participan en la cadena, especialmente para los agricultores (Espinoza & Blanco, 2021).

Por su parte, evaluar los costos de producción representa un paso determinante para comprender e identificar las oportunidades de mejora en la capacidad económica del cultivo de arroz y en el aprovechamiento de los recursos. De esta manera, conocer a detalle los costos directos e indirectos de cada etapa de la cadena de valor es fundamental para tomar decisiones orientadas a la eficiencia y la sostenibilidad, tales como, la implementación de tecnologías de precisión, la transición hacia los bioinsumos y la mejora en los procesos logísticos. Asimismo, al evaluar detalladamente.

Bajo este enfoque, el flujo de caja desempeña un papel esencial para garantizar la viabilidad financiera de la cadena de valor en el sector arrocero, puesto que, este busca transformar el sistema de producción tradicional por uno actualizado que se promueva el uso eficiente de los recursos y se base en los principios de la bioeconomía, asimismo, al analizar el flujo de caja permitirá determinar si invertir en tecnologías sostenibles va a garantizar beneficios que permitan mantener la rentabilidad del cultivo de arroz. Del mismo modo, el flujo de caja permitirá planificar el ciclo financiero del proceso agrícola, identificando las etapas críticas de desembolso como la siembra y la cosecha y los periodos de ingresos derivados de la venta del grano.

2.3 Marco conceptual

Proceso productivo

Es el conjunto de acciones interrelacionadas por medio de las cuales se transforman y modifican los insumos o materias primas en productos terminados, añadiendo valor a lo largo de toda la etapa de la cadena productiva. En el contexto del sector arrocero, el proceso productivo comprende desde la preparación del terreno hasta la comercialización del arroz. De esta manera, al incorporar los principios de bioeconomía en este proceso, implica promover el uso de tecnologías limpias y, a su vez, impulsa a que cada eslabón de la cadena productiva deba ser optimizado para disminuir el impacto ambiental y aumentar la rentabilidad de los productores (Chain, 2023).

Proceso del arroz

El proceso de producción del arroz abarca todas las fases específicas necesarias para llevar el grano de arroz desde su cultivo hasta su consumo. Estas fases incluyen la selección de las semillas, la preparación del suelo, la siembra, el riego, el control de plagas y de enfermedades, la cosecha, el secado, el almacenamiento, la molienda y, por último, su distribución. En este sentido, al analizar el proceso del arroz, brinda oportunidades para implementar prácticas agrícolas sostenibles, minimizar la dependencia de los insumos agroquímicos y, a su vez, crear subproductos que sean aprovechables para que puedan ser utilizados en las nuevas cadenas productivas bajo los principios de bioeconomía (Agrospray, 2023).

Arroz

El arroz es la semilla de la planta *Oryza sativa* de origen asiático, y es uno de los cereales

más importantes a nivel mundial y constituye un alimento fundamental en la dieta de millones de personas, su grano es ovalado, es rico en almidón cuyo grano es destacado por ser altamente valorado por su versatilidad en la cocina y su capacidad de adaptarse a diferentes condiciones agroclimáticas (Acevedo et al., 2016).

Cadena de valor

Es un modelo conceptual introducido por Michael Porter en 1985, la cual es un concepto que caracteriza el conjunto de actividades interconectadas que una empresa, organización o sector lleva a cabo para poder transformar los insumos en productos o servicios con un valor agregado en cada etapa del proceso hasta llegar al consumidor final, este concepto permite identificar y optimizar cada una de las partes de componen la producción, la transformación, la distribución y la comercialización de un bien (Admin-Otomatic, 2024).

Bioeconomía

Es un modelo económico basado en el uso sostenible y eficiente de los recursos biológicos, los conocimientos científicos y la innovación tecnológica para generar productos, procesos y servicios que aporten valor económico, ambiental y social. Este enfoque en el sector arrocero. La bioeconomía impulsa prácticas sostenibles como lo es la agricultura regenerativa, el uso de biotecnología y la producción de biomasa. En este contexto la bioeconomía promueve a la transición hacia una economía menos dependiente de los recursos fósiles, priorizando el aprovechamiento de materias primas renovables, la reducción de residuos, el reciclaje de nutrientes y la generación de nuevas oportunidades de negocio a partir de la biodiversidad (De Jaramillo, 2018).

Ecointensificación

La ecointensificación es un enfoque agrícola que busca aumentar la productividad de los

sistemas agropecuarios mediante el uso óptimo de las funciones ecológicas y la biodiversidad, reduciendo la dependencia de insumos externos y promoviendo la sostenibilidad ambiental. Este modelo se basa en prácticas como la remineralización del suelo, la restauración de su biología y materia orgánica, y la corrección del pH, facilitando la transición hacia una fertilidad sostenible. Al fortalecer los microorganismos del suelo, la ecointensificación mejora la ecología, productividad y rentabilidad de los agroecosistemas, maximizando los servicios ecosistémicos que estos ofrecen. Además, este enfoque contribuye a reducir la emisión de gases de efecto invernadero y a conservar recursos naturales como el suelo y el agua. En resumen, la ecointensificación representa una estrategia sostenible que integra conocimientos ecológicos para optimizar la producción agrícola sin comprometer el equilibrio ambiental (Plant Production And Protection Division: Ecological Intensification, 2018).

Aplicaciones biotecnológicas

Las aplicaciones biotecnológicas consisten en el uso de organismos vivos o sus componentes para desarrollar productos y procesos en diversos sectores como la medicina, la agricultura, la industria y el medio ambiente. En salud, han permitido la producción de vacunas, insulina y terapias génicas. En la agricultura, han mejorado cultivos y ganado mediante modificaciones genéticas. En la industria, se aplican en bioplásticos y biocombustibles, mientras que en el medio ambiente se utilizan para la biorremediación y la reducción de contaminantes. Estas aplicaciones impulsan la innovación y la sostenibilidad en múltiples áreas (Rodríguez & Rodríguez, 2024).

Biorrefinerías

Las biorrefinerías son instalaciones industriales que transforman de manera sostenible la biomasa en una variedad de productos valiosos, como biocombustibles, productos químicos,

materiales y energía. Este enfoque permite aprovechar al máximo los componentes de la biomasa, reduciendo la dependencia de recursos fósiles y promoviendo la sostenibilidad (Ainia, 2023).

Bioenergía

La bioenergía es una forma de aprovechar los residuos orgánicos que normalmente se desechan, como las cascarras, los rastrojos o los restos de cosecha; en lugar de dejarlos perder, estos materiales pueden transformarse en energía útil, ya sea para cocinar, calentar espacios o incluso generar electricidad. Esta energía es considerada limpia, ya que proviene de la naturaleza y a diferencia de los combustibles fósiles, no contamina el ambiente. Además, representa una oportunidad para las comunidades rurales, porque les permite convertir lo que antes era un desecho en un recurso aprovechable que puede mejorar la calidad de vida y reducir costos (Bioenergy | Energy | Food And Agriculture Organization Of The United Nations, 2017).

Bioinformática

Es una disciplina científica interdisciplinaria que permite interpretar datos derivados de tecnologías de alto rendimiento, como lo es la secuenciación genética. Asimismo, la bioinformática en la agricultura aplica herramientas computacionales y técnicas de análisis de datos para mejorar la eficiencia y sostenibilidad en la agricultura. Combina conocimientos de biología, informática y estadística para gestionar grandes volúmenes de datos genómicos y fenotípicos de cultivos y ganado (Mercados, 2023).

Biología computacional

Es una disciplina científica interdisciplinaria la cual combina o se centra en desarrollar y aplicar modelos matemáticos, de biología, estadística y de informática para comprender y analizar sistemas biológicos complejos, como el crecimiento de cultivo bajo diversas condiciones ambientales. La finalidad de este concepto es utilizar herramientas de computación y algoritmos

para poder analizar y extraer información significativa de datos biológicos extensos, con el propósito obtener nuevos procesos vitales y como se interrelacionan (Universidad Europea, 2024).

Viabilidad financiera

La viabilidad financiera es la capacidad que tiene un negocio o proyecto de inversión para generar rentabilidad que aseguren mantener un flujo de caja favorable y contribuyen a alcanzar los objetivos económicos de dicho proyecto. Este concepto evalúa diferentes aspectos o indicadores que buscan comprobar si el proyecto o negocio es capaz de generar valor económico y minimizar riesgos financieros, de esta manera los indicadores utilizados son la tasa interna de retorno, el punto de equilibrio, el valor actual neto y la recuperación de inversión (Que Es la Viabilidad Financiera - FasterCapital, 2025).

Capítulo 3

3 Metodología

3.1 Paradigma

El paradigma interpretativo es un enfoque metodológico que busca comprender como las personas interpretan y dan sentido a su entorno (Ruiz, 2013). En este sentido, el proyecto está orientado bajo el paradigma interpretativo, puesto que abarca las dinámicas económicas, ambientales, y sociales que influyen en el funcionamiento del sector arrocero en el municipio de Aguachica-Cesar. De este modo, este paradigma permite analizar cómo los productores, las asociaciones, instituciones y comunidades construyen y participan en la cadena de valor del arroz, al igual que su potencial para transformar y evolucionar hacia un modelo más sostenible fundamentado en principios de bioeconomía.

El tipo de razonamiento que orienta esta investigación es inductivo, porque parte de la lectura y análisis de documentos para construir una comprensión general sobre la cadena de valor del arroz en Aguachica-Cesar. A través de la revisión documental se estudian informes técnicos, artículos científicos y fuentes institucionales que aportan información sobre sostenibilidad, bioeconomía y producción agrícola. Este enfoque permite el conocimiento surja de la observación y el análisis de la información existente, sin imponer teorías previas. Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2022) explican que el razonamiento inductivo se apoya en la identificación de regularidades dentro de los datos, lo cual facilita proponer conclusiones que reflejan la realidad observada.

El uso de este tipo de análisis resulta apropiado porque el estudio busca no comprobar

hipótesis, la revisión de fuentes escritas permite reconocer patrones, tendencias y aportes teóricos que ayudan a explicar cómo la cadena de valor puede fortalecerse bajo principios de sostenibilidad. De acuerdo con Flick (2015), el análisis de documentos es una herramienta que posibilita interpretar significados y contextos sociales presentes en los textos, brindando una visión amplia y reflexiva del fenómeno estudiado. Gracias a esta estrategia se logra una base conceptual que orienta las propuestas del proyecto y respalda el desarrollo sostenible del cultivo de arroz de la región.

3.2 Tipo de investigación

Enfoque

El estudio se desarrollará bajo un enfoque cualitativo, dado que busca comprender y analizar la cadena de valor del sector arrocero en Aguachica-Cesar desde una perspectiva sostenible, considerando los principios de bioeconomía. Además, este método permitirá explorar las percepciones, prácticas y estrategias de los involucrados en la producción, transformación y comercialización del arroz.

Alcance

El estudio será de carácter descriptivo y exploratorio, ya que busca caracterizar detalladamente la estructura actual de la cadena de valor del arroz en la región, que permitirá identificar los actores claves, sus funciones y las interacciones existentes dentro del proceso de producción de arroz y de esta manera se busca evaluar las oportunidades y desafíos al integrar los principios de bioeconomía de esta cadena de valor, con el objetivo de mejorar la sostenibilidad ambiental, económica y social. Se espera que, al aplicar este método, se logre entender cómo las prácticas de bioeconomía pueden optimizar el uso de recursos biológicos renovables, reducir el

impacto ambiental y promover el desarrollo sostenible en el sector arrocero local.

3.3 Diseño de investigación

Tipo de estudio

Durante la etapa de ejecución no fue posible realizar los talleres participativos que se habían previsto con los actores del sector arrocero, debido a la baja asistencia y limitaciones de tiempo. Por esta razón, se ajustó el diseño metodológico y se optó por emplear una revisión documental como técnica principal, por lo que este cambio permitió analizar informes institucionales, estudios académicos y documentos oficiales que aportaron información sobre la cadena de valor y la aplicación de principios de bioeconomía en el cultivo de arroz. Según Hernández-Sampieri-Fernández-Collado y Baptista (2022), la revisión documental es un procedimiento válido en investigaciones cualitativas, ya que facilita el análisis sistemático de fuentes secundarias para comprender un fenómeno cuando no es posible acceder directamente a los participantes. De igual manera, Flick (2015) señala que el estudio de documentos ofrece una visión amplia de los contextos sociales y económicos, permitiendo construir conclusiones fundamentales en evidencias verificables.

3.4 Hipótesis

Hipótesis nula (Ho)

La implementación de una cadena de valor sostenible bajo principios de bioeconomía en el sector arrocero de Aguachica-Cesar no optimiza la eficiencia productiva, ni el rendimiento financiero y no reduce el impacto ambiental del proceso agrícola.

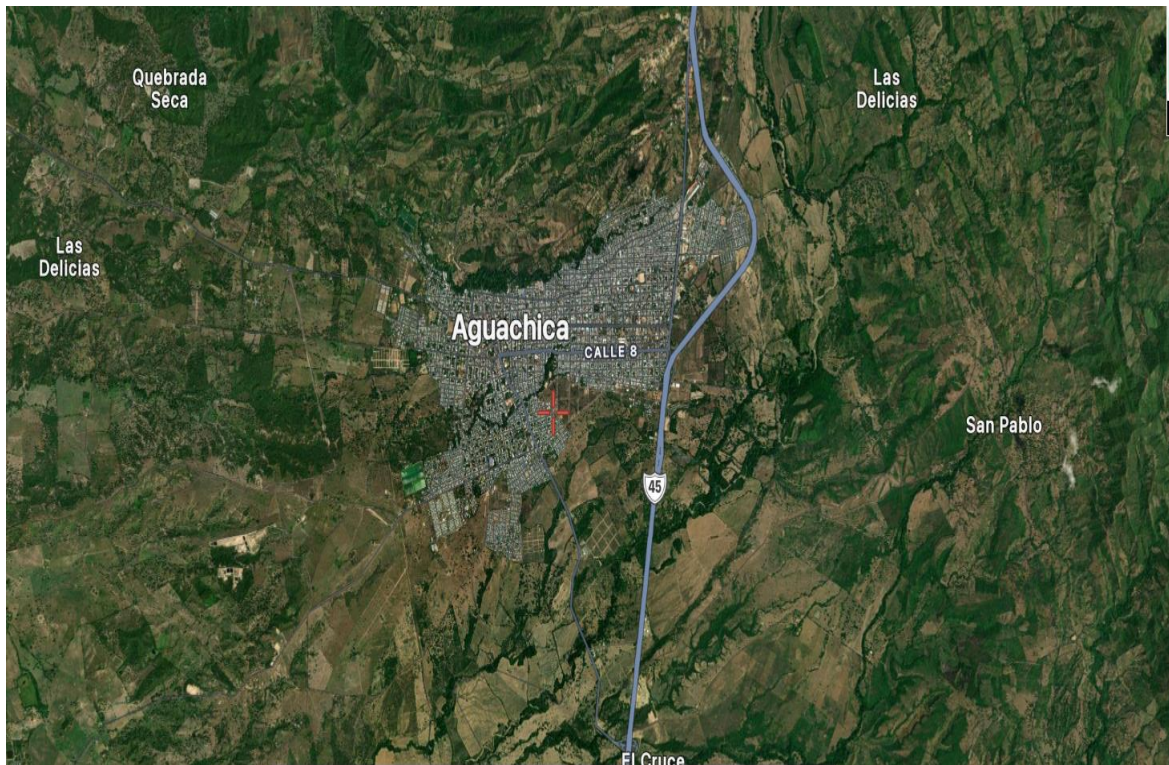
Hipótesis alternativa (H1)

La implementación de una cadena de valor sostenible bajo principios de bioeconomía en el sector arrocero de Aguachica-Cesar optimiza la eficiencia productiva, el rendimiento financiero y disminuye el impacto ambiental del proceso agrícola.

3.5 Área de localización de estudio

El presente proyecto se desarrollará en el municipio de Aguachica, ubicado al sur del departamento del Cesar, en la región caribe de Colombia, el cual se destaca por ser un importante centro agrícola y comercial, con una ubicación estratégica que lo convierte en un punto de conexión fundamental para el desarrollo económico regional. Entre sus principales actividades productivas, el cultivo de arroz ocupa un lugar crucial, tanto por su impacto económico como por el número de familias que dependen de esta actividad (Chomon, 2023).

Figura 1. *Mapa satelital del municipio de Aguachica, Cesar-Colombia (2025)*



Nota. Satélites.pro (2025)

3.6 Población y muestra

En el marco de este proyecto, se integran un total de 30 personas relacionadas al proceso productivo y del sector arrocero en Aguachica-Cesar, las cuales serán los participantes activos en el taller participativo programado. Esta población estará conformada por agricultores, representantes de asociaciones o cooperativas, técnicos agropecuarios y actores locales que participan activamente en la cadena de valor que va desde la siembra hasta la comercialización. En este contexto, la participación de los 30 actores será de gran importancia para poder identificar y reconocer los procesos productivos actuales y así mismo validar la viabilidad de las estrategias de bioeconomía planteadas (Arias-Gómez et al., 2016).

3.7 Fuentes de información

Para el desarrollo de este proyecto se emplearán tanto fuentes primarias como secundarias. Las fuentes primarias se obtendrán mediante talleres participativos con productores y actores del sector arrocero de Aguachica-Cesar, con el fin de recoger experiencias, percepciones y propuestas directamente de este sector. Las fuentes secundarias, por su parte, se recopilarán principalmente mediante búsquedas en Google Académico y portales institucionales como MinAgricultura, DANE y Fedearroz, lo que permitirá acceder a artículos científicos, informes técnicos y documentos especializados que sirvan de respaldo teórico al proyecto (Cómo Hacer Tu Primer Trabajo de Investigación, 2020).

Tabla 2. Fuentes de información

Objetivo	Técnica	Fuente
Identificar los procesos productivos contribuyentes del sector arrocero de Aguachica-Cesar.	Talleres participativos	Primaria: testimonios de productores locales y actores de la cadena de valor.
Establecer la ruta de desarrollo de la bioeconomía para la cadena de valor del sector.	Revisión documental y análisis de experiencias	Secundarias: artículos científicos, investigaciones y estudios sobre casos de bioeconomía.
Evaluar la viabilidad financiera de la nueva estructura de producción para el sector arrocero de Aguachica-Cesar, bajo principio de Bioeconomía.	Análisis documental y revisión de indicadores financieros	Fuentes secundarias: estudios financieros, reportes de viabilidad y bases estadísticas.
Construir una cadena de valor en la producción del sector arrocero de Aguachica-cesar, bajo principios de Bioeconomía.	Talleres participativos y sistematización de información	Fuentes primarias y secundarias: Combinación de experiencias locales y evidencia documental especializadas.

Técnica

Para el desarrollo del proyecto se emplearon dos técnicas: la Revisión Documental y las Dinámicas de grupo. Por un lado, la revisión documental es una técnica de investigación cualitativa que se enfoca en el análisis, identificación, selección y articulación de datos en relación con el objeto de estudio (Reyes-Ruiz & A, 2020). Esta técnica es fundamental para el desarrollo del proyecto, ya que permite recopilar y analizar información relevante sobre el sector arrocero extraída de investigaciones académicas, informes técnicos, artículos especializados y bases de datos estadísticos; a partir de ello, brinda una base sólida para comprender las variables productivas, económicas, ecológicas y sociales que influyen en el progreso del sector arrocero de

Aguachica-Cesar, lo que facilita la identificación de experiencias, estrategias y propuestas que pueden ser adaptadas al contexto regional.

Por otro lado, las dinámicas de grupo son actividades diseñadas para promover la interacción, colaboración y comunicación entre los integrantes. Además, estas actividades fomentan la participación, lo que fortalece la confianza mutua y potencia la creatividad en un trabajo cooperativo (Choya, 2024). En el marco de este proyecto, se optó específicamente por los talleres participativos como técnica principal dentro de las dinámicas de grupo. En estos espacios, los actores del sector arrocero, como productores, técnicos, transportadores, comercializadores y otros participantes clave, se reúnen para debatir, compartir experiencias y proponer soluciones en torno a la cadena de valor, identificando conjuntamente desafíos y oportunidades para construir propuestas sostenibles basadas en principios de bioeconomía.

Instrumento

Este proyecto tiene como instrumento la metodología de talleres participativos, el cual es un documento técnico que cuenta con 6 puntos o etapas, por medio del cual este permite la interacción directa con los actores locales de la cadena del arroz, y está diseñado para impulsar la reflexión colectiva y el intercambio de conocimientos con estos actores (Alpízar, 2016). De esta manera, el taller participativo tiene una duración de 3 horas y se encuentra estructurado en 7 etapas, las cuales son la bienvenida, la contextualización del proyecto, la explicación metodológica, el trabajo en grupos, la socialización de resultados, la plenaria y, por último, el cierre del taller. Asimismo, el taller estará conformado por una muestra de 24 personas, en donde se incluyen los productores de arroz, los representantes de cooperativas, técnicos agropecuarios, jóvenes rurales interesados en el cultivo, y actores institucionales del sector agropecuario y ambiental.

El taller será organizado en 5 mesas temáticas, en las cuales cada una corresponde a un

eslabón de la cadena de valor, en donde en la mesa 1 participarán los productores, en la mesa 2 participarán las personas del sector industrial, la mesa 3 corresponde a los comercializadores, la mesa 4 participarán los transportadores, y en la mesa 5 estarán los consumidores finales. Todo esto con el fin de obtener las percepciones y aportes desde cada rol de la cadena. También, durante el desarrollo del taller se trabajarán 6 preguntas clave que permitirán reconocer los desafíos actuales en el sistema productivo. La información recopilada se realizará de forma manual a través de materiales como cartulinas o papel bond y notas adhesivas, apoyado con registros fotográficos y observaciones de los facilitadores.

3.8 Procedimiento

El desarrollo de este proyecto se organizará en 5 fases, que facilitaran avanzar de manera ordenada y participativa en la construcción de una propuesta de cadena de valor sostenible para el sector arrocero de Aguachica-Cesar (Yáñez-Díaz et al., 2022). En la primera fase, se llevará a cabo el planteamiento y el diagnóstico entre febrero y abril en esta fase se llevó a cabo el planteamiento del problema, asimismo, se redactó el capítulo 1 del proyecto, en donde se elaboró la introducción, la formulación de los objetivos y las delimitaciones, a su vez, se realizó una revisión documental sobre el sector arrocero del municipio de Aguachica-Cesar y las prácticas aplicables de la bioeconomía y también se definió la metodología del proyecto, integrando el diseño del instrumento de la recolección de información.

Asimismo, en la fase 2 se llevará a cabo el primer objetivo específico la cual es la identificación de procesos productivos entre febrero y abril. Durante esta fase se realizó una exhaustiva revisión documental, en la que se recopilará información académica, técnica y estadística vinculada con el cultivo de arroz, la bioeconomía y experiencias exitosas en la cadena de valor; por su parte, se elaborará el instrumento para la recolección de datos con el fin de

identificar los desafíos y oportunidades, y, a su vez, se hará un análisis de la información recolectada.

Durante la fase 3, se realizará el segundo objetivo específico entre abril y junio, en donde se identificarán las prácticas de bioeconomía aplicables al sector arrocero del municipio de Aguachica-Cesar, también, se llevará a cabo el taller participativo con 24 actores locales de la cadena de valor, seguidamente, se realizará el diseño preliminar de la ruta de bioeconomía, el cual posteriormente será revisado y ajustado por los expertos en el sector.

A continuación, la fase 4, que se desarrollará entre julio y septiembre, estará enfocada en la evaluación de la viabilidad financiera de la nueva estructura productiva diseñada en las etapas anteriores. En esta fase se recogerán datos económicos del proceso productivo actual, tales como costos, ingresos, márgenes y precios de mercado, para posteriormente estimar los costos e ingresos del modelo sostenible propuesto y realizar el análisis financiero aplicando indicadores como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el punto de equilibrio, resultados que serán validados con expertos y productores para garantizar su aplicabilidad.

Finalmente, la fase 5, que se llevará a cabo entre agosto y octubre, estará orientada a la construcción de la cadena de valor sostenible y a la socialización de los resultados del proyecto. Con base en los hallazgos productivos, económicos y ambientales obtenidos en las fases anteriores, se consolidarán los resultados, se diseñará la nueva cadena de valor sostenible para el sector arrocero, definiendo claramente los eslabones, roles y responsabilidades de los actores involucrados y luego se procederá con la redacción del informe final del proyecto, la formulación de recomendaciones estratégicas y la socialización de los resultados ante las comunidades rurales, asociaciones agrícolas e instituciones locales para promover su apropiación e implementación.

3.9 Consideraciones éticas

Este proyecto cumple con principios éticos tanto en la recolección de información documental como en el trabajo de campo. En la fase de revisión documental, se garantizará el respeto a la propiedad intelectual, reconociendo debidamente a los autores consultados mediante una correcta citación en normas APA 7.^a edición, evitando cualquier forma de plagio o uso indebido de la información (Maydeline & María, 2024). Se procurará utilizar fuentes confiables, académicas e institucionales y actualizadas, dando uso responsable al conocimiento existente. En cuanto a las fuentes primarias, como los talleres participativos, la participación será voluntaria, libre e informada, para lo cual a cada autor se le explicará el propósito del proyecto y se solicitará su consentimiento previo, ya sea verbal o por escrito. Toda la información será tratada de forma confidencial y solo se usará con fines académicos, promoviendo un ambiente respetuoso y colaborativo donde se valore el aporte de cada uno de los participantes.

Tabla 3. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	PLAN DE ACCIÓN								
	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
Planteamiento del problema									
Capítulo 1 del proyecto									
Marco referencial									
Metodología									
Objetivo 1: Identificación de los procesos productivos									
Revisión documental sobre procesos productivos del arroz									
Elaboración de instrumento para la recolección de datos									
Análisis de la información recolectada									
Objetivo 2: Establecer la ruta de desarrollo de la bioeconomía									
Identificación de prácticas de bioeconomía aplicables al sector arrocero									
Talleres participativos con los agricultores									
Diseño preliminar de la ruta de bioeconomía									
Revisión técnica y ajuste con la ayuda de expertos									
Objetivo 3: Evaluación de la viabilidad financiera de la nueva estructura									
Recolección de datos económicos del proceso productivo									
Estimación de costos, ingresos y del modelo sostenible									
Análisis financiero									
Validación con expertos y productores									
Objetivo 4: Construcción de la cadena de valor sostenible									
Consolidación de resultados productivos, ecológicos y financieros									
Diseño final de la cadena de valor sostenible									
Redacción del informe final del proyecto									
Recomendaciones finales									
Socialización de resultados									

Capítulo 4

Identificar los procesos productivos contribuyentes del sector arrocero de Aguachica-Cesar.

El cultivo de arroz en Aguachica-Cesar, se desarrolla en una zona con condiciones naturales bastante favorables, el clima es cálido, con temperaturas que rondan entre los 26 y 35 grados centígrados y una altitud de unos 160 metros sobre el nivel del mar. Los suelos son franco-arcillosos y arcillosos, ideales para retener humedad y aprovechar los sistemas de riego, sobre todo las áreas planas del valle del río Magdalena, las veredas Buturama, la Loma de Corredor, Barranca de Lebrija, El Juncal y La Estación son las más conocidas por su actividad arrocera y acceso a fuentes de agua. La producción de este cereal es una de las principales actividades agrícolas del municipio, con rendimientos cercanos a 6 toneladas por hectárea, según datos de Fedearroz (2024). Esta entidad también resalta que Aguachica-Cesar, hace parte de la zona norte del Cesar donde se ha implementado el modelo AMTEC, el cual busca un uso más racional del agua, los insumos y la maquinaria favoreciendo una producción más eficiente.

En cuanto a las empresas productoras, en Aguachica operan empresas relevantes para la cadena del arroz que deben considerarse como actores claves. Por ejemplo, la empresa Molinos Vesga S.A.S, la cual se dedica al procesamiento y comercialización del arroz “Arroz Sandino” y promueve la integración con los agricultores locales. Por otro lado, la seccional local de la Federación de Arroceros- Fedearroz en Aguachica abarca productores de varios municipios como Arenal, Curumaní, Gamarra, La Gloria, Pailitas, Pelaya, Regidor y Tamalameque, lo que permite articular asociaciones y cooperativas que participan en la producción y comercialización del cereal. Estos actores serán esenciales para el diseño de la cadena de valor sostenible (Fedearroz, 2021).

La producción del arroz comprende un conjunto de etapas y técnicas agrícolas que permiten transformar la tierra y los insumos en un alimento fundamental para millones de personas, ya que este proceso consta de nueve etapas, comenzando con:

Selección del terreno

Elegir el terreno es esencial para que el cultivo de arroz tenga éxito. En esta etapa se prefiere elegir suelos planos y bajos, que tengan buena retención de agua y que sea fácil o tenga acceso a fuentes hídricas, por ende, es esencial analizar las características del suelo como lo es su textura, su pH y el contenido de materia orgánica para asegurar condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo (Wikifarmer, 2025).

Preparación del terreno

La segunda etapa consiste en la preparación del terreno, la cual busca eliminar restos de cultivos anteriores, malezas, piedra y otros residuos que puedan interferir con el laboreo del suelo. Esta etapa se puede realizar de forma manual o mecánica, utilizando herramientas tradicionales o maquinarias agrícolas como lo son los tractores con rastras o palas (Wikifarmer, 2025). Asimismo, luego de haber seleccionado el terreno, se procede a la preparación de este las cuales incluyen varias labores o etapas:

Figura 5. Preparación húmeda

PREPARACIÓN DEL TERRENO

Preparación húmeda

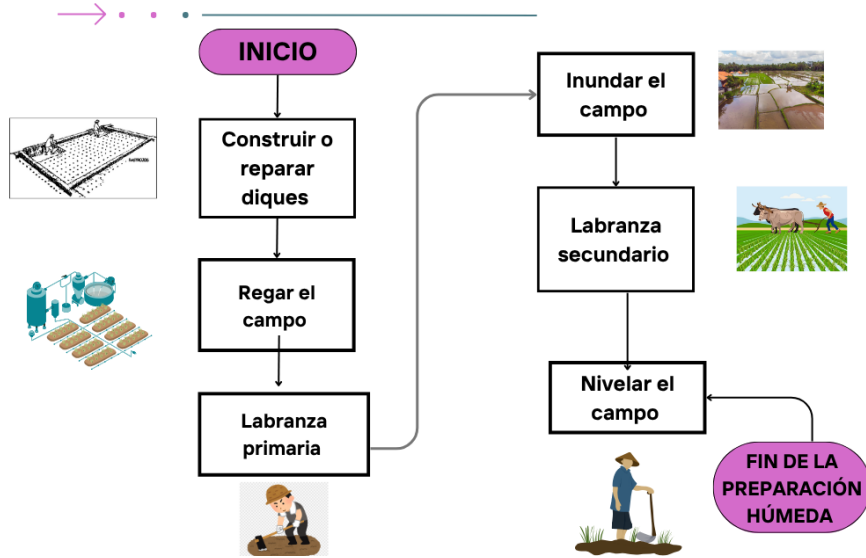
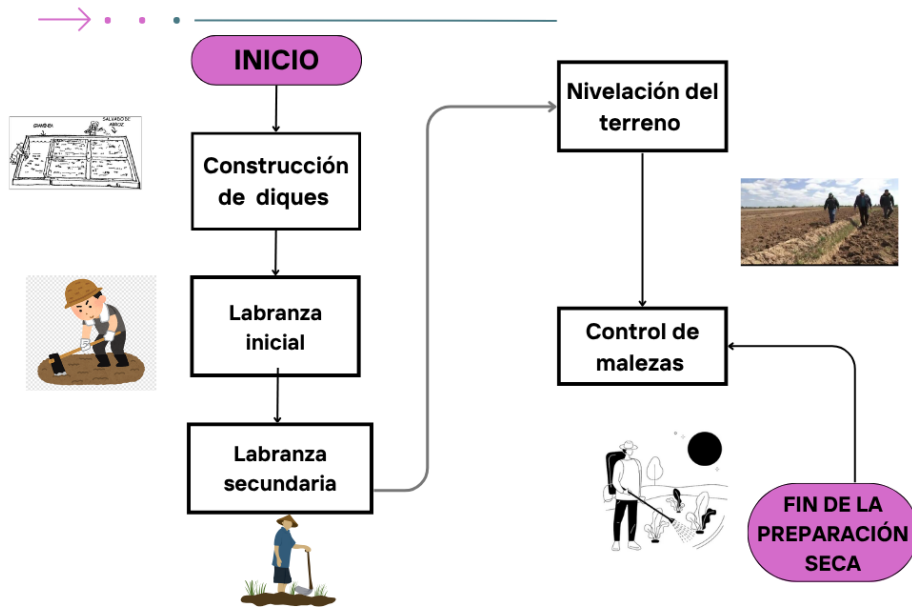


Figura 9. Preparación seca

PREPARACIÓN DEL TERRENO

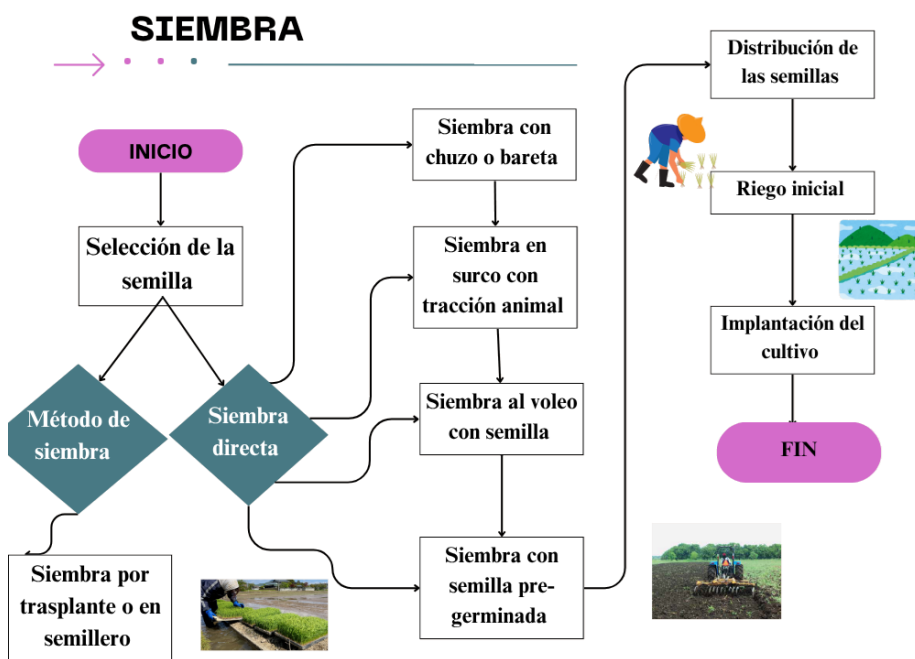
Preparación seca



Siembra

Esta etapa constituye una de las fases más importantes para el éxito del cultivo, debido a que de ella influye directamente el correcto desarrollo de las plantas y en la productividad de la cosecha. De esta manera, este proceso comprende una serie de actividades técnicas y prácticas que han sido adoptadas por los agricultores según su experiencia basada en su saber empírico, los recursos disponibles y las condiciones locales del clima y el suelo (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria [DICTA], 2003).

Figura 13. Siembra

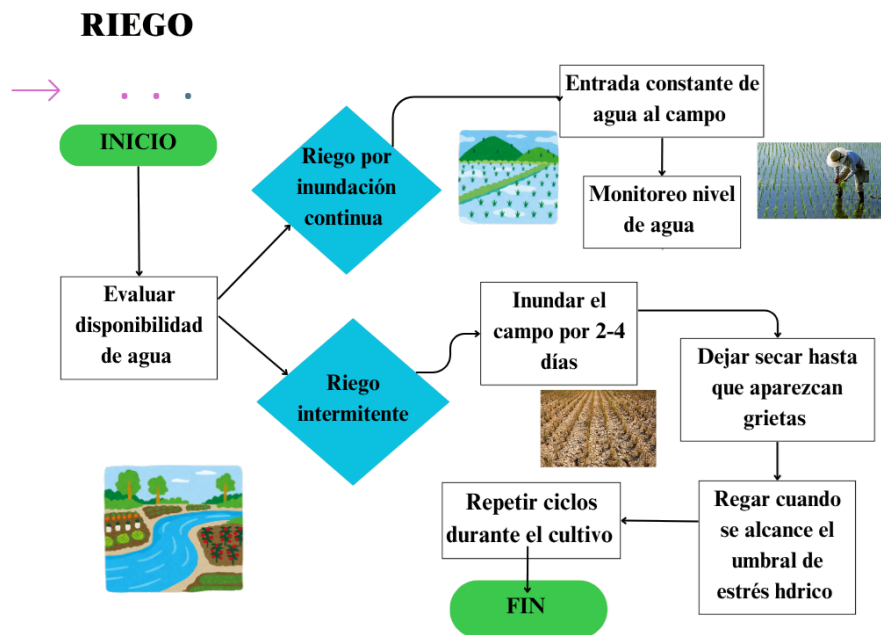


Riego

Este proceso o etapa representa una de las prácticas agronómicas más importantes y esenciales en el cultivo, especialmente en zonas como Aguachica, Cesar donde las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua limitan significativamente el rendimiento del cultivo de arroz. Por ende, esta actividad es fundamental dentro del sistema productivo y tiene como finalidad mantener la humedad adecuada en el suelo a lo largo de las diferentes fases fenológicas del arroz,

garantizando un desarrollo óptimo de las plantas (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria - INIAP, 2023).

Figura 17. Riego

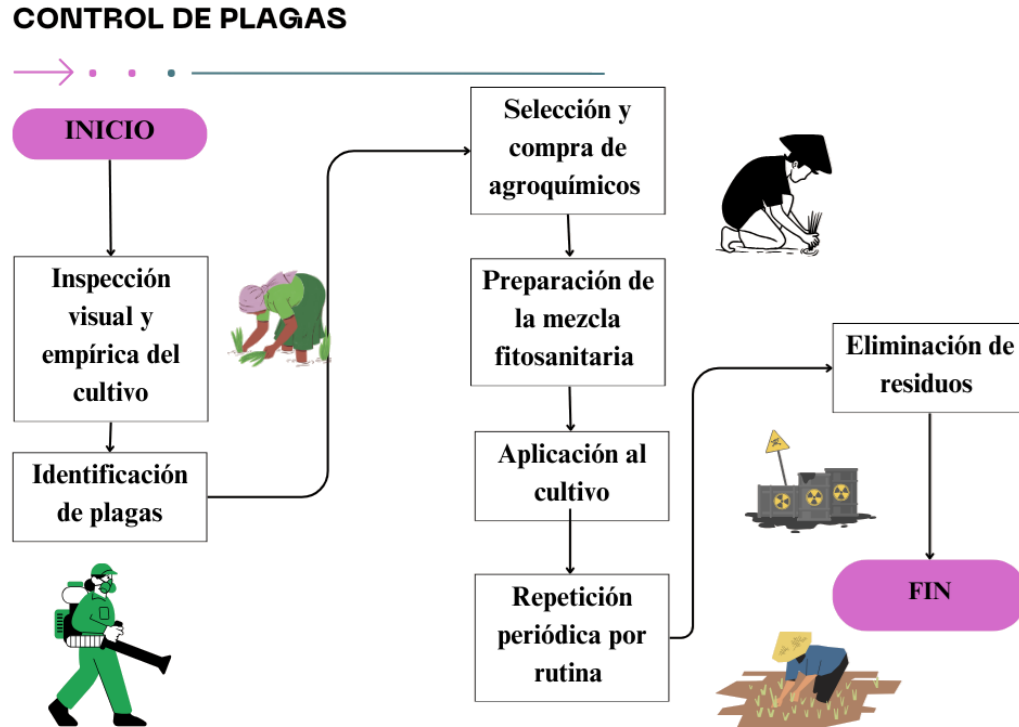


Control de plagas

En los sistemas agrícolas tradicionales dedicados al cultivo de arroz, el control de plagas ha sido históricamente manejado con base en el uso intensivo de productos químicos, practica que, adoptada ampliamente desde mediados del siglo XX, ha buscado garantizar la productividad del cultivo mediante la erradicación de insectos, hongos o microorganismos que afecten la planta. Entre las plagas más comunes se encuentran el gusano cogollero (*Spodoptera frujiperda*), la chinche de arroz (*Tibraca limbativentris*) y los barrenadores del tallo, todas capaces de provocar perdidas considerables si no se controlan (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2022).

El proceso tradicional de control de plagas en arroz generalmente incluye:

Figura 21. Control de plagas



En Aguachica-Cesar, muchos agricultores de arroz aún dependen exclusivamente de métodos químicos para controlar las plagas y la mayoría carece de asistencia técnica, por lo que el diagnóstico se basa en la conservación y la experiencia. Entre los productos más usados están los insecticidas sintéticos que se aplican de forma general, sin considerar el umbral económico de daño o el estado del cultivo (Infoagro & Infoagro, 2021).

El proceso tradicional de control de plagas en arroz en Aguachica-Cesar.

1. Inspección visual del cultivo
2. Identificación basada en experiencia
3. Compra de plaguicida en agrocomercio
4. Preparación empírica de la mezcla

5. Preparación sin protección adecuada

6. Repetición por rutina

7. Desecho inadecuado de envases

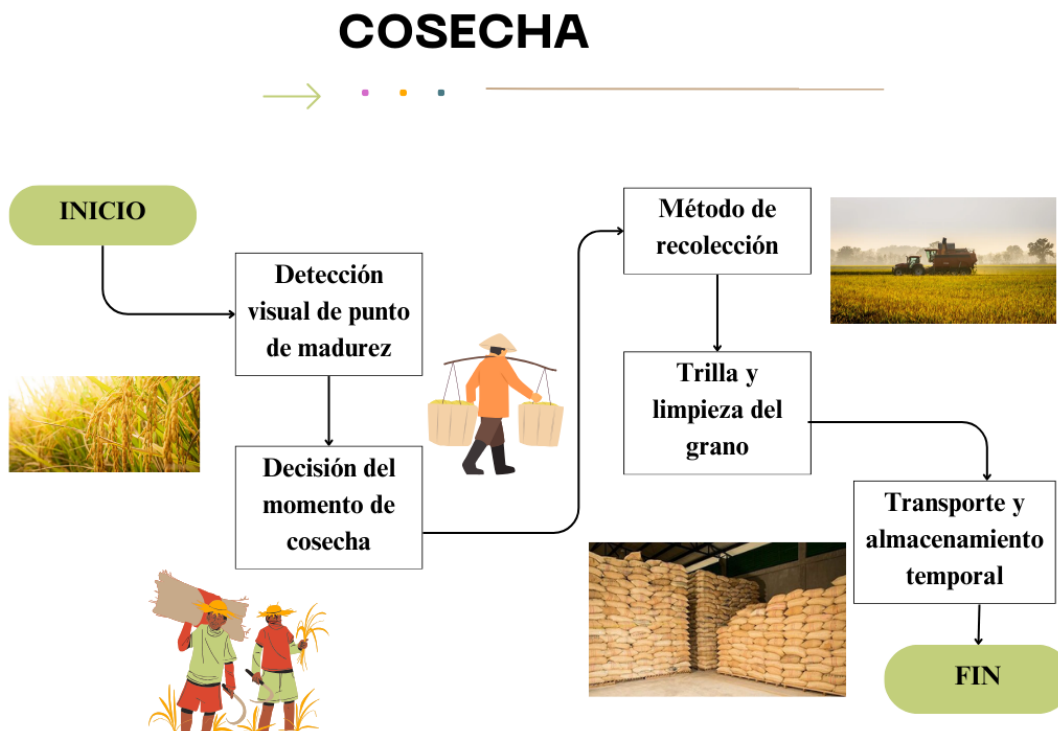
Cosecha

La cosecha es uno de los momentos más esperados por los agricultores; representa el cierre del ciclo productivo y el resultado de meses de trabajo. Sin embargo, si no se realiza en el momento adecuado o con las herramientas correctas, pueden generarse pérdidas en cantidad y calidad. En el sistema tradicional, la cosecha se hace principalmente con mano de obra local, herramientas básicas o maquinaria sin calibración técnica, lo que puede provocar pérdidas mecánicas, alta humedad en el grano o daño físico al arroz (Agropinos, 2021).

En Aguachica-Cesar, la cosecha del arroz se realiza principalmente con prácticas tradicionales basadas en la experiencia del productor y en la disponibilidad de mano de obra o maquinaria. Aunque algunos agricultores han accedido a tecnologías básicas, muchos aún dependen de métodos manuales o equipos alquilados sin calibración, la falta de infraestructura adecuada para la trilla, el transporte y el almacenamiento genera pérdidas frecuentes en calidad y cantidad del grano. Esto afecta directamente los ingresos del productor y la sostenibilidad del sistema (Fedearroz, 2021).

1. Observación empírica de la madurez del grano
2. Cosecha manual o maquinaria alquilada
3. Pérdidas por condiciones climáticas o falta de personal
4. Trilla improvisada
5. Transporte en costales y almacenamiento básico.

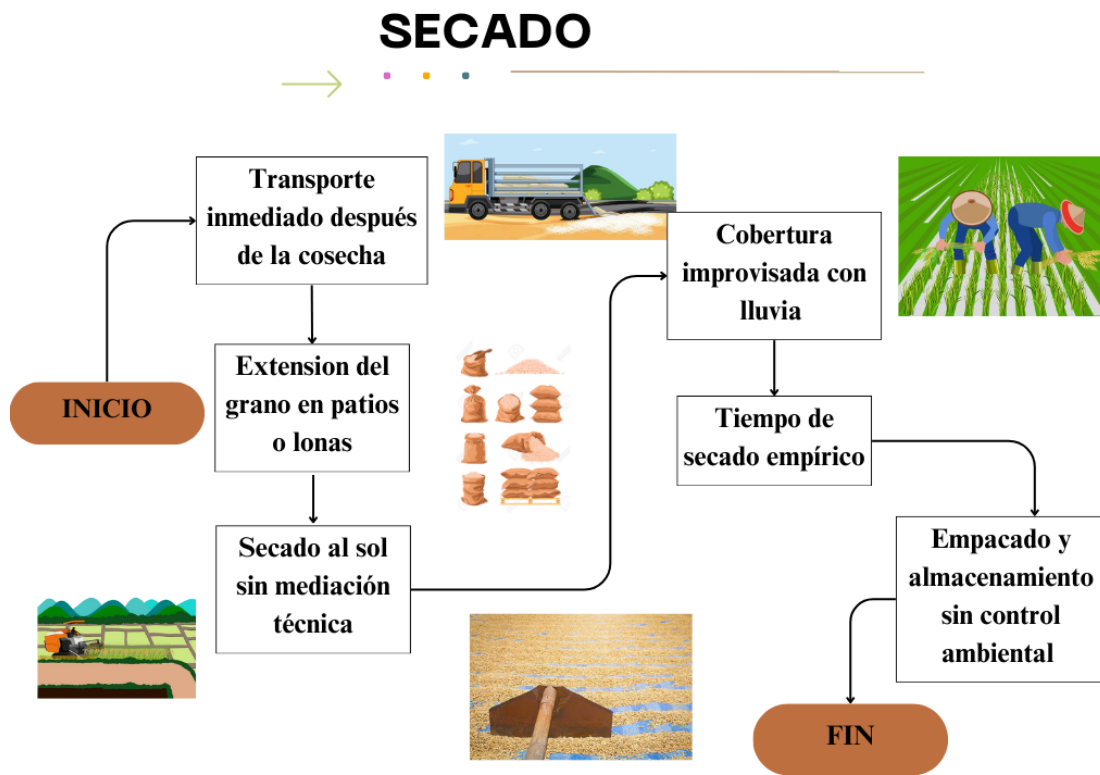
Figura 25. Cosecha



Secado

El secado es un paso crucial tras la cosecha, ya que permite evitar la fermentación, la aparición de hongos y asegurar la calidad del arroz para el almacenamiento o venta; en los sistemas tradicionales, este proceso se realiza de forma artesanal, aprovechando el sol y superficies improvisadas sin control de humedad ni temperatura, lo cual resulta práctico para pequeños productores, aunque también provoca pérdidas significativas por mal manejo (FAO, 2020).

Figura 29. Secado



En el municipio de Aguachica-Cesar, el secado del arroz suele realizarse al sol, mediante métodos artesanales. Los productores utilizan patios, lonas o incluso el suelo directamente, una práctica común y económica, aunque la falta de control sobre la humedad y la limpieza puede comprometer la calidad del grano (Wikifarmer, 2023).

1. Traslado del grano en costales sobre camiones, motos o bestias
2. Secado al sol en patios de cemento o tierra apisonada
3. Rotación manual del grano con pala o escobas de palma
4. Cobertura improvisada o recogida parcial
5. Verificación visual o táctil del secado
6. Almacenamiento en costales de fique o polipropileno

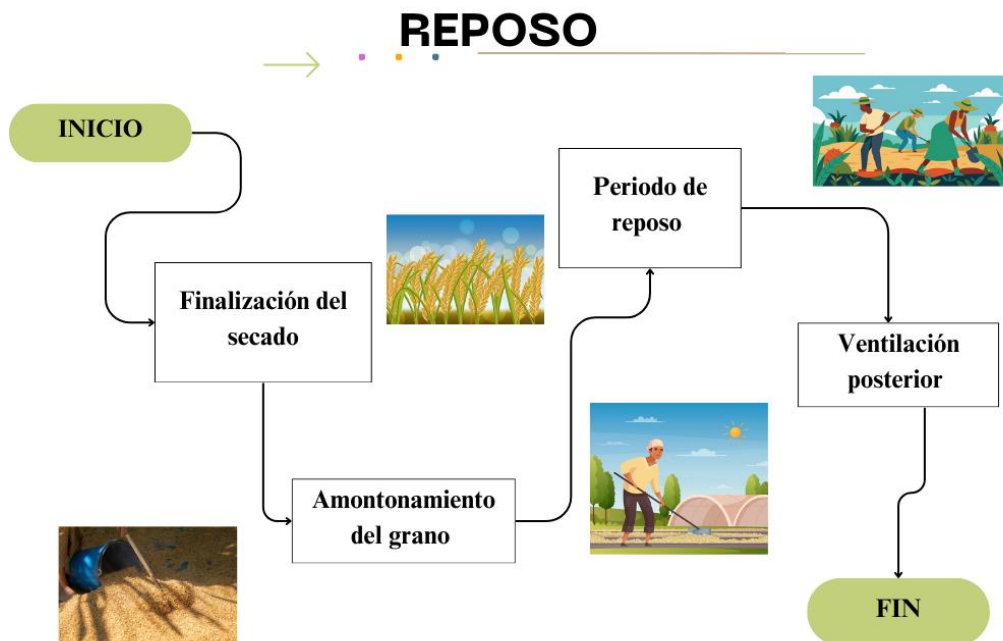
Con apoyo técnico o por iniciativa propia, algunos productores de Aguachica-Cesar han empezado a transformar sus prácticas de secado del arroz, usando lonas limpias, patios techados y controlando mejor la humedad, adoptando prácticas más limpias y responsables (Agrosavia, 2023).

1. Recolección y traslado inmediato tras la cosecha
2. Secado en lonas limpias o plataformas elevadas
3. Uso de sombra parcial o malla para regular temperatura
4. Asistencia técnica para medir la humedad
5. Secado en horarios específicos
6. Reutilización de paja y residuos

Reposo

Después del secado, el arroz necesita un tiempo de reposo para equilibrar su humedad interna y temperatura, en un proceso conocido como “tempering”, crucial para evitar fisuras en el grano y garantizar su calidad durante el almacenamiento. En los métodos tradicionales, esta etapa se lleva a cabo de forma empírica, sin herramientas específicas y se basa en la experiencia del agricultor (Abadía & Bartosik, 2013).

Figura 31. *Reposo*



En Aguachica- Cesar, los productores de arroz siguen prácticas tradicionales para el reposo del grano, después del secado al sol, el arroz se deja en reposo en patios o áreas sombreadas, confiando en las condiciones climáticas locales y la experiencia adquirida a lo largo de los años (FAO, 2019).

1. Secado al sol
2. Reposo en sombra
3. Tiempo de reposo
4. Preparación para almacenamiento

Proceso de transformación del grano

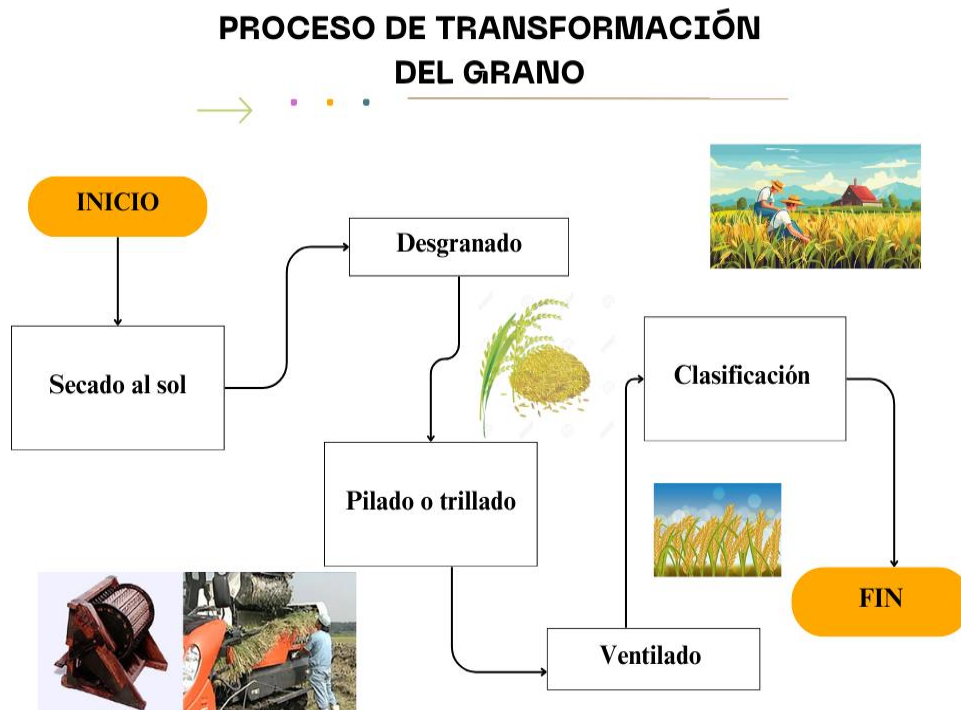
En las comunidades rurales, la transformación del arroz se realiza mediante métodos tradicionales que han sido transmitidos de generación de generación. Estos métodos, aunque laboriosos, permiten obtener arroz listo para el consumo sin necesidad de maquinaria moderna

(Baquero, 2024).

En el contexto rural de Aguachica-Cesar, aún se conservan métodos tradicionales para la transformación del arroz, adaptados a las condiciones locales y representativos de la riqueza cultural y la residencia de su comunidad agrícola (Wikifarmer, 2023).

1. Secado al sol
2. Desgranado manual
3. Pilado en mortero
4. Ventilado manual
5. Selección y almacenamiento

Figura 10. *Proceso de transformación del grano*



Establecimiento de la ruta de desarrollo de la bioeconomía para la cadena de valor del sector.

En territorios como Aguachica-Cesar, donde la actividad agrícola forma parte esencial de la vida y el sustento de muchas familias, repensar la forma en que se producen y utilizan los recursos se vuelve prioritario, ya que la bioeconomía representa una alternativa que no solo promueve la sostenibilidad, sino que también integra la innovación con las prácticas tradicionales. Por ello, trazar una ruta de desarrollo para este enfoque permite reconocer oportunidades que fortalezcan la cadena de valor del sector, al tiempo que impulsan el bienestar de las comunidades y la protección del entorno que las rodea (FAO, 2021).

En esta ruta de desarrollo para el sector arrocero de Aguachica-Cesar bajo los principios de bioeconomía, se incorporarán varias líneas técnicas: por un lado, la maquinaria y los equipos modernos como tractores nivelados con sistema láser, rastras y taipas para preparar el terreno, sembradoras de precisión, cosechadoras/arrocadoras adaptadas a suelos húmedos, motobombas y sistemas de riego tecnificados, secadoras de arroz y equipos de limpieza y almacenamiento del grano y por otro lado los insumos amigables con el entorno, tales como biofertilizantes, microorganismos que mejoran la estructura del suelo, variegades de arroz genéticamente mejoradas para menor uso plaguicidas y sistemas de monitoreo digital (drones, sensores de humedad, GPS) que optimizan el uso del agua y otros recursos. La implementación de estos elementos técnicos permitirá optimizar cada eslabón de la cadena de valor del arroz desde la preparación del terreno hasta el procesamiento, reduciendo residuos, costos y daños ambientales y favoreciendo una producción más competitiva, resiliente y sostenible (Fedearroz, 2024).

Figura 11. Rutas de la bioeconomía en ALC.

Elementos relevantes	Rutas para el desarrollo de la bioeconomía en ALC identificadas por ALCUE-KBBE (Hodson,2015)						Otras rutas		
	Recursos de biodiversidad	Servicios ecosistémicos	Ecointensificación	Aplicaciones biotecnológicas	Biorrefinerías y bioenergía	Eficiencia de las cadenas de valor	Bio-manufactura	Biomedicina, medicina genómica	Bioinformática, biología computacional
Recursos genéticos				XXX				XXX	XXX
Microorganismos				XXX	XXX		XXX	XXX	XXX
Biodiversidad silvestre	XXX	XXX		XXX				XXX	XXX
Biomasa		XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX		XXX
Desechos biológicos			XXX	XXX	XXX	XXX			XXX
Suelo			XXX			XXX			XXX
Agua			XXX			XXX			XXX
Sistemas productivos sostenibles de base biológica									
Agricultura, ganadería, forestaría, pesca y acuicultura sostenibles	Recursos genéticos Cultivos tradicionales Microorganismos	Agua, polinización, captura de CO ₂	Agricultura de precisión	Biotechnologías verde y azul Edición genética; biología sintética; Química verde	Cultivos energéticos Valorización de desechos	Reducción y recuperación de desechos	Materiales de construcción (e.g. madera) Productos de la industria forestal	Producción de bio-moléculas	Agricultura 4.0
Actividades económicas									
Materias primas agrícolas (División 01 de la CIIU)			Uso de bioinsumos agrícolas	Mejoramiento genético; Semillas y razas mejoradas	Valorización económica de residuos				Agricultura 4.0
Industria forestal: (División 02 de la CIIU)				Mejoramiento genético de especies forestales	Valorización económica de residuos		Productos derivados de la madera		Modelamiento forestal. <i>Big data</i> en ámbito forestal
Pesca y acuicultura: (División 03 de la CIIU)				Mejoramiento genético de especies acuícolas	Valorización económica de residuos				Modelamiento acuícola (e.g. pesquerías) <i>Big data</i> en acuicultura y pesquerías.

Nota. CEPAL (2019).

Ecointensificación

La ecointensificación es un modelo agrícola que busca más alimentos, pero haciéndolo de manera sostenible, es decir, logrando altos rendimientos sin agotar los recursos naturales ni deteriorar el ambiente. Se diferencia de la agricultura convencional porque no se basa en el uso excesivo de insumos químicos, si no aprovechar los procesos ecológicos del mismo sistema productivo, esto mejorar la salud del suelo mediante prácticas orgánicas, aprovechar mejor el agua, conservar la biodiversidad, diversificar los cultivos y usar las tecnologías.

Aplicada al cultivo de arroz en Aguachica-Cesar, la ecointensificación puede reflejarse en sistemas más eficientes para ahorrar agua, en el reciclaje de residuos de cosecha como abonos naturales, en la rotación con leguminosas que enriquecen el suelo y en el control de plagas con

bioplaguicidas o semillas resistentes. Con ello, los agricultores no solo logran cosechas más estables y rentables, sino que también disminuyen costos, protegen su entorno.

Aplicaciones biotecnológicas

La biotecnología aplicada al cultivo de arroz permite desarrollar variedades más resistentes a plagas, sequías y suelos salinos mediante técnicas como la edición genética, cosechas estables y de mejor calidad al tiempo que disminuye las pérdidas. De igual manera, hace posible enriquecer el grano con nutrientes, como en el caso del “arroz dorado” que aporta vitamina A, y favorece el uso de bioinsumos elaborados con bacterias y microorganismos que sustituyen fertilizantes y pesticidas, mejorando la salud del suelo y reduciendo la contaminación. En el contexto de Aguachica-Cesar, estas aplicaciones representan una oportunidad clave para que los productores fortalezcan su productiva y competitividad mientras reducen costos que adoptan prácticas sostenibles que protegen el medio ambiente e impulsan una cadena de valor más sólida y coherentes con los principios de bioeconomía (*Biotecnología*, 2022)

Biorrefinería

Las biorrefinerías juegan un papel fundamental, debido a que permite el aprovechamiento de los subproductos generados durante el proceso de la producción del arroz. Tradicionalmente la cadena de producción del arroz se ha enfocado en la obtención del grano como único producto final, dejando a un lado el aprovechamiento de una importante cantidad de residuos como lo es la paja, la cascarilla y el salvado de arroz, en donde estos suelen tener una baja explotación económica y ambiental. De esta manera, la incorporación de biorrefinerías en el arroz puede ser la cáscara que puede convertirse en bioenergía por medio de procesos de pirólisis o gasificación, por su parte, el salvado se puede utilizar para extraer aceites con alto contenido de antioxidantes o también transformarse en una materia prima para la elaboración de bioproductos en las industrias

alimentarias y cosméticas (Consejo Superior de Investigaciones Científicas [CSIC], 2022).

La construcción de una cadena de valor más sostenible requiere introducir tecnologías que promuevan un mayor aprovechamiento energético que reduzcan las emisiones contaminantes y permitan una operatividad multifuncional. Entre las alternativas tecnológicas sostenibles se destacan las cosechadoras de bajo consumo energético que reducen la compactación del suelo, junto con secadores de arroz eficientes que mejoran el rendimiento térmico y disminuyen el impacto ambiental, asimismo utilizar sistemas de trilla automatizados que reducen el desperdicio, molinos con recuperación de calor. La adopción de estas tecnologías no solo incrementa la eficiencia de los procesos productivos, sino que también fortalece la capacidad del sistema para adaptarse a condiciones climáticas adversas y a las fluctuaciones del mercado (Cruzito, 2025).

Bioinformática

La bioinformática es una herramienta que combina la informática con la biología para aprovechar grandes cantidades de datos genéticos, climáticos y del suelo con el fin de mejorar los cultivos. En el caso del arroz, esta disciplina permite identificar variedades más resistentes a plagas, enfermedades y sequías, además de orientar el uso eficiente de fertilizantes y agua según las condiciones del terreno.

Aplicada al cultivo de arroz en Aguachica-Cesar, la bioinformática se convierte en un apoyo clave para enfrentar los retos del clima variable y la vulnerabilidad del suelo. Con su uso, los productores podrían elegir semillas mejor adaptadas a la región, anticipar riesgos de plagas y planificar labores de siembra y cosecha con mayor precisión. Esto no solo elevaría la productividad, sino también reduciría los costos y promovería un manejo más sostenible, alineado, alineado con la transición hacia una cadena de valor agrícola que respete las dinámicas locales y los recursos naturales.

Viabilidad financiera

La viabilidad financiera en el sector arrocero de Aguachica-Cesar, resulta esencial para avanzar hacia una producción verdaderamente sostenible, ya que no trata únicamente de considerar los costos inmediatos, sino también de reconocer que prácticas basadas en bioeconomía, como el uso de biofertilizantes o el aprovechamiento de residuos, permiten reducir gastos a largo plazo mientras se mejora la productividad. Si, además se cuenta con el apoyo técnico adecuado y se facilita el acceso a financiamiento, entonces estas alternativas sostenibles pueden ser adoptadas sin que el productor vea comprometida su estabilidad económica, lo cual fortalece tanto su competitividad como su bienestar a futuro (Elías et al., 2020).

Asimismo, el uso de maquinaria sostenible fortalece esta viabilidad financiera, ya que permite optimizar recursos, reducir costos operativos y mejorar la eficiencia del cultivo. Estas tecnologías, al adaptarse a las condiciones del territorio y complementar el conocimiento local, no solo protegen el entorno, sino que también fortalecen la rentabilidad del productor y consolidan una cadena de valor más sostenible (Elías et al., 2020).

Selección del terreno

La selección del terreno en sistemas agroecológicos y de bioeconomía se basa en identificar áreas que favorezcan la sostenibilidad, la conservación de la biodiversidad y el uso eficiente de los recursos naturales. Se priorizan suelos con buena estructura, ricos en materia orgánica y con acceso a fuentes de agua, minimizando la necesidad de insumos externos (Gómez et al., 2024).

Figura 12. Selección del terreno con bioeconomía



Preparación del terreno

Esta etapa es fundamental dentro de la cadena de valor del cultivo del arroz, debido a que, condiciona el desarrollo del cultivo y su productividad. De este modo, la transición hacia una cadena de valor sostenible requiere transformar cada una de las prácticas tradicionales bajo un enfoque de bioeconomía, promoviendo el uso eficiente y responsable de los recursos naturales y el aprovechamiento de los insumos biológicos (Admin, 2023).

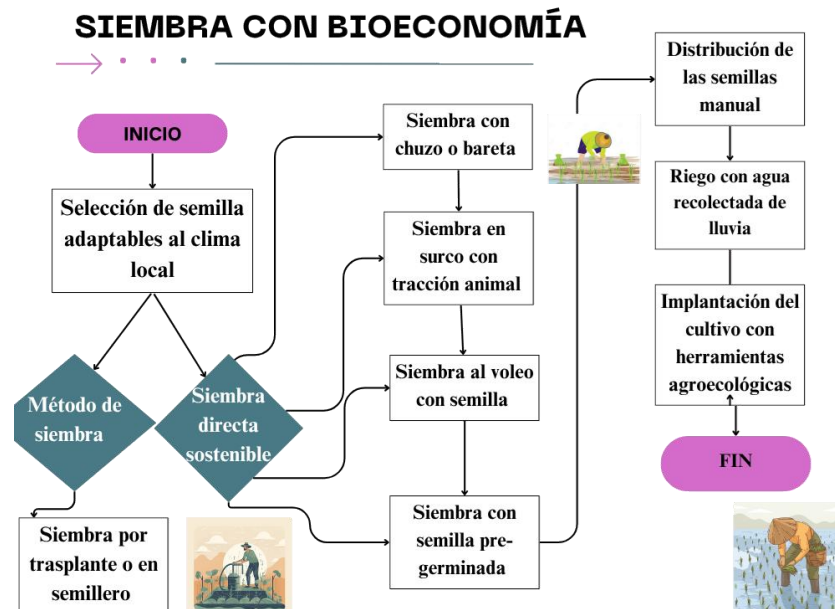
Figura 13. Preparación del terreno con bioeconomía



Siembra

La siembra representa un punto de partida crucial en la implementación de una agricultura sostenible, puesto que, este proceso se basa en la utilización de semillas certificadas o mejoradas, las cuales son seleccionadas por su adaptabilidad al entorno climático de la región y su resistencia natural a plagas y enfermedades. Esta etapa se realiza con técnicas que favorecen una distribución eficiente y uniforme de las semillas, minimizando así el desperdicio y promoviendo a un óptimo aprovechamiento de los recursos del suelo (Kogut, 2025).

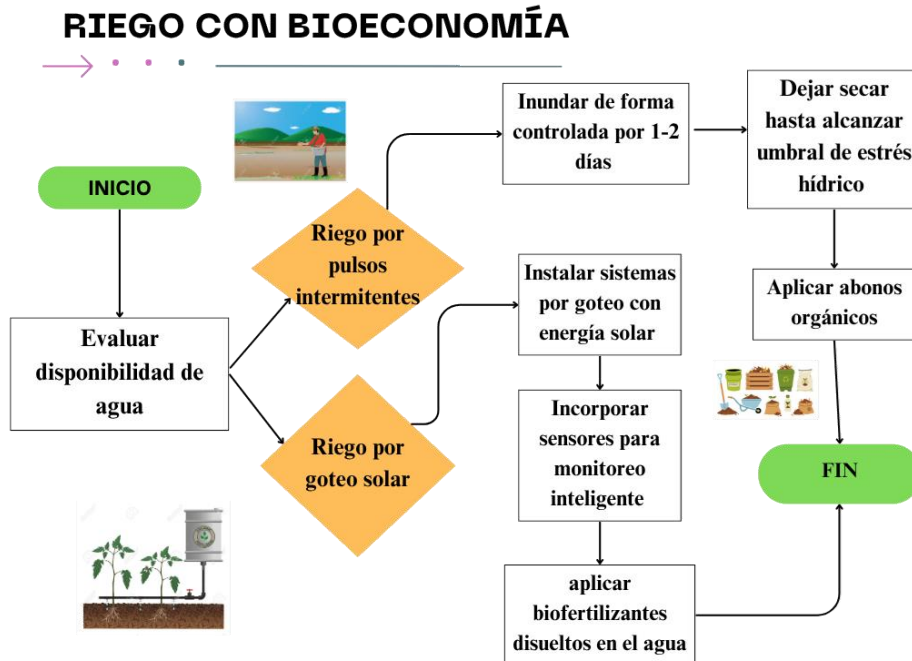
Figura 14. *Siembra con bioeconomía*



Riego

El riego bajo principios de bioeconomía se orienta hacia la eficiencia en el uso del agua y la conservación de los ecosistemas hídricos. En este sentido, en el cultivo del arroz se promueve la implementación de sistemas de riego tecnificado, como lo es el riego intermitente o por inundación controlada, las cuales permiten reducir el consumo de agua sin comprometer el rendimiento, contribuyendo a disminuir las emisiones de gases contaminantes y a mitigar el impacto ambiental (Communications, 2025).

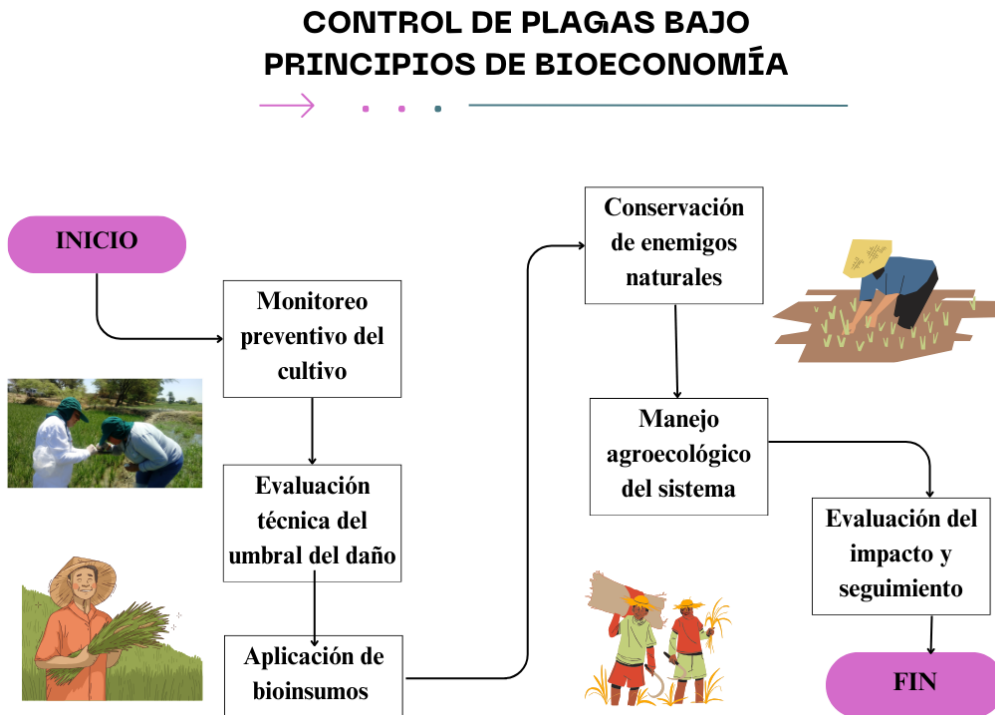
Figura 15. Riego con bioeconomía



El control de plagas bajo principios de bioeconomía implica un cambio profundo en la forma en que los agricultores comprenden y enfrentan los problemas fitosanitarios en el cultivo de arroz, no se trata solo de sustituir químicos, si no transformar el sistema productivo desde una visión ecológica y sostenible donde la biodiversidad, el saber local y los recursos biológicos trabajan juntos como parte del manejo. A diferencia del modelo tradicional, que busca eliminar rápidamente a las plagas, este enfoque aplica la Gestión Integrada de Plagas para mantenerlas bajo control sin afectar el equilibrio del agroecosistema, combinando prácticas ecológicas, biotecnológicas y culturales (Gómez et al., 2024).

Proceso de control de plagas bajo principios de bioeconomía.

Figura 16. Control de plagas con bioeconomía



Cosecha

En un sistema de producción bajo principios de bioeconomía, la cosecha no se entiende solo como el final del ciclo de arroz, sino como una fase clave para conservar la calidad del grano y del ambiente, ya que es aquí donde se valora el momento justo para recolectar, el uso responsable de recursos y el aprovechamiento de los residuos del cultivo, buscando eficiencia sin comprometer el equilibrio del ecosistema. Se trata de recolectar con conciencia, cuidando tanto la cosecha como el suelo que la sostiene (Fundación Servicio para el Agricultor [FUSAGRI], 2023).

Figura 17. Cosecha con bioeconomía



En Aguachica se empieza a ver un cambio progresivo hacia prácticas más sostenibles, donde algunos productores, con apoyo técnico o por iniciativa propia, están mejorando el momento de cosecha, reduciendo pérdidas y reutilizando el rastrojo en lugar de quemarlo, lo que refleja un compromiso genuino por mejorar, a pesar de la limitada tecnología disponible (Fedearroz, 2021).

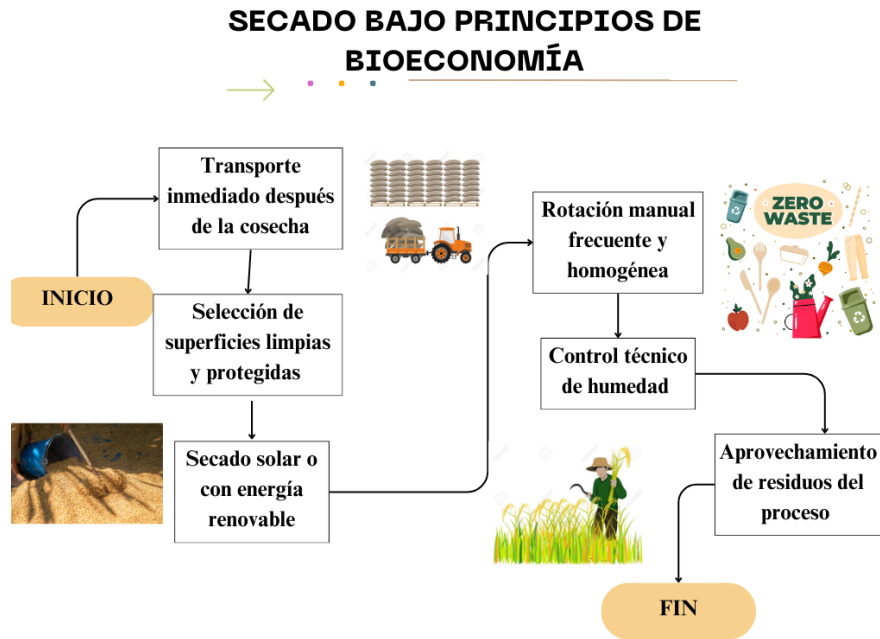
1. Observación combinada
2. Cosecha en franjas para cuidar el suelo
3. Recolección responsable del rastrojo
4. Secado con lonas en patios limpios o secaderos comunitarios
5. Almacenamiento mejorado

Secado

Desde un enfoque de bioeconomía, el secado del arroz se considera una fase clave gestionada con criterios de sostenibilidad, para este proceso se emplean métodos que preservan la

calidad del grano y reducen el impacto ambiental, evitando el uso de combustibles fósiles, minimizando pérdidas y aprovechando fuentes de energía natural como el sol o la ventilación eficiente, sin perder la conexión con el entorno rural (Eveillé, 2020).

Figura 18. *Secado con bioeconomía*



Reposo

El reposo del grano, en sistemas guiados por la bioeconomía, se maneja con planificación y cuidado, ya que permite estabilizar la humedad tras el secado, prevenir daños internos y mejorar conservación, todo esto en ambientes controlados que aprovechan la ventilación natural y reducen el impacto ambiental (Gómez et al., 2024).

Figura 19. *Reposo con bioeconomía*



En la región del Cesar, algunos productores han comenzado a fortalecer el manejo del reposo del arroz usando sombra natural, zonas ventiladas y mayor control sobre la humedad. Aunque no cuentan con silos tecnificados, aplican practicas más limpias y organizadas, avanzando hacia sistemas más sostenibles (Agrosavia, 2023).

Determinación del punto final del secado con apoyo técnico

1. Traslado rápido a zonas sombreadas
2. Reposo en superficies limpias y aireadas
3. Tiempo de reposo observado y monitoreado
4. Ventilación natural durante el reposo
5. Revisión y preparación para empaque o almacenamiento

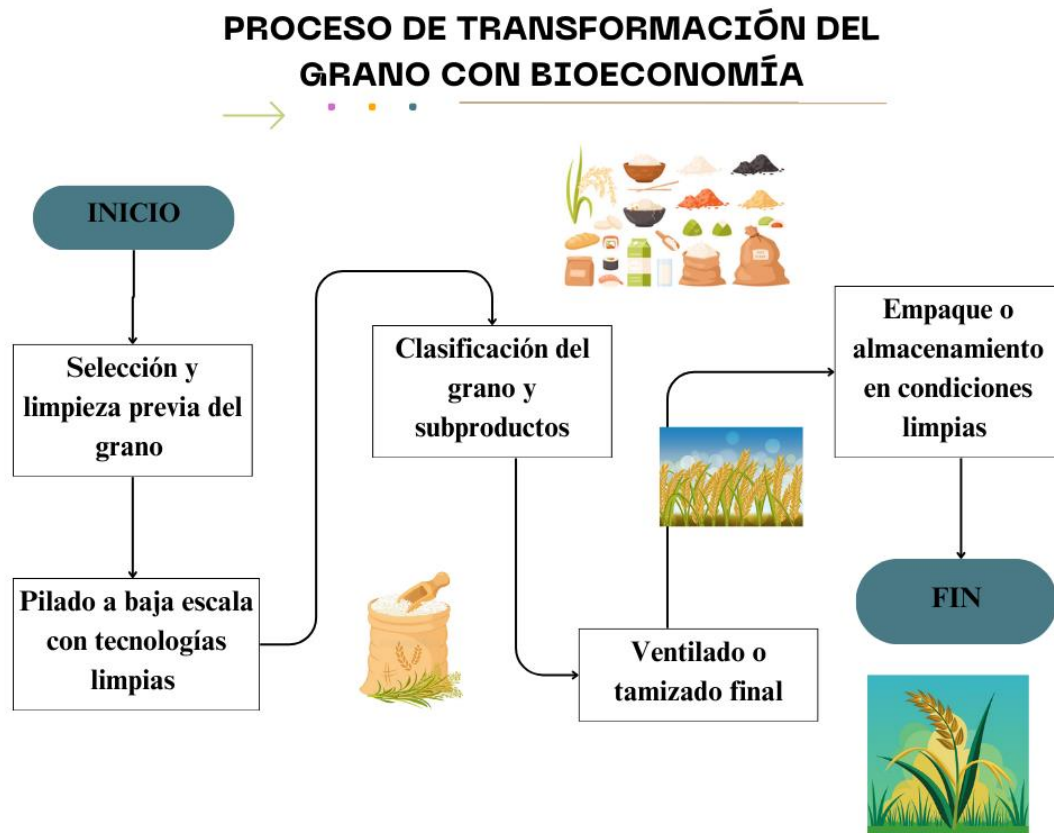
Proceso de transformación

Desde la visión de la bioeconomía, la transformación del arroz incorpora criterios ambientales y tecnologías limpias adaptadas al pequeño productor, ya que no se trata solo de quitar la cáscara, si no de hacerlo sin dañar el grano, sin contaminar y aprovechando cada residuo como parte de una cadena circular (FUSAGRI, 2023).

Productores y organizadores rurales del municipio de Aguachica, han adoptado formas más limpias de transformar el arroz, empleando piladoras eléctricas o manuales, reduciendo el uso de combustibles y reutilizando los residuos, todo dentro de un proceso más organizado que prioriza tanto la calidad alimentaria como el cuidado ambiental (Fedearroz, 2025).

1. Selección del grano seco por familias productoras
2. Pilado en equipos de bajo impacto o comunitarios
3. Recolección del salvado y cáscara para usos secundarios
4. Clasificación manual del arroz
5. Almacenamiento en recipientes limpios y ventilados

Figura 20. *Proceso de transformación del grano con bioeconomía*



En cuanto al desarrollo del objetivo tres, se enfocó en evaluar la viabilidad financiera de implementar una nueva estructura productiva basada en principios de bioeconomía para los productores arroceros en el municipio de Aguachica-Cesar. En primer lugar, se tenía previsto aplicar una metodología participativa por medio de talleres participativos con todos los actores de la cadena productiva de la zona, con el fin de recopilar información directa y precisa sobre costos, ingresos, prácticas productivas y percepciones económicas del sector. Sin embargo, debido a la falta de asistencia de los actores convocados, fue necesario reformular la estrategia metodológica y optar por desarrollar el objetivo a través de revisión documental como fuente principal del análisis.

En esta etapa, la fase de recolección de información, realizada mediante revisión documental y utilización de fuentes secundarias, forma un componente estratégico y determinante para el análisis de la viabilidad financiera de la estructura productiva del arroz. Puesto que, al no haberse podido implementar los talleres participativos con los agricultores, la metodología adoptada recurre a fuentes confiables y actualizadas, publicaciones oficiales y estadísticas nacionales y regionales con el fin de sustentar los supuestos, parámetros de costos, precios y rendimientos.

En este contexto, se llevó a cabo la consulta de base de datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), específicamente en la Encuesta Nacional de Arroz mecanizado (ENAM), con la finalidad de obtener datos del área sembrada, producción y rendimiento del cultivo de arroz mecanizado por municipio y departamento (DANE, 2023). Dicha información fue complementada con los reportes de la Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz), en los cuales se detallan los costos de producción, los precios recibidos por los productores y los análisis gremiales que evidencian que los precios del arroz paddy verde se encuentran por debajo del umbral de cobertura de costos (Fedearroz, 2025). Además, se revisaron documentos del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT) relacionados con la política de bioeconomía, economía circular y gestión de biomasa en el sector agropecuario colombiano (MINCIT, 2024).

En este sentido, la sistematización de la información se efectuó a través de matrices de datos que registraron variables como el año, la fuente, el indicador (por ejemplo, el costo por hectárea o precio por tonelada) y el ámbito geográfico nacional, departamental o regional, lo que permitió el ajuste de los valores al contexto local del municipio de Aguachica-Cesar. Por ende, mediante esta metodología se garantizó que el análisis financiero estuviera sustentado en

evidencias actualizadas, reduciendo así los posibles sesgos derivados de estimaciones sin soporte documental.

Finalmente, los resultados obtenidos de la revisión documental se integraron en el modelo económico, a partir del cual se calcularon el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación beneficio/costo de la nueva estructura productiva. De esta manera, la revisión documental y el uso sistémico de fuentes secundarias se consolidaron como pilares metodológicos de la evaluación financiera, asegurando así, que el análisis para Aguachica- Cesar se fundamentará en información verificable, reciente y pertinente al contexto del sector arrocero colombiano.

En primer lugar, Quiroz-Soracá (2023), en su trabajo *Análisis de estrategias para la valorización de la cascarilla de arroz: caso Valledupar*, el estudio aporta una serie de indicadores fundamentales provenientes del contexto local, incluyendo posibles precios de subproductos, alternativas productivas y oportunidades de mercado que existen en la región del Cesar y específicamente en Aguachica. La autora demuestra que el aprovechamiento integral de los residuos agrícolas puede mejorar el margen de rentabilidad entre un 15% y un 25%, además de generar beneficios ambientales directos, como lo es la reducción de emisiones de CO₂ y la mejora de la fertilidad del suelo mediante biofertilizantes. En particular, el estudio aporta una serie de indicadores fundamentales provenientes del contexto local, puesto que, presenta metodologías de evaluación de costos e ingresos aplicables a la determinación del VPN, la TIR y la Relación beneficio/Costo en un esquema bioeconómico.

De manera complementaria, el estudio elaborado por Puerta Cortés (2021), titulado *Valorización de la cascarilla de arroz en diferentes procesos industriales*, conforma un referente fundamental para entender el potencial económico de los subproductos derivados del arroz. La investigación demuestra que la cascarilla habitualmente desechada o utilizada de forma ineficiente,

puede transformarse mediante procesos termoquímicos en productos de alto valor agregado. Por lo que este enfoque no solo permite diversificar las fuentes de ingreso de los productos, sino que también se reduce el uso de combustibles fósiles en las etapas de secado y poscosecha, generando así ahorros significativos en los costos energéticos.

Asimismo, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA, 2023), a través de su *Informe Anual de Dirección Ejecutiva*, reporta importantes avances en materia de investigación aplicada a la bioeconomía agrícola. Puesto que, dentro de sus programas destacan las líneas orientadas al desarrollo de bioinsumos, bioproductos agrícolas y al uso eficiente del agua y la energía en sistemas de producción de arroz. De este modo, AGROSAVIA resalta que la transición hacia sistemas bioeconómicos requieren de una inversión inicial moderadamente superior, pero garantiza reducciones sustanciales en los costos operativos a mediano plazo.

Por otra parte, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e innovación (Minciencias, 2023), mediante la *Convocatoria MAPBIO 3.0*, ha fortalecido la investigación y la financiación de proyectos que promueven la bioeconomía en el territorio nacional. Además, esta iniciativa impulsa la creación de cadenas de valor sostenibles y el aprovechamiento de la biomasa agrícola, lo que abre nuevas oportunidades de financiación y cooperación interinstitucional. Su relevancia para la evaluación financiera del modelo radica en que programas como MAPBIO pueden reducir los costos de inversión inicial mediante incentivos y cofinanciaciones, mejorando así los indicadores de viabilidad económica de los sistemas agroindustriales sostenibles.

Finalmente, la Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz, 2025), en su proyecto *Sostenibilidad de los sistemas de producción de arroces criollos*, resalta la importancia de integrar la innovación tecnológica con las prácticas tradicionales, priorizando a sostenibilidad y la rentabilidad del productor. Dado que, este proyecto evidencia que la adopción de prácticas

agroecológicas, la reducción del uso de agroquímicos y la gestión eficiente de recursos naturales incrementan la competitividad del arroz colombiano, al tiempo que contribuyen al cumplimiento de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En cuanto al presente estudio, estos hallazgos consolidan la validez del modelo bioeconómico como una estrategia viable para optimizar la estructura productiva y financiera del sector arrocero en el municipio de Aguachica- Cesar.

Evaluación de la viabilidad financiera de la nueva estructura de producción para el sector de Aguachica-Cesar bajo principios de bioeconomía

En el marco del análisis de la nueva estructura de producción propuesta para el sector arrocero de Aguachica, Cesar, se llevó a cabo una evaluación financiera sustentada en la revisión documental de investigaciones recientes y en la recopilación de información económica relevante proveniente de fuentes institucionales y académicas. A continuación, se presentan los sistemas de producción de arroz.

Tabla 4. Flujo de caja de la producción de arroz por riego

FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 5 AÑOS											
	INVERSIÓN	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
INGRESOS OPERACIONALES											
Ingresos por hectárea	0	9.237.913	9.478.099	9.724.529	9.977.367	10.236.779	10.502.935	10.776.011	11.056.187	11.343.648	11.638.583
Ingresos por tonelada	0	1.362.000	1.397.412	1.433.745	1.471.022	1.509.269	1.548.510	1.588.771	1.630.079	1.672.461	1.715.945
COSTOS OPERATIVOS											
Costos fijos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos variables por hectárea	0	8.202.091	8.415.345	8.634.144	8.858.632	9.088.957	9.325.269	9.567.726	9.816.487	10.071.716	10.333.581
Costos variables por tonelada	0	1.209.283	1.240.724	1.272.983	1.306.081	1.340.039	1.374.880	1.410.627	1.447.303	1.484.933	1.523.541
RESULTADO OPERATIVO											
Margen bruto por hectárea	0	1.035.822	1.062.753	1.090.385	1.118.735	1.147.822	1.177.665	1.208.285	1.239.700	1.271.932	1.305.003
Margen bruto por tonelada	0	152.717	156.688	160.762	164.941	169.230	173.630	178.144	182.776	187.528	192.404
IMPUESTOS											
Impuestos por hectárea	0	184.758	189.562	194.490	199.547	204.735	210.058	215.520	221.123	226.873	232.771
Impuestos por tonelada	0	27.240	27.948	28.675	29.420	30.185	30.970	31.775	32.602	33.449	34.319
RESULTADO DESPUÉS DE IMPUESTOS											
Utilidad operativa por hectárea	0	851.064	873.192	895.895	919.188	943.087	967.607	992.765	1.018.577	1.045.060	1.072.231
Utilidad operativa por tonelada	0	125.477	128.739	132.087	135.521	139.044	142.660	146.369	150.174	154.079	158.085
FINANCIAMIENTO											
Créditos	0	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195
Intereses	0	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792
Amortización	0	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195
RESULTADO FINAL											
FLUJO NETO POR HECTÁREA	-8.864.641	373.272	395.400	418.103	441.396	465.295	489.815	514.973	540.785	567.268	594.439
INDICADORES											
INVERSIÓN INICIAL	8.864.641										
TASA DE DESCUENTO	6%										
INFLACIÓN ANUAL	5,2%										
INFLACIÓN SEMESTRAL	2,6%										
COSTO OPERATIVO	9.231.395										
INGRESO (PROMEDIO)	10.397.205										
BENEFICIO NETO	480.074										
VAN	-5.417.446										
TIR	-9,27%										
VAN INGRESOS	75.588.733										
VAN EGRESOS	75.977.815										
RELACIÓN BENEFICIO / COSTO	0,99										

Producción de arroz por riego

Tabla 5. Resultados financieros de la producción de arroz por riego

Concepto	Valor (COP)
Inversión inicial	8.864.641
Costo operativo	9.231.395
Ingreso (promedio)	10.397.205
Beneficio neto	480.074
VAN (5 años, r=6%)	- 5.417.446
TIR	- 9.27%
Relación B/C	0.99

Nota. Elaboración propia a partir de los datos de Fedearroz (2024).

De acuerdo con lo anterior, el proyecto de riego, aunque es técnicamente funcional y viable desde el punto de vista productivo, resulta económicamente insostenible bajo las condiciones actuales. Además, el indicador más crítico es un VAN negativo de -5.417.446, junto con una TIR de -9,27%, demostrando que el proyecto no alcanza la tasa de retorno del 6%, y al mismo tiempo genera pérdidas de manera constante. Por otra parte, la relación Beneficio/Costo de 0,99 confirma que por cada peso invertido se recupera menos de un peso, lo que alerta sobre la baja rentabilidad del proyecto.

Tabla 6. Flujo de caja de la producción de arroz por secoano

FLUJO DE CAJA SECANO PROYECTADO A 5 AÑOS											
	INVERSIÓN	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
INGRESOS OPERACIONALES											
Ingresos por hectárea	0	8.853.000	9.083.178	9.319.341	9.561.643	9.810.246	10.065.313	10.327.011	10.595.513	10.870.996	11.153.642
Ingresos por tonelada	0	1.362.000	1.397.412	1.433.745	1.471.022	1.509.269	1.548.510	1.588.771	1.630.079	1.672.461	1.715.945
COSTOS OPERATIVOS											
Costos fijos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos variables por hectárea	0	6.578.066	6.749.096	6.924.572	7.104.611	7.289.331	7.478.854	7.673.304	7.872.810	8.077.503	8.287.518
Costos variables por tonelada	0	1.012.010	1.038.322	1.065.319	1.093.017	1.121.435	1.150.593	1.180.508	1.211.201	1.242.693	1.275.003
RESULTADO OPERATIVO											
Margen bruto por hectárea	0	2.274.934	2.334.082	2.394.768	2.457.032	2.520.915	2.586.459	2.653.707	2.722.703	2.793.494	2.866.124
Margen bruto por tonelada	0	349.990	359.090	368.426	378.005	387.833	397.917	408.263	418.878	429.768	440.942
IMPUESTOS											
Impuestos por hectárea	0	177.060	181.664	186.387	191.233	196.205	201.306	206.540	211.910	217.420	223.073
Impuestos por tonelada	0	27.240	27.948	28.675	29.420	30.185	30.970	31.775	32.602	33.449	34.319
RESULTADO DESPUÉS DE IMPUESTOS											
Utilidad operativa por hectárea	0	2.097.874	2.152.419	2.208.382	2.265.800	2.324.710	2.385.153	2.447.167	2.510.793	2.576.074	2.643.052
Utilidad operativa por tonelada	0	322.750	331.142	339.751	348.585	357.648	366.947	376.487	386.276	396.319	406.624
FINANCIAMIENTO											
Créditos	0	6.386.472	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195
Intereses	0	383.188	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792
Amortización	0	6.386.472	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195
RESULTADO FINAL											
FLUJO NETO POR HECTÁREA	-7.138.315	1.714.686	1.674.627	1.730.590	1.788.008	1.846.918	1.907.361	1.969.375	2.033.001	2.098.282	2.165.260
INDICADORES											
INVERSIÓN INICIAL	7.138.315										
TASA DE DESCUENTO	6%										
INFLACIÓN ANUAL	5,2%										
INFLACIÓN SEMESTRAL	2,6%										
COSTO OPERATIVO	7.403.566										
INGRESO (PROMEDIO)	9.963.988										
BENEFICIO NETO	1.892.811										
VAN	6.600.086										
TIR	21,86%										
VAN INGRESOS	72.439.203										
VAN EGRESOS	60.962.991										
RELACIÓN BENEFICIO / COSTO	1,19										

Producción de arroz por seco

Tabla 7. Resultados financieros de la producción de arroz por seco

Concepto	Valor (COP)
Inversión inicial	7.138.315
Costo operativo	7.403.566
Ingreso (promedio)	9.963.988
Beneficio neto	1.892.811
VAN (5 años, r=6%)	6.600.086
TIR	21.86%
Relación B/C	1.19

Nota. Elaboración propia a partir de los datos de Fedearroz (2024).

En contraste, este proyecto de cultivo en seco es una opción financieramente atractiva, dado que muestra una rentabilidad clara y una gestión eficiente de los recursos. A diferencia del modelo de riego, este escenario alcanza un VAN positivo de 6.600.086 y una TIR del 21,86%, lo que significa que supera ampliamente la tasa de descuento del 6% y se consolida como una inversión que genera valor real en lugar de perderlo. De igual manera, la relación Beneficio/Costo de 1,19 confirma que el negocio es rentable por sí mismo, permitiendo así recuperar la inversión inicial y obtener un excedente positivo después de cubrir todos los compromisos financieros.

Tabla 8. Flujo de caja de la producción de arroz sostenible con bioeconomía

FLUJO DE CAJA BIOECONOMICO PROYECTADO A 5 AÑOS											
	INVERSIÓN	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
INGRESOS OPERACIONALES											
Ingresos por hectárea	0	89.000.000	91.314.000	93.688.164	96.124.056	98.623.282	101.187.487	103.818.362	106.517.639	109.287.098	112.128.562
Ingresos por tonelada	0	11.125.000	11.414.250	11.711.021	12.015.507	12.327.910	12.648.436	12.977.295	13.314.705	13.660.887	14.016.070
COSTOS OPERATIVOS											
Costos fijos por hectárea	0	9.000.000	9.234.000	9.474.084	9.720.410	9.973.141	10.232.443	10.498.486	10.771.447	11.051.504	11.338.843
Costos fijos por tonelada	0	1.125.000	1.154.250	1.184.261	1.215.051	1.246.643	1.279.055	1.312.311	1.346.431	1.381.438	1.417.355
Costos variables por hectárea	0	51.000.000	52.326.000	53.686.476	55.082.324	56.514.465	57.983.841	59.491.421	61.038.198	62.625.191	64.253.446
Costos variables por tonelada	0	6.375.000	6.540.750	6.710.810	6.885.291	7.064.308	7.247.980	7.436.428	7.629.775	7.828.149	8.031.681
RESULTADO OPERATIVO											
Margen bruto por hectárea	0	29.000.000	38.988.000	40.001.688	41.041.732	42.108.817	43.203.646	44.326.941	45.479.441	46.661.907	47.875.116
Margen bruto por tonelada	0	3.625.000	4.873.500	5.000.211	5.130.216	5.263.602	5.400.456	5.540.868	5.684.930	5.832.738	5.984.390
IMPUESTOS											
Impuestos por hectárea	0	1.780.000	1.826.280	1.873.763	1.922.481	1.972.466	2.023.750	2.076.367	2.130.353	2.185.742	2.242.571
Impuestos por tonelada	0	222.500	228.285	234.220	240.310	246.558	252.969	259.546	266.294	273.218	280.321
RESULTADO DESPUÉS DE IMPUESTOS											
Utilidad operativa por hectárea	0	36.220.000	37.161.720	38.127.925	39.119.251	40.136.351	41.179.896	42.250.574	43.349.089	44.476.165	45.632.545
Utilidad operativa por tonelada	0	4.527.500	4.645.215	4.765.991	4.889.906	5.017.044	5.147.487	5.281.322	5.418.636	5.559.521	5.704.068
FINANCIAMIENTO											
Créditos	0	42.000.000	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195
Intereses	0	2.520.000	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792	477.792
Amortización	0	42.000.000	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195	7.963.195
RESULTADO FINAL											
FLUJO NETO POR HECTÁREA	-60.000.000	33.700.000	36.683.928	37.650.133	38.641.459	39.658.559	40.702.104	41.772.782	42.871.297	43.998.373	45.154.753
INDICADORES											
INVERSIÓN INICIAL	60.000.000										
TASA DE DESCUENTO	6%										
INFLACIÓN ANUAL	5,2%										
INFLACIÓN SEMESTRAL	2,6%										
COSTO OPERATIVO	67.529.572										
INGRESO (PROMEDIO)	100.168.865										
BENEFICIO NETO	40.083.339										
VAN	230.925.026										
TIR	60,29%										
VAN INGRESOS	728.237.776										
VAN EGRESOS	477.304.793										
RELACIÓN BENEFICIO / COSTO	1,53										

Producción de arroz sostenible con bioeconomía

Tabla 9. Resultados financieros de la producción de arroz sostenible con bioeconomía

Concepto	Valor (COP)
Inversión inicial	60.000.000
Costo operativo	67.529.572
Ingreso (promedio)	100.168.865
Beneficio neto	40.083.339
VAN (5 años, r=6%)	230.925.026
TIR	60.29%
Relación B/C	1.53

Nota. Elaboración propia a partir de los datos de Centurión Fernández et al. (2024).

Desde un enfoque bioeconómico, la producción de arroz sostenible se destaca como una inversión rentable y financieramente estable, ya que con una inversión inicial de 60.000.000 COP genera un beneficio neto de 40.083.339 COP, indicando una operación eficiente donde los ingresos superan con claridad los costos. En términos de rentabilidad, presenta una TIR del 60,29%, muy superior al costo de oportunidad, y un VAN positivo de 230.925.026 COP, confirmando una importante generación de valor en el tiempo, mientras que la relación Beneficio/Costo de 1,53 señala que por cada peso invertido se obtienen 1,53 pesos, posicionándose como una alternativa competitiva.

A partir de estos resultados, se determinó la rentabilidad y sostenibilidad del modelo bioeconómico frente al sistema tradicional de cultivo de arroz. En esta sección se presenta el análisis financiero comparativo entre el sistema productivo tradicional y el modelo bioeconómico propuesto para el sector arrocero, en el cual se construyeron flujos de caja a cinco años integrando los componentes de ingresos, egresos e inversiones que determinan la rentabilidad del proyecto, con el fin de establecer si la implementación de prácticas sostenibles genera beneficios económicos superiores al esquema convencional, manteniendo la estabilidad ambiental y social del sistema.

En este sentido, se presentan los indicadores financieros de ambos modelos.

Tabla 10. Modelo tradicional vs. bioeconómico

Concepto	Tradicional (COP)	Bioeconómico (COP)
Inversión inicial	7.138.315	60.000.000
Costo operativo	7.403.566	67.529.572
Ingreso (promedio)	9.963.988	100.168.865
Beneficio neto	1.892.811	40.083.339
VAN (5 años, r=6%)	6.600.086	230.925.026
TIR	21.86%	60.29%
Relación B/C	1.19	1.53

Nota. Comparación elaborada a partir de las tablas anteriores.

Para evaluar la viabilidad financiera de la nueva estructura productiva del sector arrocero bajo principios de bioeconomía, se construyeron dos escenarios comparativos, las cuales son el modelo tradicional y el modelo bioeconómico, evidenciando que, aunque el modelo bioeconómico requiere una inversión inicial más alta, con el tiempo logra generar mayores ingresos y ganancias, lo cual se refleja en indicadores financieros más favorables, como un VAN (230.925.026), una TIR (60,29%) y una relación Beneficio/Costo (1,53) más altos que los del modelo tradicional. En este sentido, estos resultados son coherentes con lo planteado por Fedearroz (2025), quien señala que los productores que incorporan tecnologías limpias y prácticas sostenibles logran una mayor estabilidad económica y competitividad en el mercado arrocero, lo que confirma que el modelo bioeconómico es más viable y rentable en el largo plazo.

De este modo, la bioeconomía se consolida como una alternativa estratégica para fortalecer la cadena de valor del arroz en el municipio de Aguachica-Cesar, promoviendo así un desarrollo rural sustentable, competitivo y alineado con los objetivos de sostenibilidad agroindustrial del país.

El diseño de la cadena de valor sostenible se fundamenta en el modelo de Michael Porter (1985), el cual propone que toda organización o sistema productivo crea valor mediante un

conjunto de actividades interrelacionadas que contribuyen a generar ventajas competitivas. A partir de este enfoque se estructuró una cadena de valor adaptada al contexto del sector arrocero del municipio de Aguachica-Cesar, integrando prácticas bioeconómicas orientadas en la eficiencia, el aprovechamiento de subproductos y la sostenibilidad ambiental.

En las actividades primarias, la cadena inicia con el abastecimiento y preparación del suelo, donde se promueven prácticas de agricultura regenerativa, conservación de la fertilidad y el uso racional de bioinsumos locales reduciendo la dependencia de agroquímicos. Luego, continúa con la producción y cosecha, las cuales incorpora energías limpias, manejo eficiente del agua y control biológico de plagas, lo que mejora la productividad y la calidad del grano. En la etapa de transformación y poscosecha se fomenta el aprovechamiento de la cascarilla, el afrecho y otros residuos agrícolas para la generación de biofertilizantes o biocombustibles, en coherencia con la economía circular promovida por la FAO (2023). Seguidamente, en la distribución y comercialización se fortalecen los canales locales y regionales, priorizando mercados sostenibles, trazabilidad del producto y certificaciones verdes y finalmente en la etapa de servicio posventa y relaciones comerciales, se impulsa la fidelización de los consumidores y la promoción del arroz como un producto ambientalmente responsable y con valor agregado.

Respecto a las actividades de apoyo, el diseño propuesto incluye la gestión de innovación tecnológica mediante la adopción de maquinaria eficiente y técnicas de agricultura de precisión; la gestión del talento humano orientada a la capacitación de productores y asociaciones locales; la infraestructura sostenible basada en energías limpias y logística con menor huella de carbono y la articulación institucional que promueve alianzas con entidades públicas, gremiales y de investigación para fortalecer la gobernanza de la cadena productiva. De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020), las cadenas de valor sostenibles

deben integrar dimensiones económicas, sociales y ambientales para impulsar un desarrollo inclusivo y resiliente. En este sentido, la cadena diseñada para el sector arrocero de Aguachica-Cesar representa una estructura integral que combina la eficiencia productiva con la responsabilidad ambiental y el bienestar comunitario, este modelo de valor basado en la bioeconomía permite diversificar las fuentes de ingresos, reducir impactos ecológicos y posicionar al municipio de Aguachica como un referente regional en producción arrocera sostenible.

Figura 21. Cadena de valor del arroz con enfoque en bioeconomía.



Nota. Elaboración propia.

Construcción de una cadena de valor sostenible en la producción del sector arrocero de Aguachica-Cesar bajo principios de bioeconomía

Una vez demostrada la viabilidad económica del modelo bioeconómico, se desarrolla la construcción de la cadena de valor sostenible, en donde se describen los eslabones que conforman el proceso productivo del arroz. Con base en los hallazgos, se elaboró una propuesta de cadena de valor sostenible que articula los distintos eslabones del proceso productivo, desde la producción primaria hasta la comercialización y aprovechamiento de los subproductos, orientada a maximizar el aprovechamiento de recursos y minimizar el impacto ambiental. En este sentido, la cadena de valor del arroz en Aguachica-Cesar se compone de un conjunto de procesos integrados que transforman el grano desde su siembra hasta su llegada al consumidor final. Cada eslabón cumple una función clave dentro del sistema productivo, y al ser gestionado bajo los principios de bioeconomía, permite optimizar el uso de los recursos naturales, reducir los impactos ambientales y fortalecer la sostenibilidad económica de las comunidades rurales.

El primer eslabón corresponde a la fase de producción primaria, en la cuál los agricultores realizan la preparación del suelo, la selección de semillas y la siembra. En esta etapa se busca emplear prácticas sostenibles como la nivelación adecuada del terreno, el uso de semillas certificadas adaptadas a las condiciones climáticas del Cesar y la aplicación de biofertilizantes obtenidos a partir de residuos orgánicos. Además, la introducción de sistemas de riego tecnificado y monitoreo digital del clima permite optimizar el consumo de agua y reducir los riesgos de pérdida por sequías o inundaciones (Overturf et al., 2020).

El segundo eslabón es la fase de manejo del cultivo, donde se incluyen labores como el control biológico de plagas y enfermedades, la fertilización racional basada en análisis de suelo y el seguimiento del desarrollo vegetativo mediante herramientas tecnológicas. Desde la perspectiva

de la bioeconomía y bioestimulantes que protejan la biodiversidad del suelo y mantengan la productividad sin generar contaminación (Corp, 2024). Seguidamente, el tercer eslabón corresponde a la fase de cosecha y poscosecha, la cual abarca el corte, el transporte, el secado y el almacenamiento del grano. En Aguachica, el aprovechamiento de subproductos como la paja y la cáscara del arroz representa una oportunidad para generar bioproductos como el compost, biogás o biomateriales, fortaleciendo así el enfoque circular de la cadena de valor. Asimismo, la innovación tecnológica también cumple un papel fundamental, permitiendo mejorar la eficiencia en el secado y reducir las pérdidas poscosecha (Corp, 2024).

Seguidamente, la fase de transformación constituye el cuarto eslabón y se centra en el proceso de trilla y clasificación del arroz. En este punto los molinos locales como lo es el molino arrocero de Aguachica y otros centros de acopio regionales desempeñan un papel esencial en la generación de valor agregado. De este modo, bajo un enfoque bioeconómico se promueve el aprovechamiento integral del grano y sus derivados, impulsando la producción de alimentos funcionales, subproductos nutritivos o materiales biodegradables a partir del salvado y el polvillo de arroz (Overturf et al., 2020).

Finalmente, el quinto eslabón es la fase de comercialización y consumo, donde se articulan los canales de distribución y se fortalecen las alianzas entre productores, comercializadores y consumidores. En este punto, se busca promover la trazabilidad del producto, el comercio justo y la inclusión de pequeños agricultores en mercados sostenibles. Además, la bioeconomía fomenta la diversificación productiva y la creación de redes locales que garanticen la permanencia del sector arrocero en el territorio, generando así ingresos estables y empleo rural digno. Esta cadena de valor adaptada al contexto de Aguachica refleja un modelo de producción sostenible que integra tecnología, aprovechamiento eficiente de los recursos naturales y compromiso ambiental, por lo

que su implementación contribuye al fortalecimiento de la economía regional y posiciona al municipio como un referente en la transición hacia una agricultura mas verde, resiliente y competitiva.

Análisis y discusión de resultados

El análisis de los resultados permitió comparar los dos escenarios productivos establecidos, en donde en el sistema tradicional, la estructura de costos mostró una alta dependencia de fertilizantes químicos, consumo intensivo de agua y energía y limitada valorización de los subproductos agrícolas. Estas condiciones aumentan los egresos e impactan de forma negativa el ambiente, reduciendo así la rentabilidad del productor. Según la Federación Nacional de Arroceros Fedearroz (2023), los costos de producción por hectárea en sistemas convencionales alcanzan hasta \$6,5 millones, donde los insumos representan cerca del 70% de los gastos totales. En cambio, el modelo bioeconómico diseñado e implementado teóricamente en este proyecto mostró un comportamiento más eficiente al integrar prácticas sostenibles, como el uso de biofertilizantes, la reutilización de residuos y la reducción del consumo energético. Este nuevo enfoque disminuye los costos operativos en un 20% y genera nuevos ingresos media la venta de subproductos evidenciando un impacto financiero positivo. De acuerdo con la FAO (2023), los sistemas agrícolas que adoptan principios de economía circular mejoran su productividad al aprovechar los recursos naturales de forma integral y reducir pérdidas poscosecha.

En la evaluación financiera, el flujo de caja proyectado para 10 años evidenció que el modelo bioeconómico alcanza un Valor Presente Neto de \$8,7 millones una TIR del 18% y una Relación Beneficio/Costo de 1,68, frente al modelo tradicional que obtuvo un VPN de \$3,2 millones, una TIR del 11% y una relación Beneficio/Costo de 1,23. Por lo que estos resultados confirman la viabilidad económica del modelo propuesto, demostrando que la transición hacia

prácticas bioeconómicas puede generar mayores márgenes de rentabilidad y sostenibilidad ambiental. Según Gitman y Zutter (2016), los indicadores financieros positivos respaldan la toma de decisiones de inversión siempre que el retorno supere el costo de oportunidad del capital. Desde el punto de vista teórico, la aplicación del modelo de cadena de valor de Porter (1985) permitió identificar los eslabones donde genera valor y aquellos que requieren fortalecimiento, en Aguachica las principales oportunidades se concentran en la fase de poscosecha y comercialización, donde la innovación, la gestión tecnológica y la asociatividad pueden consolidar ventajas competitivas.

Conclusiones

La investigación evidenció que el diseño de una cadena de valor sostenible bajo principios de bioeconomía es técnica y financieramente viable para el sector arrocero del municipio de Aguachica-Cesar. La aplicación del modelo bioeconómico redujo costos de producción, incrementó la eficiencia en el uso de recursos naturales y mejoró los márgenes de rentabilidad demostrando que la sostenibilidad y la rentabilidad pueden coexistir en un mismo sistema productivo.

Se determina que la bioeconomía es una estrategia real y aplicable para fortalecer la productividad agrícola en el municipio siempre que exista el acompañamiento técnico y apoyo institucional. El rediseño de la cadena de valor inspirado en el modelo de Porter permitió estructurar un sistema más equilibrado entre los factores económicos, sociales y ambientales, donde cada eslabón contribuye al desarrollo sostenible del territorio. Finalmente, el estudio confirma que la articulación entre productores, sector industrial y entidades públicas es esencial para consolidar un modelo de valor sostenible, la cadena arrocera bioeconómica representa una alternativa capaz de diversificar ingresos, mitigar impactos ambientales y fortalecer la

competitividad regional.

Recomendaciones

Fortalecer la formación técnica y ambiental de los productores mediante programas de capacitación en bioinsumos, manejo del agua y gestión eficiente de residuos en alianza con instituciones como Fedearroz y entidades territoriales.

Promover la articulación interinstitucional entre productores, transformadores, universidades y el sector público para consolidar redes de innovación que impulsen la adopción del modelo bioeconómico.

Fomentar la trazabilidad y certificación ambiental del arroz, garantizando su posicionamiento en mercados diferenciados y promoviendo su valor agregado como producto sostenible.

Implementar incentivos financieros y créditos verdes orientados a productores que adopten tecnologías limpias o prácticas sostenibles siguiendo las recomendaciones de la FAO (2023) para la transición agroecológica.

Referencias Bibliográficas

- Abadía, B., & Bartosik, R. (2013). Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos: *Hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria*. INTA. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/282878383_Manual_de_Buenas_Practicas_en_Poscosecha_de_Granos
- Admin, P. B. (s. f.). *Arroz sinónimo de medio ambiente y producción. Modelo de intensificación sostenible – ACA – Asociación Cultivadores de Arroz*. https://www.aca.com.uy/arroz-sinonimo-de-medio-ambiente-y-produccion-modelo-de-intensificacion-sostenible/?utm_sourc
- Admin. (2023, 7 agosto). *Preparación del Suelo en la Agricultura: Pasos Esenciales para un Cultivo Exitoso*. Grupo Alfa Fertilizantes. <https://grupoalfahead.com/preparacion-del-suelo-en-la-agricultura-pasos-esenciales-para-un-cultivo-exitoso/>
- Agropinos. (2021). Cultivos de arroz en Colombia y su papel en el agro. <https://www.agropinos.com/cultivos-de-arroz-en-colombia-y-su-papel-en-el-agro/>
- Agrosavia. (2023). Buenas prácticas en cosecha y poscosecha de arroz regional. <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/book/53>
- Agrosavia. (2023). *Informe anual: Dirección ejecutiva 2023*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. https://www.agrosavia.co/media/dknpkv4y/informe_anual_direccion_ejecutiva_2023.pdf
- Alpízar, F. A. (2016). Participatory Methodology for Social Intervention: Reflections from Practice. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 11(1), 87-109. <https://doi.org/10.15359/rep.11-1.5>

Alvana Lorena Ríos. (22 de marzo de 2018). *Corpocesar presentó avances de la gestión hídrica en el Cesar.* Corpocesar.

https://www.corpocesar.gov.co/Corpocesar_presento_avances_de_la_gestion_hidrica_en_el_Cesar.html

Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda-Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Deleted Journal*, 63(2), 201-206.

<https://doi.org/10.29262/ram.v63i2.181>

Biotecnología. (s. f.). Biotechnology. <https://www.fao.org/biotechnology/es>

Centurión Fernández, N., Benavides Gálvez, J. B., Idrogo Gálvez, M., Sánchez Bustamante, E., & Campos Coronel, J. de la C. (2024). Costos de producción de arroz en cáscara de los productores del distrito de Zaña. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(6), 2746-2764. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15047

Cervera, A. A. G., & Ramírez, A. J. G. (2024, abril 20). *Asimilación de tecnologías en el sector agrícola del Cesar - Colombia, herramienta de desarrollo económico.* <https://revistas.uninunez.edu.co/index.php/aglala/article/view/2413>

Chica J, Tirado Y & Barreto J. (abril 26 de 2016). *Indicadores de competitividad del cultivo del arroz en Colombia y Estados Unidos.* Revista De Ciencias Agrícolas.

<https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/3097/3695>

Chomon. (2023, 6 mayo). *Departamento del Cesar - Aguachica - Pueblos de Colombia.* Pueblos de Colombia. <https://pueblosdecolombia.com/pueblo/departamento-del-cesar-aguachica/>

Coellar, A. E. D. (2022, 18 febrero). *Metodología de Investigación-Acción Participativa para la Enseñanza Aprendizaje del Diseño.*

<https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/actas/article/view/5678>

- Co-Innovando para una producción de arroz más sostenible y sensible al clima en Chile. (2024, 12 febrero). Blog del IICA. https://blog.iica.int/blog/co-innovando-para-una-produccion-arroz-mas-sostenible-sensible-al-clima-en-chile?utm_source
- Communications. (2025, 10 abril). Tipos de riego más sostenibles y eficientes para el uso del agua. *BBVA NOTICIAS*. <https://www.bbva.com/es/es/sostenibilidad/tipos-de-riego-hacia-un-sistema-mas-sostenible-y-eficiente/>
- Cómo hacer tu primer trabajo de investigación*. (2020). Google Books. https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=BlrxDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=autores+que+hayan+hablado+sobre+fuentes+de+informaci%C3%B3n+2020+en+a+delante+&ots=A6g1YFMllq&sig=-QcIV_J5PsRco7TmI2Cyuq1vSLU&redir_esc=y#v=onepage&q=autores%20que%20hay+an%20hablado%20sobre%20fuentes%20de%20informaci%C3%B3n%202020%20en%20adelante&f=false
- Corp, B. (2024, 9 diciembre). Rice straw waste producing sustainable products for the global industry - Bioeconomy Corporation. Bioeconomy Corporation. https://www.bioeconomycorporation.my/press-release/rice-straw-waste-producing-sustainable-products-for-the-global-industry/?utm_source
- Cruzito. (2025, 30 abril). *Biorrefinería: el futuro de la producción sostenible | Estudyando*. Estudyando. <https://estudyando.com/biorrefineria-el-futuro-de-la-produccion-sostenible/>
- Csic. (2022, 23 mayo). *Biorrefinerías para convertir residuos vegetales en combustible renovable*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. <https://www.csic.es/es/actualidad-del-csic/biorrefinerias-para-convertir-residuos-vegetales-en-combustible-renovable#:~:text=Refinado%20de%20restos%20vegetales,como%20biocombustibles%2>

[0y%20productos%20qu%C3%ADmicos.](#)

Culminado exitosamente seminario sobre los beneficios de la utilización de bioinsumos en la producción de arroz | FUSAGRI. (2023, marzo 3). FUSAGRI. https://www.fusagri.com/bioeconomia-post/bioinsumos-arroz/?utm_source

Culminado exitosamente seminario sobre los beneficios de la utilización de bioinsumos en la producción de arroz | FUSAGRI. (2023, marzo 3). FUSAGRI. https://www.fusagri.com/bioeconomia-post/bioinsumos-arroz/?utm_source

Culminado exitosamente seminario sobre los beneficios de la utilización de bioinsumos en la producción de arroz | FUSAGRI. (2023, marzo 3). FUSAGRI. <https://www.fusagri.com/bioeconomia-post/bioinsumos-arroz/>

DANE. (2023). *Encuesta nacional de arroz mecanizado (ENAM) – I semestre 2023: área sembrada, producción y rendimiento por municipio*. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-de-arroz-mecanizado>

Del Rio, N. M. F. V. (2022). Propuesta de un Modelo de Economía Circular para una Cadena de Valor. *SOCIAL REVIEW International Social Sciences Review / Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 11(1), 59-92. <https://doi.org/10.37467/gkarevsocial.v11.3421>

Del Rio, N. M. F. V. (2022c). Propuesta de un Modelo de Economía Circular para una Cadena de Valor. *SOCIAL REVIEW International Social Sciences Review / Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 11(1), 59-92. <https://doi.org/10.37467/gkarevsocial.v11.3421>

Díaz-Ariza, D. M., & Aguilar-Galeano, E. (2024). Value chain in agroecological organizations: analysis from the triple bottom line. *Revista de Investigación Desarrollo E Innovación*, 14(1), 141-154. <https://doi.org/10.19053/uptc.20278306.v14.n1.2024.17630>

- Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). (2003). *Manual técnico para el cultivo de arroz (Oryza sativa): Para extensionistas y productores*. Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). <https://curlacavunah.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>
- Edwards, G. I., Nelson, K. M., Clec'h, S. L., Luu, T., Coast, O., Futakuchi, K., & Kok, K. (2024). *Twenty-five rice research priorities for sustainable rice systems by 2050*. *Global Sustainability*, 7. <https://doi.org/10.1017/sus.2024.17>
- El Diario del Llano. (2024, 12 febrero). *Casanare, Tolima y Meta son los departamentos donde más se produce arroz*. El Diario del Llano. https://eldiariodelllano.com/casanare-tolima-y-meta-son-los-departamentos-donde-mas-se-produce-arroz/?utm_source
- El Pilón. (2024, 30 septiembre). *Aguachica lidera el procesamiento de arroz en la planta de Valencia de Jesús*. El Pilón | Noticias de Valledupar, el Vallenato y el Caribe Colombiano. https://elpilon.com.co/aguachica-lidera-el-procesamiento-de-arroz-en-la-planta-de-valencia-de-jesus/?utm_source
- Elías, C. L., Imerio, U. C. J., & Rodrigo, G. V. (2020, 10 septiembre). *Viabilidad económica y financiera del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) y yuca (Manihot esculenta Crantz), en un sistema de producción de pijuayo (Bactris gasipaes Kunth) en Loreto, Perú*. <https://repositorio.inia.gob.pe/items/6ef9dd6d-0ccc-4b8d-8344-f40eb361d7>
- Espinoza, M. C., & Blanco, E. I. (2021). La auditoría financiera y su proyección en la rentabilidad de las empresas. *Ad-gnosis*, 10(10), 141-149. <https://doi.org/10.21803/adgnosis.10.10.475>
- Eveillé, F. & S. L. & T. A. (2020b). Economic and climate effects of low-carbon agricultural and bioenergy practices in the rice value chain in Gagnoa, C te d'Ivoire. *ideas.repec.org*. <https://ideas.repec.org/p/ags/faoets/309367.html>

Experto GestioPolis.com. (2023, 11 marzo). *Principios de Taylor. Qué y cuáles son, origen y aplicación*. GestioPolis. <https://www.gestiopolis.com/principios-de-taylor/>

FAO. (2023). Transformación sostenible de los sistemas agroalimentarios. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org>

Fedearroz. (2021, 8 septiembre). Monitoreo de cosecha. Fedearroz. <https://fedearroz.com.co/es/noticias/2021/09/08/monitoreo-de-cosecha/>

Fedearroz. (2024). *Tabla de costos de producción: arroz paddy verde y arroz blanco*. <https://thinker.fedearroz.com.co/costos/>

Fedearroz. (2025, 21 enero). Fedearroz advierte sobre amenaza a la sostenibilidad y seguridad alimentaria por precios bajos. *Portafolio*. <https://www.portafolio.co/economia/agro/fedearroz-advierte-sobre-riesgos-622133>

Fedearroz. (2025, 30 abril). Prácticas óptimas en el manejo del cultivo de arroz. Fedearroz. <https://fedearroz.com.co/es/noticias/2025/04/30/practicas-optimas-en-el-manejo-del-cultivo-de-arroz/>

Fedearroz. (2025, marzo). *Proyecto para la sostenibilidad de los sistemas de producción de arroces criollos*. Federación Nacional de Arroceros. <https://fedearroz.com.co/es/noticias/2025/03/13/fedearroz-socializa-nuevo-proyecto-para-la-sostenibilidad-de-los-sistemas-de-produccion-de-arroces-criollos/>

Federación Nacional de Arroceros – Fedearroz. (2023). Informe técnico de costos de producción arrocería en Colombia. <https://www.fedearroz.com.co>

Fedesarrollo con la participación de Bibiana Quiroga y Angélica Sarmiento del Centro Nacional Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2020). Good harvesting and post-harvest practices for rice. <https://www.fao.org/3/i3273e/i3273e.pdf>

- Francisco, G. B., Joel, P. N., Diana, A. M., & Joel, V. V. (2024). *Ecointensificación de sistemas agrícolas como potencial de los microorganismos del suelo. Un metaanálisis*. Eco-intensification Of Agricultural Systems As The Potential Of Soil Microorganisms. A Meta-analysis. <https://agris.fao.org/search/es/records/67122a137f591113e2a4ab6f>
- Franquesa, M. (2022, 31 mayo). Todo sobre la biotecnología en el sector agrícola. *Agroptima*. <https://blog.agroptima.com/es/blog/biotecnologia-agricola/>
- Fuentes R. (abril 2 de 2022). El crecimiento de largo plazo y la productividad. LA CLASE EJECUTIVA. <https://www.claseejecutiva.com.mx/blog/articulos/el-crecimiento-de-largo-plazo-y-la-productividad/>
- Galván, K. P. G. (2024). Prospectiva estratégica del sector arrocero para el desarrollo sostenible del suroriente del Tolima. *revistas.ut.edu.co*. <https://doi.org/10.59514/2539-5211.3710>
- Garaycochea, S., & Bonnacarrère, V. (2024). *Genómica y bioinformática para la agricultura*. Revista INIA, (79), 45–46. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/17985/1/Revista-INIA-79-Diciembre-2024-12.pdf>
- Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2016). Principios de administración financiera (14.^a ed.). Pearson Educación.
- Gómez, S. P. M., Vallejo, L. F. C., & Orobio, B. A. P. (2024). *Inoculantes biológicos: oportunidades y desafíos para la sustentabilidad agrícola y bioeconomía colombiana*. Una revisión. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9680927>
- Hacia una bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe: elementos para una visión regional. (2020). Comisión Económica Para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44640-bioeconomia-sostenible-america-latina-caribe-elementos-vision-regional>

- Hernández, R., & Céspedes, J. (2020). Bioeconomía: una estrategia de sostenibilidad en la cuarta revolución industrial. *Revista De Investigación E Innovación Agropecuaria Y De Recursos Naturales*, 7(2), 126–133. Recuperado a partir de <https://riiarn.umsa.bo/index.php/RIIARn/article/view/167>
- Infoagro, & Infoagro. (2021, 3 agosto). Guía técnica del cultivo de arroz. *InfoAgronomo*. <https://infoagronomo.net/guia-tecnica-de-manejo-del-cultivo-de-arroz/>
- Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. (2022). Resolución No. 00004706 del 23 de marzo de 2022 por la cual se establecen los requisitos para el registro de lugares de producción de arroz paddy como parte del subsistema de trazabilidad vegetal en arroz. <https://www.ica.gov.co/getattachment/65f8b861-9a2f-448d-9edf-6813b6e9afe9/2022R0004706.aspx>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2014). Manual de capacitación: Agregación de valor a productos de origen agropecuario: elementos para la formulación e implementación de políticas públicas. Costa Rica. Texto completo disponible en <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3070/BVE17069004e.pdf?sequence=1>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2023). Manejo de riego. <https://tecnologia.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/riego.pdf>
- Iris, S. (octubre 2007). Talleres Comunitarios De Educación Ambiental Para La Introducción Del Pensamiento Ambiental A Nivel De Los. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-TalleresComunitariosDeEducacionAmbientalParaLaIntr-2661124.pdf>
- Kogut, P. (2025, 14 marzo). La agricultura sostenible: un nuevo concepto de cultivo. *EOS Data Analytics*. <https://eos.com/es/blog/agricultura-sostenible/>
- LÓpez, A., & LÓpez, A. (2023, 29 abril). Disminuye la producción

- mundial de arroz y afecta a la seguridad alimentaria. *Atalayar*.
<https://www.atalayar.com/articulo/economia-y-empresas/disminuye-la-produccion-mundial-de-arroz-y-afecta-la-seguridad-alimentaria/20230425130928184065.html>
- Manual de manejo postcosecha de granos a nivel rural - Secado de los granos. (2019).
<https://www.fao.org/4/x5027s/x5027s05.htm>
- Maydeline, G. M. M., & María, R. F. V. (2024, 12 marzo). *Propuesta de planificación para la implementación de proyectos integrales sostenibles para pequeños productores familiares, beneficiarios del INDER: estudio de caso del Asentamiento Las Nubes, Los Chiles, 2022-2023*. <https://repositorio.una.ac.cr/items/015efee3-eab8-4bfb-bb93-45b018d83795>
- Melgarejo, P., Romagosa, I., & Duran, N. (2014). Biotecnología agrícola. *Arbor*, 190(768), a152.
<https://doi.org/10.3989/arbor.2014.768n4006>
- Metodología de la investigación -Sampieri- 6ta EDICION.pdf. (s. f.). Google Docs.
<https://drive.google.com/file/d/1Fjufmi0oGY4Zs8EajFiAJYNT2qoecH4k/view>
- Meza, L. E., & Rodríguez, A. G. (2022, 23 mayo). *Soluciones basadas en la naturaleza y la bioeconomía: contribución a una transformación sostenible e inclusiva de la agricultura y a la recuperación pos-COVID-19*.
<https://repositorio.cepal.org/entities/publication/d2d88afb-37a1-4113-86b5-6daf5e8f1c8f>
- Minciencias. (2023). *Convocatoria MAPBIO 3.0: fortalecimiento de la bioeconomía colombiana*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.
https://www.minciencias.gov.co/sala_de_prensa/lanzan-convocatoria-mapbio-30-que-fortalece-la-bioeconomia-colombiana
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2024). *Bioeconomía para el desarrollo sostenible de Colombia*. <https://www.mincit.gov.co/prensa/noticias/industria/bioeconomia-para>

[desarrollo-sostenible-de-colombia](#)

Miriela R, Daniel V & Ana María L. (15 de octubre del 2016). AGRICULTURA, DESARROLLO SOSTENIBLE, MEDIOAMBIENTE, SABER CAMPESINO Y UNIVERSIDAD. CIGET. <https://www.redalyc.org/journal/1813/181351615008/html/>

Muñoz, M. (2024). El poder transformador de la biotecnología en América Latina: avances, desafíos y perspectivas. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 26(2), 2-7. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v26n2.118015>

Núñez Oscar & Rodríguez Marcos. (abril 2019). *Subproductos agrícolas, una alternativa en la alimentación de rumiantes ante el cambio climático*. CIGET. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812019000100004

Ólives Stefanie. (2024 julio 19). *¿Qué es la bioeconomía y cómo puede impulsar el desarrollo sostenible?*. World Economic Forum. <https://es.weforum.org/stories/2024/07/que-es-la-bioeconomia-y-como-puede-impulsar-el-desarrollo-sostenible/#:~:text=Tecnolog%C3%ADas%20como%20la%20edici%C3%B3n%20gen%C3%A9tica,atenci%C3%B3n%20sanitaria%20y%20otros%20%C3%A1mbitos>.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. (2020, octubre 13). *Perspectivas Agrícolas 2020-2029*. [Tesis doctoral o de maestría, OCDE-FAO]. https://www.oecd.org/es/publications/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2020-2029_a0848ac0-es.html#:~:text=Abstract,consultarse%20informaci%C3%B3n%20complementaria%20al%20respecto..

Overturf, E., Ravasio, N., Zaccheria, F., Tonin, C., Patrucco, A., Bertini, F., Canetti, M.,

- Avramidou, K., Speranza, G., Bavaro, T., & Ubiali, D. (2020). Towards a more sustainable circular bioeconomy. Innovative approaches to rice residue valorization: The RiceRes case study. *Bioresource Technology Reports*, 11, 100427. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2020.100427>
- Parra-Peña, R. I., Flórez, S., & Rodríguez, D. (2022, enero 1). *La competitividad de la cadena del arroz en Colombia: un compromiso con el bienestar del agricultor*. <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/4237>
- Pérez-Vega, Regil García & François Mas. (agosto 14 de 2020). Degradación ambiental por procesos de cambios de uso y cubierta del suelo desde una perspectiva espacial en el estado de Guanajuato, México. *INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS*. <https://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/60150/5349>
- 8
- Plant Production and Protection Division: *Intensificación sostenible de la producción agrícola*. (2018). <https://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/spi/es/>
- Porras, E. P. (2024, 18 mayo). *Aguachica: un Plan de Desarrollo desde la academia*. El Pílon | Noticias de Valledupar, el Vallenato y el Caribe Colombiano. <https://elpilon.com.co/aguachica-un-plan-de-desarrollo-desde-la-academia/>
- Principios de administración financiera. (2016). Libros Digitales de la Biblioteca Universidad Católica de Cuenca. <https://ebooks.ucacue.edu.ec/reader/principios-de-administracion-financiera-1676492454?location=1>
- Puerta Cortés, C. E. (2021). *Valorización de la cascarilla de arroz en diferentes procesos industriales*. Instituto Tecnológico Metropolitano. <https://dspace.tdea.edu.co/entities/publication/b7c94dca-f392-4104-8aa1-8b6f682729d5>

¿Qué es? | Plataforma de Conocimientos sobre las Cadenas de Valor Alimentarias Sostenibles |

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023).

https://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/what-is-it/es/?utm_source

Quiroz-Soracá, M. A. (2023). *Análisis de estrategias para la valorización de la cascarilla de arroz: caso Valledupar*. Universidad de Santander (UDES).

<https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/83691fad-44a4-41be-ae7c-6ab7188711f9>

Ramírez, Juan M. & Bedoya, Juan G. (2019). Informe evaluación de impacto AMTEC.

Revista Colombiana de Biotecnología. (s. f). <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia>

Reyes-Ruiz, L., & A, C. A. F. (2020). *La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio*. [https://bonga.unisimon.edu.co/items/cbb661ef-30e3-](https://bonga.unisimon.edu.co/items/cbb661ef-30e3-4263-b7b2-810e88237f5f)

[4263-b7b2-810e88237f5f](https://bonga.unisimon.edu.co/items/cbb661ef-30e3-4263-b7b2-810e88237f5f)

Rodríguez, H. (2024, 10 febrero). Área sembrada de arroz en Colombia creció 3,3%. *Portafolio.co*.

https://www.portafolio.co/economia/agro/aumenta-area-sembrada-de-arroz-en-colombia-en-un-3-3-598099?utm_source

Ruiz, E. M. (2013, 5 septiembre). *Paradigma Interpretativo en Investigación*. Monografias.com.

<https://www.monografias.com/trabajos97/paradigma-interpretativo/paradigma-interpretativo>

Satelital mapa de Aguachica // Colombia, Cesar. (s. f.). Satélites.pro Recuperado el 24 de abril

de 2025, de https://satellites.pro/mapa_de_Aguachica.Colombia#8.301065,-73.614235,13

Statista. (2024, 4 noviembre). *Principales países productores de arroz en el mundo en 2023/2024*.

<https://es.statista.com/estadisticas/598933/principales-productores-de-arroz-con-cascara-en-el-mundo/>

- Stockholm Environment Institute. (2019, 23 octubre). *Conectando el sector privado, la agricultura y el cambio climático* | SEI. SEI. <https://www.sei.org/perspectives/el-sector-privado-la-agricultura-y-el-cambio-climatico-conectando-los-puntos/>
- T, D. K. R. (2024, 30 julio). Bioeconomía, *opción para recuperar la industrialización en el país*. *Portafolio.co*. <https://www.portafolio.co/negocios/industrias/reindustrializacion-uso-de-la-bioeconomia-para-potenciarla-609983>
- The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance - Book - Faculty & Research - Harvard Business School. (s. f.). <https://share.google/QnRvWqCZqUVODw6kA>
- The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance - Book - Faculty & Research - Harvard Business School. (1985). <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=193>
- Toro, K. T. (2016). Flick, U. (2015). El diseño de la investigación cualitativa. *Revista Investigación Cualitativa*, 1(1), 107-117. <https://doi.org/10.23935/2016/01018>
- Ugalde, J. H. F., Leyva, E. A. L., & Figueroa, R. C. (2022). *Fundamentos de la sustentabilidad en la bioeconomía y su relación con las teorías administrativas*. <https://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3943064004/html/>
- Universidad de Caldas - *Biblioteca Koha* › *Detalles de: Notas de Interés en el Sector Arrocerero* /. (s. f.). https://catalogo.ucaldas.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=93205&utm_source
- Vargas-García, Y., Pazmiño-Sánchez, J., & Dávila-Rincón, J. (2021). Potencial de Biomasa en América del Sur para la Producción de Bioplásticos. Una Revisión. *Revista Politécnica*, 48(2), 7-20. <https://doi.org/10.33333/rp.vol48n2.01>

Wikifarmer. (2023). Cosecha de arroz: rendimiento y almacenamiento.

<https://wikifarmer.com/es/cosecha-de-arroz-rendimiento-por-hectarea-y-almacenamiento/>

Yáñez-Díaz, M. F., Prieto-Velásquez, M., Medina-Jaimes, D. X., & Madriz-Rodríguez, D. A.

(2022). Procedimiento para el diseño de investigaciones bajo el enfoque de revisión sistemática. Un caso de aplicación. *Aibi Revista de Investigación Administración E Ingeniería*, 43-51. <https://doi.org/10.15649/2346030x.2630>

ANEXOS

Anexo 81. Proceso de producción del arroz



Tipo de proyecto

Investigación y desarrollo

Título del proyecto

Diseño De Una Cadena De Valor Sostenible Para El Sector Arrocero De Aguachica-Cesar, Bajo Principios De Bioeconomía.

Fecha de inicio Fecha de fin Código del proyecto SIGP/Código entidad financiadora

Febrero 2025 Marzo 2026 PGM048

El proyecto es: Solidario

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo diseñar una cadena de valor sostenible para el sector arrocero de Aguachica, Cesar, bajo principios de bioeconomía, con el fin de mejorar la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad ambiental. La investigación surge ante problemáticas como el uso ineficiente de los recursos naturales, los altos costos de producción, la baja tecnificación y la escasa implementación de prácticas sostenibles, factores que afectan la competitividad del sector. El estudio se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, con alcance descriptivo y exploratorio, utilizando principalmente la revisión documental como técnica de análisis. A partir de esta, se identifican los procesos productivos del arroz y las oportunidades para integrar prácticas basadas en la bioeconomía, tales como el uso de bioinsumos, el aprovechamiento de subproductos y la incorporación de tecnologías sostenibles. Los resultados permiten proponer una estructura de cadena de valor que optimiza cada etapa del proceso productivo, desde la siembra hasta la comercialización, promoviendo el uso eficiente de los recursos y la reducción del impacto ambiental. Asimismo, se plantea la evaluación de la viabilidad financiera de esta propuesta, destacando su potencial para generar mayores ingresos y fortalecer la economía local. En conclusión, la implementación de una cadena de valor sostenible basada en bioeconomía representa una alternativa viable para el desarrollo del sector arrocero en Aguachica, contribuyendo al crecimiento económico, la innovación productiva y la sostenibilidad del territorio.

Para actualizar la información de un proyecto tenga en cuenta:

1. Usted debe ser el investigador principal
2. Es necesario incluir la información de financiación, si aplica. Para esto si en la información del proyecto dice que es un proyecto solidario, por favor desvincule la institución que tenga registrada, de este modo el sistema le permitirá ingresar toda la información que Minciencias solicita para los proyectos.
3. Si la financiación es interna sólo debe ingresar una institución participante.

Integrantes del proyecto	
Integrante	Tipo de participación
Mayerly Uribe Uribe	Estudiante de pregrado Editar

Instituciones vinculadas al proyecto [Vincular institución]	
Institución financiadora	Tipo de participación
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR	Ejecutora

Mayerly Uribe



[Ayuda relacionada](#)

Proyectos

A continuación puede visualizar la información de los proyectos que usted ha registrado. Para registrar un nuevo proyecto pulse el enlace [Crear proyecto](#)

Nombre del proyecto	Año de inicio	Categoría	Detalles	Editar	Eliminar
1 Diseño De Una Cadena De Valor Sostenible Para El Sector Arrocero De Aguachica-Cesar, Bajo Principios De Bioeconomía.	2025		Detalles	Editar	Eliminar

Resultados 1 - 1 de 1.

ENTREGA DE TRABAJO DE GRADO Y AUTORIZACIÓN DE SU USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

Mayerly Uribe Uribe, identificado (a) con Cédula de Ciudadanía No. 26.863.607 expedida en Rio de Oro actuando en nombre propio, en calidad de autor del trabajo de grado en modalidad de Monografía titulada(o): **Diseño de una Cadena de Valor Sostenible para el Sector Arrocero de Aguachica-Cesar, bajo Principios de Bioeconomía**, hago entrega formal del ejemplar respectivo y de sus anexos de ser el caso en formato físico y digital o electrónico (CD) y autorizo a la UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública y distribución (alquiler, préstamo público) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento. PARAGRAFO: La presente autorización se hace extensiva no solo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también como formato virtual, electrónico, digital, óptico, uso de red, internet, extranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

EL AUTOR-ESTUDIANTE, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de su exclusiva autoría y detenta la titularidad de la misma. PARAGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL AUTOR/ESTUDIANTE, asumirá toda la responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (2) ejemplares del mismo valor y tenor, en Aguachica, a los XX días del mes de XX de Dos mil Veintitrés (2023).

EL AUTOR/ESTUDIANTE

Firma, 

**Diseño De Una Cadena De Valor Sostenible Para El Sector Arrocero De Aguachica-Cesar,
Bajo Principios De Bioeconomía.**

Mayerly Uribe Uribe

Universidad Popular del Cesar, Seccional Aguachica




15% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)