



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y
AGRONEGOCIOS

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LUFA (*LUFFA CYLINDRICA*), COMO ALTERNATIVA BIODEGRADABLE A ESPONJAS SINTÉTICAS EN LA PROVINCIA DE IMBABURA”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en
Gestión de Agroempresas y Agronegocios

Línea de investigación: Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico

AUTOR:

Ing. Gustavo Alexander Aguinaga Chalacan

DIRECTORA:

MSc. Alexandra Antonieta Mena Vásquez

Ibarra – Ecuador

2026



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Aguinaga Chalacan Gustavo Alexander

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LUFA (<i>LUFFA CYLINDRICA</i>), COMO ALTERNATIVA BIODEGRADABLE A ESPONJAS SINTÉTICAS EN LA PROVINCIA DE IMBABURA
AUTOR (ES):	Aguinaga Chalacan Gustavo Alexander
FECHA: DD/MM/AAAA	27/04/2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Magíster en Gestión de Agroempresas y Agronegocios
DIRECTOR /ASESOR:	MSc. Alexandra Antonieta Mena Vásquez

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 27 días del mes de abril de 2026

EL AUTOR:



Firmado electrónicamente por:
**GUSTAVO ALEXANDER
AGUINAGA CHALACAN**

Validar únicamente con Firma@C

Ing. Aguinaga Chalacan Gustavo Alexander



Ibarra, fecha 27 de febrero de 2026


Dr. Jorge Gordón
Decano (e)
Facultad de Posgrado

ASUNTO: Conformidad con el documento final

Señor(a) Decano(a):

Nos permitimos informar a usted que revisado el Trabajo final de Grado ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LUFFA (*LUFFA CYLINDRICA*), COMO ALTERNATIVA BIODEGRADABLE A ESPONJAS SINTÉTICAS EN LA PROVINCIA DE IMBABURA del maestrante Gustavo Alexander Aguinaga Chalacan, de la Maestría de Gestión de Agroempresas y Agronegocios, certificamos que han sido acogidas y satisfechas todas las observaciones realizadas.

Atentamente,

	Apellidos y Nombres	Firma
Directora	Alexandra Antonieta Mena Vásquez	ALEXANDRA ANTONIETA MENA VÁSQUEZ Firmado digitalmente por ALEXANDRA ANTONIETA MENA VÁSQUEZ Fecha: 2026.03.05 15:40:34 -05'00'
Asesora	Julia Karina Prado Beltrán	 Firmado electrónicamente por: JULIA KARINA PRADO BELTRAN Validar electrónicamente con Firmas®

DEDICATORIA

Le agradezco a Dios por haberme permitido llegar a este punto de mi vida, de haberme dado fuerzas para emprender hacia delante y nunca rendirme y de haberme brindado enseñanzas y mostrarme el camino hacia la plenitud. Un caluroso y afectuoso reconocimiento a mis padres José Gustavo Aguinaga y Martha Chalacán por el apoyo moral incondicional y el cariño inmenso, sobre todo a mi Cinthya e hija Sarah por la motivación constante, por confiar en mí y ayudarme alcanzar mis objetivos deseados.

Gustavo

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento sincero, a mi directora de tesis MSc. Alexandra Mena, a mi asesora; PHD. Julia Prado, así como muchos docentes de la Maestría, quienes me brindaron la oportunidad de recurrir a sus capacidades y conocimientos científicos, de igual manera expreso mi gratitud por la paciencia, tiempo y recomendaciones brindadas, para culminar con éxito el trabajo de titulación y las ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Contextualización del Problema	1
1.2. Identificación de la Problemática.....	2
1.3. Relación con la Literatura y el Estado del Arte	3
1.4. Planteamiento de la Tesis o Argumento Central.....	4
1.5. Objetivos	6
1.5.1. Objetivo General.....	6
1.5.2. Objetivos Específicos.....	6
1.6. Justificación de la Investigación	6
CAPÍTULO II.....	9
MARCO REFERENCIAL.....	9
2.1. Marco Teórico.....	9
2.1.1. Conceptualización de la Problemática	9
2.1.2. Teorías que Respaldan el Estudio	10
• Teoría de la Sostenibilidad y el Crecimiento Duradero.	10
• Teoría de la Cadena de Valor.....	10
2.1.3. Investigaciones Previas y su Relación con el Problema	11
2.1.3.1 Trabajos Nacionales sobre <i>Luffa cylindrica</i> L. y Fibras Naturales	11
• Estudios sobre Producción Agrícola y Sostenibilidad en Ecuador	11
• Usos Industriales y Domésticos de la <i>Luffa cylindrica</i> L.....	13
• Limitaciones Identificadas.....	15
2.1.3.2 Trabajos Internacionales sobre <i>Luffa cylindrica</i> L. y Fibras Naturales	15
• Producción y Manejo de <i>Luffa cylindrica</i> L. en otros Países.....	15
• Aplicaciones en Limpieza, Cosmética y Tratamiento de Aguas	16

• Innovaciones Tecnológicas	17
2.1.3.3. Comparación de Enfoques, Métodos y Resultados.....	18
• Diferencias Metodológicas entre Estudios Nacionales e Internacionales	18
• Resultados Relevantes y Hallazgos Consistentes.....	20
• Contrastes y Vacíos en la Investigación.....	20
2.1.3.4. Aportes de este Estudio Frente a Investigaciones Previas	21
• Innovación y Valor Agregado.....	21
• Integración de Sostenibilidad y Cadena de Valor	22
• Brechas que se Buscan Cubrir.....	23
2.1.3.5. Aportes de este Estudio Frente a Investigaciones Previas	24
2.2. Marco Legal.....	27
2.2.1. Constitución de la República del Ecuador (Art. 424)	27
2.2.2. Legislación Nacional	28
2.2.2.1. Ley Orgánica de Régimen Agropecuario.....	28
2.2.2.2. Ley Orgánica de Gestión Ambiental.....	28
2.2.2.3. Normativa sobre Innovación y Emprendimiento Agroindustrial.....	29
2.2.3. Normas Institucionales y Técnicas	29
2.2.3.1. Normas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).....	29
2.2.3.2. Normas de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)	29
2.2.4. Estándares y Acuerdos Internacionales.....	30
2.2.4.1. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).....	30
2.2.4.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU	30
CAPÍTULO III.....	31
MARCO METODOLÓGICO.....	31
3.1. Enfoque y Tipo de Investigación	31
3.1.1. Enfoque.....	31

3.1.2. Tipo de Estudio.....	33
3.1.3. Alcance	34
3.2. Diseño de Investigación.....	34
3.2.1. Análisis de Factibilidad Integral	35
3.3. Población y Muestra	36
3.4. Técnicas e Instrumentos para Recolección de Datos	37
3.5. Procedimiento Metodológico.....	38
3.6. Consideraciones Bioéticas	42
CAPITULO IV.....	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. Análisis de Resultados del Estudio	43
4.1.1. Resultados del Diagnóstico Técnico-Productivo	43
4.1.2. Resultado del Estudio de Mercado	52
4.1.2.1. Resultados Financieros y de Viabilidad.....	60
Evaluación de riesgos financieros y ambientales asociados al proyecto	68
4.2. Integración de Criterios de Sustentabilidad	70
4.3. Dimensiones de Innovación Aplicadas.....	76
CAPÍTULO V.....	81
PROPUESTA.....	81
PRODUCCIÓN TECNIFICADA Y SOSTENIBLE DE <i>Luffa cylindrica</i> L. PARA SU COMERCIALIZACIÓN EN LA PROVINCIA DE IMBABURA	81
5.1. Antecedentes	81
5.1.2. Objetivos.....	83
5.2. Propuesta de Implementación del Proyecto.....	84
5.2.2. Componente Técnico:	84
5.2.3. Componente de logística y distribución.....	87
5.1.2. Componente Ambiental	89

5.1.4. Componente Social.....	97
5.1.5. Componente Financiero:.....	99
5.2. Evaluación Integral de la Propuesta.....	101
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	108
6.1. Conclusiones	108
6.2. Recomendaciones.....	109
REFERENCIAS.....	112
Normativas Técnicas y Estándares Utilizados (Como Referencia).....	122
ANEXOS	124
Encuesta sobre Producción y Comercialización de <i>Luffa cylindrica</i> L.	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados obtenidos con respecto a condiciones agroecológicas para la producción sostenible de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.).....	43
Tabla 2 Grado de percepción de consumidores y productores de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en Imbabura con respecto a la aplicación de BPA.....	45
Tabla 3 Percepción del rendimiento productivo de la Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) con respecto a cultivos tradicionales.....	47
Tabla 4 Percepción de productores y consumidores con respecto a la eficacia del cultivo de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.), para optimizar recursos naturales.....	49
Tabla 5 Visión de productores y consumidores sobre la sostenibilidad ambiental y social de establecer la producción de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en Imbabura.....	51
Tabla 6 Resultados sobre nivel de conocimiento y aceptación de la Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.), como producto biodegradable por parte de productores y consumidores	53
Tabla 7 Resultados sobre la percepción del producto y consumidor con respecto a tendencia al consumo sostenible y producción ecológica la Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.), en la provincia de Imbabura	55
Tabla 8 Percepción de productores y consumidores en relación a competencia, diferenciación y posicionamiento del producto	57
Tabla 9 Visión de consumidores y productores en relación a la potenciación de los canales de comercialización de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en la provincia de Imbabura.....	59
Tabla 10 Percepción de productores y consumidores sobre la estructura de costos e inversión inicia generada al producir Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en la provincia de Imbabura.....	61
Tabla 11 Índice Van, para identificar sostenibilidad del producto de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.).....	63
Tabla 12 Índice Tir, sobre la rentabilidad del proyecto, para identificar sostenibilidad del producto	63
Tabla 13 Relación beneficio-costos, para calcular la eficiencia del proyecto	64
Tabla 14 Percepción de los indicadores de rentabilidad presentados por productores de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en la provincia de Imbabura	65
Tabla 15 Datos obtenidos al encuestar a productores de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) de la provincia de Imbabura sobre sostenibilidad económica a mediano y largo plazo	67

Tabla 16 Valoración de consumidores y productores, sobre posibles riesgos financieros y ambientales asociados a la producción de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en la provincia de Imbabura	69
Tabla 17 Integración de factores económicos que influyen directamente en la sustentabilidad de la producción de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en la provincia de Imbabura	71
Tabla 18 Integración de factores sociales que influyen directamente en la sustentabilidad de la producción de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en la provincia de Imbabura	73
Tabla 19 Integración de factores ambientales que influyen directamente en la sustentabilidad de la producción de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en la provincia de Imbabura	75
Tabla 20 Percepción de productores y consumidores en relación a las innovaciones en el proceso de producción de Lufa (<i>Luffa cilíndrica</i> L.) en la provincia de Imbabura	77
Tabla 21 Percepción de productores y consumidores en relación a las innovaciones en el proceso de producción de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en la provincia de Imbabura.....	79
Tabla 22 Principales indicadores económicos sobre la proyección financiera de producir Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en Imbabura	101
Tabla 23 Principales indicadores que demuestran viabilidad del proceso de producción de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en Imbabura.....	103
Tabla 24 Viabilidad tecnológica de la propuesta en relación a normativa vigente	104
Tabla 25 Principales estrategias de mitigación tanto financiera, ambiental y productiva a implementar en la producción de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.).....	106
Tabla 26 Principales indicadores de sostenibilidad e impacto al producir Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en la provincia de Imbabura.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) o esponja natural	10
Figura 2 Cadena de valor de la producción y comercialización de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.)	11
Figura 3 Ventajas medioambientales de la Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.)	12
Figura 4 Innovaciones de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) a lo largo de los años.....	14
Figura 5 Sistema de cultivo de tutorado vertical intensivo de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.)	25

Figura 6 Flujograma sobre producción sostenible y cosecha de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en Imbabura	85
Figura 7 Principales parámetros técnicos sobre control de calidad, para producir Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en Imbabura	87
Figura 8 Esquema del componente logístico y de distribución para la producción de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en Imbabura.....	89
Figura 9 Esquema sobre estrategias de mitigación y manejo sostenible para producción de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en la provincia de Imbabura	91
Figura 10 Esquema sobre normativa técnica de reutilización de residuos y bioeconomía circular al producir Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en Imbabura.....	93
Figura 11 Modelo de etiquetado para la producción de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en Imbabura	94
Figura 12 Representación gráfica de canales de distribución y posicionamiento en el mercado de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.).....	96
Figura 13 Esquema sobre la participación de asociaciones en la producción de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en Imbabura	98

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Entrevista dirigida a productores de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en la provincia de Imbabura	124
Anexo 2. Encuesta dirigida a consumidores de Lufa (<i>Luffa cylindrica</i> L.) en la provincia de Imbabura	130

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y
AGRONEGOCIOS**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y
COMERCIALIZACIÓN DE LUFA (*Luffa cylindrica* L.), COMO ALTERNATIVA
BIODEGRADABLE A ESPONJAS SINTÉTICAS EN LA PROVINCIA DE
IMBABURA**

Autor: Ing. Gustavo Alexander Aguinaga Chalacán

Directora: MSc. Alexandra Antonieta Mena Vásquez

Año: 2025

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objeto de estudio la problemática del uso desmesurado de esponjas con poliuretano las cuales afectan considerablemente al medioambiente con falta de alternativas biodegradables competitivas en el mercado de la provincia de Imbabura donde se determinó la viabilidad para la producción y comercialización de *Luffa cylindrica* L. como una alternativa ecológica sostenible utilizando metodología con enfoque mixto en un diseño no experimental y de corte transversal que se estructuró con el estudio de mercado mediante encuestas a 54 consumidores potenciales, 10 productores locales y 5 entidades gubernamentales con un estudio técnico (procesos de cultivo y de procesamiento organizacional) y análisis financiero donde se obtuvieron resultados sobresalientes con una aceptación del 82% (44 encuestados) por parte de los consumidores, 80% productores y el 100% dentro de las entidades gubernamentales coincidiendo en reconocer la pertinencia del proyecto por su alineación con principios de sostenibilidad, bioeconomía y reducción de residuos plásticos así como una viabilidad técnica alta con óptimas condiciones climatológicas para el cultivo de la Lufa. En cuanto al análisis financiero se demuestra la rentabilidad del proyecto al tener un Valor Actual Neto (VAN de \$20,307.52) positivo y contar con una Tasa Interna de Retorno (TIR del 64.02%,) superior a la tasa de descuento

planteada con un B/C >1,15 así como un período de recuperación de la inversión a 5 años alcanzando el punto de equilibrio a los 2 primeros años con un margen del 25% al 30%. Los resultados indican que el proyecto es económico y ambientalmente viable, proporcionando una alternativa práctica a la contaminación ambiental por esponjas comerciales.

Palabras clave: alternativa ecológica, innovación tecnológica y economía circular.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y
AGRONEGOCIOS**

**FEASIBILITY STUDY FOR THE PRODUCTION AND COMMERCIALISATION
OF LUFFA (*Luffa cylindrica L.*) AS A BIODEGRADABLE ALTERNATIVE TO
SYNTHETIC SPONGES IN IMBABURA PROVINCE**

Author: Ing. Gustavo Alexander Aguinaga

Chalacán Advisor: MSc. Alexandra Antonieta

Mena Vásquez Year: 2025

ABSTRACT

The research work focused on the problem of the excessive use of polyurethane-based sponges, which significantly affect the environment due to the lack of competitive biodegradable alternatives in the market of the province of Imbabura, where the feasibility of producing and commercialising *Luffa cylindrica L.* as a sustainable ecological alternative was determined. A mixed-methods methodology was applied, using a non-experimental, cross-sectional design, structured through a market study based on surveys conducted with 54 potential consumers, 10 local producers and 5 governmental entities, together with a technical study (cultivation and organisational processing procedures) and a financial analysis. The results obtained were highly favourable, showing an acceptance rate of 82% (44 respondents) among consumers, 80% among producers and 100% among governmental entities, all of whom agreed in recognising the relevance of the project due to its alignment with principles of sustainability, bioeconomy and the reduction of plastic waste, as well as high technical feasibility supported by optimal climatic conditions for the cultivation of Luffa. Regarding the financial analysis, the project was shown to be profitable, with a positive Net Present Value (NPV) of USD 20,307.52 and an Internal Rate of Return (IRR) of 64.02%, exceeding the proposed discount rate, a benefit–cost ratio greater than 1.15, and an investment recovery period of five years, reaching the break-even point within the first

two years with profit margins ranging from 25% to 30%. It is therefore concluded that the project is economically and environmentally viable, providing a practical solution to environmental pollution.

Keywords: *ecological alternative*, technological innovation, circular economy.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Contextualización del Problema

La preocupación por el medio ambiente nos lleva a buscar alternativas biodegradables en sustitución de productos sintéticos. El uso masivo de esponjas sintéticas, hechas principalmente de poliuretano, es un problema ambiental importante. Esto se debe a que muchos de estos materiales se desintegran en microplásticos, que son partículas de menos de 5 mm. Estos microplásticos se dispersan ampliamente en suelos, cuerpos de agua y sedimentos. Quedan ahí durante mucho tiempo porque tardan en degradarse. Esto afecta procesos ecológicos y supone un riesgo para los organismos acuáticos y terrestres. Las partículas de microplásticos provienen de residuos plásticos que no se gestionan correctamente. Transportan contaminantes y pueden pasar de un lugar a otro, lo que hace difícil eliminarlos y empeora la contaminación ambiental.

Para comenzar la transición a la bioeconomía en el mundo rural, es necesario tener en cuenta la innovación en las cadenas de producción que vinculen la sostenibilidad y la competitividad. En el caso de Ecuador, la diversificación agrícola está vinculado a estrategias de desarrollo rural sostenible. La Lufa, además de su potencial económico, contribuiría a la disminución de residuos plásticos además de contar con ingresos para las comunidades rurales (Ibarra et al., 2024). En este sentido, la *Luffa cilíndrica* L. se presenta como una alternativa sostenible para sustituir las esponjas plásticas, cuya degradabilidad genera contaminación persistente (FAO, 2022).

La provincia de Imbabura cuenta con condiciones agroecológicas favorables que permiten evaluar la viabilidad de la producción y comercialización de este cultivo. No obstante, en Ecuador existe un limitado conocimiento técnico y productivo sobre la Lufa, y en el caso específico de Imbabura, su consumo como producto no tradicional y de origen no local ha sido poco habitual. Esta situación contrasta con la tendencia del mercado internacional, que actualmente demanda productos inocuos, de calidad y con bajo impacto

ambiental, lo que abre oportunidades para la incorporación de cultivos alternativos como la Lufa dentro de estrategias de diversificación agrícola y sostenibilidad (Durán, 2025).

1.2. Identificación de la Problemática

La utilización indiscriminada de esponjas sintéticas genera impactos negativos en ecosistemas acuáticos y terrestres debido a su lenta degradación (Sánchez et al., 2024). Durante su fragmentación, liberan microplásticos que son ingeridos por organismos acuáticos, afectando su metabolismo y reproducción, y favoreciendo su acumulación en la cadena trófica (Jeong et al., 2026; Liu & Li, 2025). En suelos, estos residuos alteran la actividad microbiana y los ciclos de nutrientes, reduciendo la calidad y funcionalidad del ecosistema (Pérez-Méndez et al., 2025). La persistencia y dispersión de estos contaminantes incrementa la presión sobre la biodiversidad, evidenciando la necesidad de alternativas sostenibles (Witczak et al., 2024).

En la provincia de Imbabura, la predominancia de cultivos tradicionales ha limitado la incorporación de innovación tecnológica en cadenas de valor emergentes, situación que reduce la competitividad de sistemas agrícolas locales y restringe la diversificación productiva (FAO, 2022; World Bank, 2023). En el caso de cultivos no convencionales como *Luffa cylindrica*, el escaso uso de tecnologías apropiadas para producción, procesamiento y comercialización dificulta su integración en mercados especializados, donde la agregación de valor y la diferenciación son factores determinantes (Gómez & Martínez, 2024). Asimismo, la falta de infraestructura postcosecha y de procesos de transformación agroindustrial limita la eficiencia de la cadena de valor y genera pérdidas económicas significativas (Kitinoja et al., 2023). Esta situación se agrava por la ausencia de diagnósticos técnico-científicos que respalden la viabilidad agronómica, económica y comercial del cultivo en la región (Torrez, 2023), lo que impide una articulación efectiva entre productores, transformadores y consumidores, restringiendo el aprovechamiento del potencial sostenible de la Lufa como alternativa ecológica.

Asimismo, en el contexto de las cadenas de valor emergentes, los pequeños productores enfrentan múltiples limitaciones estructurales que obstaculizan su integración competitiva en mercados internacionales cada vez más exigentes en términos de calidad,

inocuidad y sostenibilidad. Estas restricciones incluyen el escaso acceso a tecnologías apropiadas para la producción y transformación de cultivos no tradicionales, la limitada disponibilidad de financiamiento para innovación agrícola, y la ausencia de canales eficientes de comercialización (Saavedra et al., 2023). En la provincia de Imbabura, estas barreras se agravan por el enfoque predominante en cultivos convencionales, lo que ha generado una baja diversificación productiva y una débil articulación entre actores de la cadena. A diferencia del problema ambiental descrito anteriormente —centrado en los impactos negativos de las esponjas sintéticas sobre los ecosistemas— esta problemática se relaciona directamente con la viabilidad socioeconómica de adoptar alternativas sostenibles como la *Luffa cylindrica* L.

1.3. Relación con la Literatura y el Estado del Arte

Lufa (*Luffa cylindrica* L.) es una especie perteneciente a la familia Cucurbitaceae, caracterizada por su fruto fibroso, el cual, tras un proceso de secado y eliminación de la pulpa interna, genera una estructura lignocelulósica porosa con alta capacidad de absorción y resistencia mecánica. Diversos estudios han demostrado su potencial como material biodegradable para aplicaciones domésticas e industriales, particularmente en la elaboración de esponjas naturales, materiales filtrantes y biocompuestos sostenibles (Muthuraman et al., 2023; Abdel-Halim et al., 2022). Investigaciones recientes destacan que su composición rica en celulosa y hemicelulosa le otorga propiedades adecuadas para sustituir productos sintéticos derivados del petróleo, reduciendo así la generación de residuos plásticos y promoviendo alternativas ecológicas en mercados con creciente demanda de bienes sostenibles (Siqueira et al., 2024). Estas características posicionan a la Lufa como una opción viable dentro de estrategias de diversificación agrícola orientadas a la bioeconomía.

De acuerdo con Fuentes (2025), la bioeconomía agrícola debe combinar el avance tecnológico con prácticas respetuosas con el medio ambiente, haciendo énfasis a su vez en cultivos que respondan a la demanda mundial por productos sostenibles. La FAO (2022) menciona, que la calidad y la inocuidad son condiciones fundamentales para acceder a mercados internacionales, por lo que deben emprenderse sistemas de producción responsables desde el punto de vista ambiental.

Durán (2025) manifiesta que la diversificación agrícola en los Andes puede reforzar la resiliencia económica de las comunidades rurales, siempre que se sumen estrategias de comercialización inclusivas. Ibarra et al. (2024) aprecian que la utilización de cultivos no convencionales depende de diagnósticos de viabilidad que contemplan los factores técnicos, económicos y medioambientales.

Se ha evidenciado que la innovación en tecnología, como las cadenas agroindustriales, ocupa un lugar privilegiado como uno de los factores determinantes para el aumento de la competitividad y de la sostenibilidad de los sistemas productivos. De acuerdo a Rosas y Villasana (2022), la adopción de la tecnología en el agroalimentario depende de las condiciones que tienen los productores para acceder a información, financiamiento y capacitación, esto propiciará í a su inserción en mercados especializados, lo que va acorde con la necesidad de fortalecer la cadena de valor de la Lufa en Imbabura.

En Ecuador, las investigaciones asociadas a la agro-innovación han indicado que la diversificación agrícola es un elemento fundamental para el desarrollo rural sostenible (MAG, 2023). Finalmente, de acuerdo con Sánchez et al. (2024), se extrae que la mejora de las cadenas de valor sostenibles requiere de relaciones entre productores, instituciones y consumidores que garanticen la trazabilidad y la confianza en los mercados.

1.4. Planteamiento de la Tesis o Argumento Central

En Ecuador, a pesar de contar con condiciones agroecológicas diversas y favorables para la producción de cultivos alternativos, la falta de inversión, conocimientos técnicos y difusión de información sobre los principios de la agricultura sostenible ha limitado el interés en desarrollar empresas productoras de artículos biodegradables (Caicedo et al., 2020). Esta situación se refleja en la provincia de Imbabura, donde la producción agrícola se ha concentrado en cultivos tradicionales, restringiendo la diversificación y la incorporación de innovación tecnológica en cadenas de valor emergentes (Torrez, 2023).

El problema central radica en que la utilización indiscriminada de esponjas sintéticas genera impactos ambientales negativos, tanto en ecosistemas acuáticos como terrestres, debido a su prolongado tiempo de degradación y la liberación de microplásticos que afectan

la biodiversidad y los ciclos naturales (Sánchez et al., 2024). Sin embargo, la transición hacia alternativas biodegradables como la *Luffa cylindrica L.* se ve obstaculizada por limitaciones estructurales: escaso acceso a tecnologías de cultivo y procesamiento, insuficiente financiamiento para innovación agrícola, y ausencia de canales de comercialización adecuados para productos no convencionales (Saavedra et al., 2023).

En consecuencia, la cadena de valor de la Lufa en Imbabura se encuentra incompleta, pues carece de infraestructura para el procesamiento postcosecha, de mecanismos de transformación industrial y de estrategias de distribución hacia mercados especializados. Esta situación se agrava por la falta de diagnósticos técnico-científicos que validen la viabilidad agronómica, económica y comercial del cultivo (Ibarra et al., 2024).

Adicionalmente, investigaciones recientes subrayan que la integración efectiva de pequeños productores en sistemas alimentarios sostenibles requiere un enfoque estructural que vaya más allá de la mera producción, implicando análisis de mercado, acceso a insumos y mecanismos institucionales que faciliten su participación en cadenas de valor diversificadas. Estudios han demostrado que la adopción de prácticas agroecológicas y la vinculación de pequeños agricultores con mercados orientados a productos diferenciados incrementa la resiliencia socioeconómica y fortalece la sostenibilidad de los sistemas rurales (Dagunga et al., 2023). Esto evidencia la necesidad de generar diagnósticos integrales que consideren tanto factores técnicos como económicos, sociales y ambientales para promover una transición eficiente hacia modelos productivos con mayor valor agregado.

Por lo tanto, el problema de investigación se define en dos dimensiones interrelacionadas:

- **Ambiental**, por la persistencia de la contaminación derivada del uso de esponjas sintéticas.
- **Socioeconómica**, por las limitaciones de los pequeños productores para integrarse en cadenas de valor sostenibles y competitivas, debido a la ausencia de innovación tecnológica, financiamiento y articulación institucional.

De esta manera, se plantea que la producción y comercialización de Lufa en Imbabura podría constituir una alternativa real y sostenible, capaz de reducir la presión ambiental causada por los plásticos y, al mismo tiempo, generar ingresos para comunidades rurales mediante su inserción en cadenas bio-económicas de bajo impacto medioambiental (Schaltegger et al., 2022; FAO, 2022; Durán, 2025).

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Realizar un estudio de factibilidad para la producción y comercialización de Lufa (*Luffa cylindrica*) como alternativa biodegradable a esponjas sintéticas, en la provincia de Imbabura.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar las oportunidades de producción de Lufa en la provincia de Imbabura.
- Identificar los mercados potenciales y canales de comercialización de Lufa en la provincia de Imbabura.
- Proponer estrategias para el fortalecimiento, mejora continua e innovación de la cadena de producción y comercialización de Lufa como alternativa biodegradable en la provincia de Imbabura.

1.6. Justificación de la Investigación

La investigación es relevante, ya que responde a la exigencia a nivel mundial de disminuir el uso de plásticos ofreciendo alternativas biodegradables, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2023). A nivel local, la Lufa representa una oportunidad para diversificar la producción agrícola de Imbabura, generando ingresos y fuentes laborales en las comunidades rurales (Torrez, 2023).

Desde el punto de vista medioambiental, la producción de Lufa fomenta prácticas agrícolas de bajo impacto en los ecosistemas (Saavedra et al., 2023). A nivel de mercado, la tendencia internacional a consumir productos sostenibles abre oportunidades a la exportación de la Lufa ecuatoriana, siempre que su producción esté dentro de los estándares de calidad e inocuidad (FAO, 2022).

Esta planta, a menudo llamada estropajo, ofrece una forma natural de limpieza, ya que cuenta con una estructura fibrosa, al crecer, se pueden moldear sin usar químicos, creando esponjas que se deshacen solas, suaves, fuertes y útiles. Un estudio menciona que el fruto presenta una porosidad interna y mucha celulosa dando lugar a un sinnúmero de utilidades como esponja de baño, platos, maquillaje, zapatos, telas y otros objetos que usamos en el día a día, manifestando versatilidad y siendo amigable con el medio ambiente (Behera et al., 2024).

El análisis realizado por Reyes et al. (2025) muestra que la *Luffa cylindrica* L. ha llamado la atención de muchas empresas entre 2010 y 2023. Los estudios y las licencias muestran que podría ser una fibra natural útil en la construcción, el cuidado del medio ambiente, las medicinas, la biotecnología y la agricultura.

El presente estudio se centra en analizar la viabilidad de la Lufa como esponja biodegradable en la región, con el fin de reducir el impacto ambiental generado por esponjas sintéticas y promover hábitos de limpieza sostenibles que contribuyan a la salud y bienestar de la comunidad local, impulsando iniciativas ecológicas medioambientales. Por último, la investigación añade al conocimiento académico una nueva propuesta relativa a unas estrategias de innovación y mejora continua de cadenas de valor sostenibles, fortaleciendo la bioeconomía de la región (Fuentes, 2025). Así mismo, la investigación incide en el reforzamiento de la economía local en Imbabura, pues presenta nuevas posibilidades de empleo y diversificación productiva.

Por esta razón, desde hace varios años atrás, agricultores de varias zonas tropicales del país se han unido con el fin de mejorar su calidad de vida al impulsar la economía rural con emprendimientos que dan valor agregado a productos como la esponja natural de Lufa, comercializándola en supermercados, farmacias y casas de artículos de belleza, con beneficios exfoliantes de la piel y estimulación de la circulación sanguínea (Lavoignet et al., 2022).

Finalmente, la investigación tiene valor académico y práctico en cuanto que genera conocimiento aplicable a políticas públicas, a estrategias empresariales y a proyectos

comunitarios, proceso que permitirá consolidar un modelo de producción sostenible, replicable en las diversas regiones del país.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Conceptualización de la Problemática

La *Luffa cylindrica* L. es una planta enredadera, que luego de secarse, sus fibras internas se convierten en esponjas exfoliantes de origen natural con facilidad de degradación biológica (Figura 1). Su estructura al ser de lignocelulosa, es muy resistente con capacidad de absorción alta y fácil degradación, características que la hacen perfecta para sustituir las esponjas sintéticas derivadas del petróleo (Shen et al., 2012).

Incorporar hebras de Lufa en materiales de hule natural mediante el método de moldeo por compresión nos brinda la oportunidad de alterar propiedades fundamentales, tales como la dureza y la resistencia a la tracción. Ciertos procesos como la temperatura de secado, tiempo de remojo y presión ejercida, influyen de manera considerable en estas características (Ashish K. et al., 2024).

Las fibras de Lufa al descomponerse de manera natural pueden volverse a usarse como materia orgánica, al comparar las partículas de las esponjas plásticas con las de la Lufa, frente a micro crustáceos, estas se convierten en una opción más amigable con el medio ambiente, ayudando a disminuir considerablemente la cantidad de basura plástica generada por las esponjas de origen sintético (Mannes et al., 2024).

Figura 1

Lufa (Luffa cylindrica L.) o esponja natural.



Fuente: Mannise (2025).

2.1.2. Teorías que Respaldan el Estudio

- **Teoría de la Sostenibilidad y el Crecimiento Duradero.**

La idea de un crecimiento duradero como algo que llena las ansias de hoy sin poner en riesgo lo que tendrán las futuras personas, tanto en lo natural, económico y social. (Sachs, 2015). Si hablamos de la Lufa, la teoría de la durabilidad va directo a la necesidad de usar menos cosas hechas con petróleo, usando algo que se deshace solo sin perjudicar al planeta. Brindando trabajo y buscando equidad entre lo económico y el medioambiental dentro de la provincia.

- **Teoría de la Cadena de Valor**

Una investigación curiosa es la de Barirega y Van Damme (2014), quienes miraron de cerca la ruta de la Lufa en Uganda. Contemplaron a los agricultores como el pilar fundamental de la cadena de valor (Figura 2), a la hora de cultivar la Lufa,

además de los transportistas y comerciantes que venden al por mayor, finalmente los consumidores. También mencionaron el no saber el enfoque del mercado y la presencia de productos similares, representaban una problemática en la cadena misma.

Figura 2

*Cadena de valor de la producción y comercialización de Lufa (*Luffa cylindrica* L.)*



2.1.3. Investigaciones Previas y su Relación con el Problema

2.1.3.1 Trabajos Nacionales sobre *Luffa cylindrica* L. y Fibras Naturales

- Estudios sobre Producción Agrícola y Sostenibilidad en Ecuador
- Métodos de Cultivo y Rendimiento de *Luffa cylindrica* L. en Ecuador

La densidad de siembra de la Lufa es de 1.25m entre filas y 0.70m entre hileras (11.400plantas/ha). La propagación suele ser directa (3 semillas por sitio) y en almacigo, suelo con buen drenaje y riego continuo al inicio del cultivo. La recolección del fruto se da cuando estos se tornan de color amarillento, el paso a seguir es

remojuéndolos en agua varios días para retirar la corteza exterior, luego, las fibras se secan a la sombra para evitar cambios de color. (Loeza et al., 2018).

Abonar con nitrógeno, entre 50 y 100kg/ha, mejora la eficiencia de las semillas, los huecos en la fibra, el tamaño del fruto y la biomasa total (0,70kg) con un rendimiento entre los 25 a 30 frutos por planta (285.000 a 342.000frutos/ha) equivalente 199.500 a 239.400kg/ha. Usar soportes ayuda a las plantas a crecer derechas e impedir que los frutos hagan contacto con la superficie del suelo evitando que estos se dañen. Lo ideal es una temperatura de 20°C a 25°C, siendo una buena opción para zonas tropicales del Ecuador (Loeza et al., 2018).

- ***Impacto Ambiental de la Producción de Fibras Naturales en Ecuador***

El cultivo de fibras naturales, como la *Luffa cylindrica*, es una opción que cuida el planeta más que las esponjas a base de polietileno, pues se deshacen solas sin afectar al ecosistema. Investigaciones muestran que las fibras de Lufa podrían sustituir esponjas de plástico y, además, limpiar aguas de riego, servidas, etc., pues atrapan metales pesados, sin dejar afectaciones (Bravo, 2024; Molina et al., 2021).

Figura 3

Ventajas medioambientales de la Lufa (Luffa cylindrica L.)



Fuente: Cero residuo (2018).

La producción local de fibras naturales en Ecuador contribuye a la mitigación del impacto ambiental generado por productos sintéticos y fomenta el desarrollo de productos ecológicos, alineados con políticas de sostenibilidad y seguridad alimentaria (Bravo, 2024; Molina et al., 2021).

- **Usos Industriales y Domésticos de la *Luffa cylindrica* L.**
- ***Aplicación en Esponjas Biodegradables.***

La *Luffa cylindrica* L., conocida comúnmente como estropajo vegetal, tiene una variedad de usos tanto domésticos como industriales. En el ámbito doméstico, es comúnmente utilizada para la fabricación de esponjas de aseo personal y para el hogar, debido a su capacidad exfoliante y su naturaleza biodegradable. En la industria, la Luffa se emplea en sectores como la construcción, materiales aislantes acústicos, diseño de bio-compuestos y productos de cosmética, aportando resistencia mecánica y ligereza, manteniendo su forma sin desintegrarse fácilmente (Bravo, 2024; Molina et al., 2021), (Figura 4).

Figura 4

Innovaciones de Lufa (Luffa cylindrica L.) a lo largo de los años.



Fuente: Reyes et al. (2025).

Su biodegradabilidad garantiza que, tras su vida útil, se convierte en compostaje sin causar impactos negativos en el medio ambiente. Esto las convierte en una opción viable y ecológica para reemplazar las esponjas sintéticas, contribuyendo a la disminución de residuos plásticos (Pereira, 2017).

- ***Propiedades de Absorción y Resistencia.***

Las fibras de *Luffa cylindrica* tienen una capacidad alta de absorción (del 89% hasta un 99% de cadmio), flexible y duradera por sus conductos internos fibrosos. Estudios demuestran que las fibras soportan el agua y no se deshacen sino después de usarlas varias veces, atrapando partículas y suciedad, lo que las hace útiles para limpiar aguas sucias. En el mundo de las fábricas, esta mezcla de fuerza y absorción hace que la Lufa sea un material ideal para la fabricación de accesorios de limpieza sin contaminar el medio ambiente (Pereira, 2017; Bravo, 2024).

- **Limitaciones Identificadas**

Estudios recientes muestran que, a pesar de las iniciativas para fomentar su uso como fibra natural en productos biodegradables, la carencia de información sobre los procesos de producción y comercialización acota notable el potencial productivo y competitivo del cultivo, ya que esta carencia se convierte en un obstáculo para que pequeños y medianos productores puedan posicionar sus productos (Rojas, 2022).

Por otro lado, la carencia de recursos financieros, infraestructura, investigación aplicada, capacitación en métodos agrícolas sostenibles, la falta de programas educativos orientados a la formación de agricultores y técnicos en agricultura sustentable dificulta la adopción de técnicas ecoeficientes impactando negativamente la continuidad y escalabilidad del cultivo (Molina et al., 2021; Bravo, 2024). La combinación de estas deficiencias, frena el desarrollo de las cadenas productivas basadas en fibras naturales con criterios sostenibles en Ecuador.

2.1.3.2 Trabajos Internacionales sobre *Luffa cylindrica* L. y Fibras Naturales

- **Producción y Manejo de *Luffa cylindrica* L. en otros Países**
- ***Métodos de Cultivo Vertical y Eficiencia de la Fibra.***

Usar métodos de cultivo vertical en *Luffa cylindrica*, como tutorados con

estacas, mallas o estructuras de espaldera, ha demostrado ser una forma eficaz de favorecer el crecimiento de la planta, mejorar la circulación del aire y facilitar tareas de mantenimiento. Esto resulta en frutos de mejor calidad y fibras más limpias y largas. En zonas de clima subtropical, como en México, estas estructuras verticales son clave para adaptar el cultivo a ambientes con alta humedad, permitiendo que las plantas tengan mejor oxigenación y más exposición al sol, lo que ayuda a reducir los hongos y aumenta la producción (Fernández et al., 2025). Por otro lado, la calidad de la fibra y su rendimiento también pueden mejorarse con tratamientos posteriores, como la silanización, que fortalece la fibra y la hace más estable (Melo et al., 2022).

Algunos estudios muestran que la proporción y consistencia de las fibras dentro de materiales naturales influyen mucho en las propiedades finales del producto, enfatizando la importancia de un cultivo controlado que produzca fibras uniformes con alto contenido de celulosa (Kumar & Singh, 2022; Behera, 2024). En conjunto, estos enfoques muestran que el manejo agrícola con cultivo vertical, junto con procesos para mejorar la fibra, puede sacar mayor provecho industrial de *Luffa cylindrica*.

- ***Comparación de Rendimiento con Métodos Tradicionales.***

Frente a las formas de sembrar tradicionales a suelo directo, el método vertical entrega un rendimiento superior en términos de biomasa y cantidad de fibra cosechada por unidad de superficie. Estudios en Asia del Este y América latina señalan que el desempeño puede subir hasta un 30-40% por el uso de este método, debido a condiciones microclimáticas y reducción del estrés mecánico en las plantas (Hili et al., 2009). Sin embargo, todo dependerá del riego, fertilización y control de plagas. La aplicación de este método son un cambio clave para la producción de *Luffa cylindrica*, manteniendo la calidad y funcionalidad de sus fibras para la industria biodegradable.

- **Aplicaciones en Limpieza, Cosmética y Tratamiento de Aguas**

- ***Adsorción de Contaminantes y Metales Pesados.***

La *Luffa cylindrica* ha mostrado un gran potencial como material para eliminar contaminantes del agua, retribuido a su estructura fibrosa, porosa y rica en lignocelulosa. Investigaciones recientes indican que las versiones que se han

modificado químicamente, como las que tienen grupos amidoxima, logran capacidades de absorción bastante altas — por ejemplo, pueden captar hasta **18,88 mg/g** de plomo (Pb^{2+}) y eliminarlo en un 99,07 % en condiciones ideales (Narkesabad et al., 2023).

Por otro lado, el carbón activado hecho a partir de *Luffa* se ha usado con éxito para quitar metales pesados como cromo (Cr), vanadio (V) y hierro (Fe) en aguas residuales de la industria textil, y los modelos de redes neuronales artificiales (ANN) han predicho estos resultados con gran precisión, con coeficientes de determinación casi iguales a 1 (Nwosu-Obieogu et al., 2022). En general, estos hallazgos posicionan al *Luffa cylindrica* como una opción efectiva, sostenible y económica para tratar aguas contaminadas.

- ***Comparación de Esponjas Sintéticas vs. Biodegradables.***

Las esponjas sintéticas, que suelen estar hechas de poliuretano o poliéster, son muy populares porque duran mucho y son económicas. Sin embargo, cada vez más, se están convirtiendo en un problema para el medio ambiente, ya que, al usarlas y desecharlas, generan microplásticos que contaminan. Como alternativa más ecológica, están las esponjas biodegradables hechas de *Luffa cylindrica*. Estas esponjas son naturales, se pueden compostar y no dejan residuos plásticos, lo que las hace una opción más sostenible con el tiempo. Además, tienen propiedades mecánicas como resistencia, buena absorción y una estructura porosa, que las hacen comparables a las esponjas sintéticas. Su origen vegetal también las hace mucho más amigables con el medio ambiente y fácil de descomponer en la naturaleza (Kamran et al., 2022).

- **Innovaciones Tecnológicas**

- ***Tratamientos Químicos y Físicos para mejorar Resistencia.***

La resistencia mecánica de las fibras de *Luffa cylindrica* puede mejorarse bastante usando tratamientos tanto químicos como físicos, los cuales ayudan a que la fibra y la matriz funcionen mejor juntas. Por ejemplo, la silanización aumenta la cristalinidad de la fibra en un 37 %, lo que mejora un 10 % la resistencia al impacto en los composites de poliéster reforzados con un 30 % de fibra tratada. Además, esto

aporta mayor estabilidad térmica y mejor adherencia superficial al material (Melo et al., 2022).

De manera similar, irradiar las fibras de *Luffa cylindrica* con haces de electrones y usarlas en composites con matriz de PLA aumentó la resistencia a la tracción en casi un 80 % y la resistencia a la flexión en un 177 %, lo que significa una mejora importante en cómo la fibra y el polímero trabajan juntos (Patra et al., 2019).

- ***Integración con Materiales Compuestos.***

Incorporar fibras de *Luffa cylindrica* en matrices de polímeros ha resultado ser una estrategia muy interesante para crear materiales bio-compuestos que sean fuertes y respetuosos con el medio ambiente. Por ejemplo, cuando se añaden fibras que han sido tratadas con NaOH y H₂O₂ a una base de PHBV, la resistencia a la flexión aumenta de unos 75,23 MPa (fibras sin tratar) a aproximadamente 90,73 MPa. Esto significa que la resistencia mejora más del doble en comparación con el plástico sin fibras, lo que demuestra lo importante que es preprocesar las fibras para conseguir mejores propiedades mecánicas (Guo et al., 2019).

2.1.3.3. Comparación de Enfoques, Métodos y Resultados

- **Diferencias Metodológicas entre Estudios Nacionales e Internacionales**

Variables Analizadas: Calidad de Fibra, Capacidad de Adsorción, Resistencia.

Los estudios internacionales sobre *Luffa cylindrica* suelen analizar muchas variables diferentes. Por ejemplo, se evalúa qué tan resistentes son las fibras cuando se usan en bio-compuestos, qué capacidad tienen para absorber contaminantes como metales pesados o tintes, y también la calidad física del material, considerando propiedades termo-mecánicas. Algunos estudios globales han mostrado que las fibras modificadas con silano pueden reforzar polímeros sintéticos y que son muy eficaces para eliminar fenol en columnas rellenas, logrando remover hasta un **99,5 %** de este contaminante en fibras tratadas (Ogunniyi, 2024).

Por otro lado, las investigaciones desde un enfoque más local o nacional suelen centrarse en aspectos agrícolas, como la altura de la planta o el peso de la parte aérea, o en experimentos preliminares de adsorción, donde se analiza qué tan bien los cordones de *Luffa cylindrica* pueden eliminar fenol u otros indicadores en condiciones de laboratorio, logrando una capacidad de absorción aproximadamente de **2,54 mg/g** (Laidani et al, 2022; Boudechiche, 2016; Bouzidi, 2021). Este contraste muestra cómo algunos estudios ponen el foco en si la técnica es viable desde un punto de vista técnico, mientras que otros evalúan qué tan útil puede ser la fibra en aplicaciones prácticas.

Técnicas de Procesamiento y Evaluación.

A nivel internacional, los estudios suelen emplear técnicas bastante variadas y avanzadas, como modificaciones químicas usando productos como NaOH o procesos de silanización. También se trabaja mucho en montar fibras en hileras complejas y en usar matrices de polímeros, siempre evaluando propiedades mecánicas importantes como resistencia a la flexión, al estiramiento, dureza o rigidez (Kamran et al., 2022).

Por otro lado, cuando se trata de procesos de adsorción, para eliminar fenol, se usan columnas empacadas, y se apoyan en modelaciones termodinámicas y cinéticas (como el modelo de Langmuir o el pseudo-segundo orden) para entender mejor cómo funciona el sistema (Ogunniyi, 2024).

En cambio, muchos estudios nacionales o que son menos especializados tienden a usar modelos de adsorción en batch, analizando indicadores como QM, y aplicando técnicas como FT-IR, SEM y BET, aunque con menor alcance en cuanto a aplicación en el mundo real o en escalas industriales (Laidani et al., 2022; Boudechiche, 2016). En resumen, las investigaciones internacionales suelen ser más aplicadas y variadas, mientras que las nacionales todavía están en etapas iniciales, explorando y evaluando ideas básicas.

- **Resultados Relevantes y Hallazgos Consistentes**

- ***Beneficios Ecológicos y Sostenibilidad.***

Cultivar y usar *Luffa cylindrica* tiene varias ventajas para el medio ambiente. Primero, se ha comprobado que los bio-compuestos hechos con fibras de Lufa y materiales biodegradables, como resinas de soya y PVA, son bastante resistentes, alcanzando hasta 46,2 MPa en pruebas de tensión. Además, estos materiales se degradan rápidamente: después de 60 días enterrados en el suelo, ya se han reducido en un 78,6 %. Esto demuestra que pueden reemplazar los plásticos no biodegradables, ayudando a disminuir los residuos plásticos que permanecen mucho tiempo en el ambiente (Behera, 2024).

- ***Potencial Económico y Aplicaciones Industriales.***

Desde la perspectiva industrial, el *Luffa cylindrica* tiene un gran potencial económico como materia prima para crear bio-compuestos funcionales. Un estudio reciente encontró que los bio-compuestos reforzados con fibras de Lufa ofrecen propiedades mecánicas bastante buenas, como una resistencia a la tracción de 46,2 MPa y un módulo de almacenamiento de 2312 MPa. Además, absorben muy poca agua, con un 32,6%, y son altamente biodegradables. Estas características los hacen muy interesantes para su uso en empaques y en mobiliario interior (Beheran, 2024). Con la creciente demanda de materiales más sustentables, la Lufa se presenta como una opción económicamente viable y amigable con el medio ambiente para diferentes industrias.

- **Contrastes y Vacíos en la Investigación**

- ***Limitada Investigación sobre Mercados Locales y Estrategias Comerciales.***

Aunque se han realizado algunos estudios sobre cómo se vende *Luffa cylindrica* en los mercados internacionales—como un análisis en Uganda que mostró una cadena de valor bien estructurada con actores desde los productores hasta los minoristas, y donde se encontraron márgenes de ganancia netos de hasta el 30 %. Sin embargo, también enfrentan desafíos importantes, como la falta de información sobre el mercado y la competencia de productos alternativos (Barirega & Van Damme,

2014). Lo interesante es que estos hallazgos contrastan mucho con la falta de estudios similares en Latinoamérica y otros lugares, incluyendo Ecuador, donde todavía no hay análisis sobre la demanda, los precios, los canales de distribución o las estrategias para posicionarse en el mercado (Barirega & Van Damme, 2014).

Necesidad de Estudios que Integren Producción, Comercialización y Sostenibilidad.

Hoy en día, gran parte de la investigación sobre *Luffa cylindrica* se centra en mejorar su genética y tecnología, como aumentar su resistencia a condiciones adversas, ampliar su diversidad genética y mejorar la calidad de las fibras (Mashilo et al., 2025).

Sin embargo, estos esfuerzos a menudo no consideran si las mejoras son realmente viables para el mercado ni si el cultivo puede mantenerse a largo plazo en la práctica. Es decir, aunque hay un interés en producir de manera sostenible y desarrollar variedades que se adapten mejor, todavía faltan estudios que unan la producción eficiente con aspectos como el análisis de mercado, la rentabilidad y los beneficios para el medio ambiente. Esto deja un espacio grande para investigaciones que crucen diferentes disciplinas y que puedan ofrecer soluciones más completas (Mashilo et al., 2025).

2.1.3.4. Aportes de este Estudio Frente a Investigaciones Previas

- **Innovación y Valor Agregado**

Factibilidad de Producción y Comercialización de Lufa en Imbabura.

Imbabura, reconocida por su clima subtropical, representa las condiciones aptas para el cultivo de *Luffa cylindrica*. Esto podría abrirse como una opción agrícola local con mucho potencial. Aunque aún no existen estudios específicos sobre esta planta en la provincia, investigaciones a nivel global muestran que entre 2010 y 2023, las patentes y publicaciones técnicas sobre usos industriales de *Luffa cylindrica* aumentaron un 40 % y un 35 % respectivamente. La planta se emplea en paneles para construcciones ligeras, como aislante acústico y en partes para autos, además de tener una gran capacidad para absorber contaminantes, llegando a eliminar hasta el 90 %. También ayuda a reducir el uso de plásticos en ciertos mercados en un

25 % (Reyes et al., 2025). Con una estrategia adecuada que combine producción, valor agregado y comercialización, Imbabura podría no solo mejorar su economía sino también contribuir al cuidado del medio ambiente, ofreciendo productos sostenibles que cada vez tienen más demanda (Figura 4).

Alternativa Biodegradable Frente a Esponjas Sintéticas.

Las esponjas hechas con poliuretano, las tradicionales, pueden causar problemas al medio ambiente porque generan microplásticos que afectan a la vida en el agua y permanecen en el ecosistema. En cambio, las esponjas de *Luffa cylindrica*, que están hechas con fibras de plantas naturales, son una opción totalmente biodegradable y no tóxica. Un estudio comparó los microproductos provenientes de esponjas sintéticas vs naturales en organismos como *Daphnia magna* y *Artemia salina*, y encontró que las partículas de *Luffa cylindrica* son mucho menos tóxicas (Mannes et al., 2024). Esto muestra que las esponjas de Lufa son una alternativa más ecológica y recomendable frente a las sintéticas.

- **Integración de Sostenibilidad y Cadena de Valor**

Conexión entre Teoría y Aplicación Práctica Local.

La Lufa al ser biodegradable, puede usarse en construcciones sostenibles y también puede reemplazar materiales que normalmente vienen del petróleo. Desde 2010 hasta 2023, el número de publicaciones y patentes relacionadas con su uso creció bastante, un 35% y un 40% respectivamente. Este crecimiento muestra que ya no solo se investiga, sino que también se están desarrollando aplicaciones concretas, como paneles ecológicos, aislamientos acústicos, filtros para el medio ambiente y envases sostenibles (Reyes et al., 2025).

En lugares como Imbabura, esta información puede poner en marcha ideas prácticas, como fabricar productos de limpieza y empaques biodegradables, o aprovechar los residuos de la cosecha para usarlos como biomasa o compost. Esto ayuda a conectar el conocimiento académico con el trabajo en las comunidades rurales, promoviendo una economía más verde y sostenible.

Propuesta de Estrategias para Fortalecer la Producción y Comercialización.

Para fortalecer la producción y venta de *Luffa cylindrica*, lo mejor sería poner en marcha una estrategia que ayude a mejorar toda la cadena de valor. Esto puede incluir varias acciones, como: (a) identificar y capacitar a las personas y empresas locales que trabajan con esta planta —desde los agricultores hasta quienes procesan y venden— para que puedan hacer su trabajo de manera más eficiente; (b) diversificar los productos hechos con esta fibra, no solo las esponjas biodegradables, sino también materiales para construcción o filtración, aprovechando toda su versatilidad; y (c) facilitar el acceso a los mercados, proporcionando información sobre ventas, promoviendo diferentes usos y abriendo nuevas formas de vender. Esta estrategia integral se basa en estudios como el de Barirega y Van Damme (2014), quienes analizaron el éxito de la cadena de valor del estropajo en Uganda, viendo las dificultades en la información del mercado y sugiriendo canales de colaboración como herramientas clave para ampliar las ventas.

- **Brechas que se Buscan Cubrir**

Escasez de Estudios Integrales en Ecuador.

En Ecuador, los estudios sobre *Luffa cylindrica* todavía están en etapas iniciales. La mayoría se han centrado en aspectos agronómicos, como qué tan bien se adapta el cultivo a diferentes condiciones, pero no se ha profundizado mucho en temas como el desarrollo de toda la cadena de valor, los mercados locales o cómo afecta social y económicamente (Fernández et al., 2025).

En cambio, en México sí han avanzado más, evaluando no solo cuánto se puede producir en términos agrícolas, sino también los temas económicos. Por ejemplo, han encontrado que los costos por fruto con un sustrato organomineral son mucho más bajos, alcanzando solo 8,40 MXN, lo que muestra que hay mucho potencial en hacer estudios más completos que analicen producción, costos y rentabilidad juntos (Fernández et al., 2025). Sin embargo, en Ecuador todavía no se tiene mucha información de ese tipo, lo que limita a la hora de crear políticas o estrategias locales con una base sólida y completa.

Datos Locales sobre Aceptación de Consumidores y Viabilidad Económica.

Otra brecha clave es la ausencia de estudios locales que midan la **aceptación del consumidor** y la **viabilidad económica** de productos derivados de *Luffa cylindrica* en el mercado ecuatoriano. En otros contextos, se han identificado beneficios sociales y económicos claros asociados al cultivo; por ejemplo, en Uganda, se documentó que la cadena de valor del esponjo vegetal generaba márgenes netos de hasta el 30 %, resaltando el potencial de lucratividad y la oportunidad de mejorar mediante información de mercado estructurada (Barirega & Van Damme, 2014).

Sin datos análogos en Ecuador, se dificulta la planificación de iniciativas comerciales, sensibilización del consumidor y escalamiento productivo con base en preferencia y disposición a pagar.

2.1.3.5. Aportes de este Estudio Frente a Investigaciones Previas

- **Densidades de siembra**

Se utilizó un sistema de cultivo de tutorado vertical intensivo (espaldera con hileras más juntas) (Figura 5) aplicando distancias entre 0,4–0,6 m entre plantas y 1,0–1,25 m entre filas, con densidades de 8.000 a 12.500 plantas/ha, aumentando el rendimiento por superficie al maximizar número de tallos productivos por área. Estudios recientes desarrollados en sistemas experimentales y condiciones subtropicales reportaron estos rangos de espaciamiento y densidad como eficaces para lograr un balance adecuado entre rendimiento y calidad en el cultivo de *Luffa cylindrica*, (Chen et al., 2025; Fernández et al., 2025; NDA, 2021).

Figura 5

Sistema de cultivo de tutorado vertical intensivo de Lufa (Luffa cylindrica L.)



Fuente: Iberluffa (2025).

- **Propagación**

Siembra en almácigo (vivero) y trasplante: La propagación del cultivo se realizó principalmente mediante siembra en almácigo y posterior trasplante, debido a que este método permitió un mayor control del proceso de germinación, redujo el riesgo de ataques de plagas y enfermedades en las etapas iniciales del cultivo y favoreció el ahorro de semilla. Estas ventajas han sido ampliamente documentadas en guías técnicas y estudios agronómicos recientes sobre *Luffa cylindrica L.*, (NDA, 2021; Fernández et al., 2025).

Semilla: sembrar en bandejas o almácigos a 1 a 2 cm de profundidad; sustrato franco con buen drenaje y materia orgánica. (NDA, 2021).

Tiempo en vivero: 3 a 4 semanas hasta 3 a 4 hojas verdaderas (o 20 a 30 días), momento en que la plántula se trasplanta al campo para evitar daño a las raíces. (Fernández et al., 2025).

Siembra en campo: Se recomienda preparar cama o surco con abonado base para favorecer la emergencia; Ensayos recientes demuestran buen establecimiento en climas subtropicales si se mejora el sustrato o se usa un sustrato orgánico, (Chen et al., 2025; Fernández et al., 2025).

Tutorado vertical: Mejora la circulación de aire (reduce enfermedades), evita contacto fruta-suelo (menor podredumbre), facilita cosecha y produce frutos más rectos (mejor calidad de fibra). Estudios y manuales reportan aumentos de rendimiento y calidad en sistemas verticales, (NDA, 2021; Fernández et al., 2025).

Diseños comunes:

Espaldera simple (posts + cable): postes cada 3–4 m con cables horizontales a 2,0–2,5 m de altura; se entrena la planta hacia arriba con guía. Adecuado para parcelas medianas, (NDA, 2021).

Túnel o enrejado tipo “A” o “V”: postes más robustos con mallas (malla metálica o rafia) hasta 2,5–3,0 m; recomendable cuando se esperan frutos pesados o cultivo intensivo, (NDA, 2021).

Malla o red vertical: malla plástica a 1,8–2,2 m colgada entre postes; es económica y fácil de montar para productores pequeños, (NDA, 2021).

Mantenimiento y poda: Dejar el eje principal y eliminar laterales excesivos (depende del sistema); poda de formación ayuda a concentrar producción en tallos productivos y mejora calidad de los frutos. Estudios técnicos recomendaron eliminar los primeros dos a cuatro brotes laterales y guiar entre dos y cuatro tallos por planta para maximizar la producción de frutos comerciales, criterio que fue adoptado en el estudio, (Kamran et al., 2022).

Manejo del riego: Tipo de riego recomendado: riego localizado (goteo) por su eficiencia en uso de agua, reducción de humedades foliares y menor incidencia de hongos en ambientes húmedos. En ensayos modernos y recomendaciones FAO se prioriza goteo para cultivos de enredadera y postcosecha sensible, (NDA, 2021.; FAO, 2022).

Frecuencia de riego: En climas subtropicales, con sistema de goteo, programar riegos cortos cada 2–3 días en época seca; en lluvia regular reducir a 1 riego semanal o según evaluación de humedad del suelo. La frecuencia exacta depende tipo de suelo (arenoso necesita riegos más frecuentes; franco-arcilloso menos frecuentes), (NDA, 2021).

Fertilización: Análisis previo: siempre realizar análisis de suelo y corrección de pH (ideal pH 6–7) antes de la siembra. A partir del análisis ajustar dosis basales de P y K y planificar aplicación de N en etapas. (MAG y FAO recomiendan análisis previo y adaptación local), (NDA, 2021.; FAO, 2022).

Dosis de fertilización: Nitrógeno (N): estudios experimentales recientes sobre *Luffa* muestran respuestas positivas a aportes moderados de N; un intervalo experimental publicado por Zadge, 2024, indica rangos efectivos de 35–100 kg N/ha en función de la intensidad de cultivo y objetivo (frutos vs biomasa). Por ejemplo, mostraron incrementos de rendimiento al aplicar dosis medias de N (50 kg N/ha como punto de partida y ajustar por análisis de suelo). Al aplicar P₂O₅: 30–60 kg/ha y K₂O: 60–120 kg/ha repartidas según prácticas locales y ensayos (ajustar con base en análisis de suelo), mostrando respuestas favorables a fertilización balanceada NPK, (Zadge, 2024).

- **Control fitosanitario:** Manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP): monitoreo regular, control biológico (depredadores) y uso de prácticas culturales (rotación, sanitización de tutores, evitar encharcamientos). Evitar uso excesivo de agroquímicos para mantener la inocuidad del producto (importante para mercados ecológicos), (FAO, 2022).
- **Postcosecha y secado:** remojo y retirada de la corteza externa (cuando el fruto está seco y parduzco), secado a la sombra para evitar decoloración y daño de fibras; estas operaciones inciden fuertemente en calidad comercial de la esponja. (Prácticas descritas y utilizadas en los procedimientos del estudio en Imbabura), (Melo et al., 2022; Behera et al., 2024).

2.2. Marco Legal

2.2.1. Constitución de la República del Ecuador (Art. 424)

La Constitución ecuatoriana, en su Artículo 424, establece que el Estado promoverá el desarrollo sostenible y la protección del ambiente, garantizando el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y equilibrado (Asamblea Nacional, 2008). Esto implica impulsar actividades productivas que sean respetuosas con el entorno, como la agricultura orgánica y

el uso de productos biodegradables, en línea con la producción de *Luffa cylindrica* como alternativa sostenible a esponjas sintéticas contaminantes.

Relación con los Objetivos: Este marco constitucional sustenta el diagnóstico de oportunidades para la producción de Lufa en Imbabura, orientando las políticas para fortalecer una cadena productiva que contribuya al bienestar ambiental y social (Objetivo específico 1 y 3).

2.2.2. Legislación Nacional

2.2.2.1. Ley Orgánica de Régimen Agropecuario

Esta ley regula la producción agropecuaria sostenible, fomentando la innovación, el uso de tecnologías limpias y el apoyo a pequeños productores para mejorar la productividad sin comprometer los recursos naturales (Registro Oficial No. 208, 2018). En este contexto, la producción de *Luffa cylindrica* puede ser promovida como cultivo alternativo con beneficios económicos y ecológicos.

Relación con los Objetivos: Facilita el diagnóstico de las oportunidades productivas en Imbabura y la implementación de prácticas agrícolas que permitan mejorar la calidad y cantidad de la producción (Objetivo específico 1).

2.2.2.2. Ley Orgánica de Gestión Ambiental

Esta normativa establece mecanismos para prevenir y controlar la contaminación ambiental, enfatizando en la gestión adecuada de residuos sólidos y el fomento de productos biodegradables para reducir el impacto ambiental (Registro Oficial No. 103, 2014). La comercialización de esponjas de Lufa se enmarca como una estrategia para disminuir la dependencia de productos plásticos y mejorar la calidad ambiental.

Relación con los Objetivos: Apoya la identificación de mercados potenciales que valoren productos sostenibles y la formulación de estrategias para fortalecer la comercialización de la Lufa en Imbabura (Objetivo específico 2 y 3).

2.2.2.3. Normativa sobre Innovación y Emprendimiento Agroindustrial

El gobierno ecuatoriano impulsa la creación de emprendimientos agroindustriales mediante incentivos, formación y acceso a tecnología (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, 2021). Esto favorece la generación de valor agregado a la Lufa mediante procesos innovadores, incrementando su competitividad en el mercado.

Relación con los Objetivos: Respaldan la propuesta de estrategias para la mejora continua y fortalecimiento de la cadena de producción y comercialización (Objetivo específico 3).

2.2.3. Normas Institucionales y Técnicas

2.2.3.1. Normas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

El MAG establece protocolos para el manejo agronómico sostenible, certificación de cultivos y acompañamiento técnico para cultivos alternativos (MAG, 2022). Estas normas orientan a los productores de Imbabura a optimizar el rendimiento y calidad de la Lufa.

Relación con los Objetivos: Facilitan el diagnóstico de las oportunidades y mejoras técnicas en la producción (Objetivo específico 1).

2.2.3.2. Normas de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

Las BPA garantizan que los productos agrícolas sean inocuos, de calidad y sostenibles (Ministerio de Salud Pública, 2020). Su aplicación en la producción de Lufa asegura que el producto final cumpla con estándares para su comercialización local y nacional.

Relación con los Objetivos: Contribuyen a garantizar la calidad y aceptación en los mercados, apoyando la identificación de canales de comercialización (Objetivo específico 2).

2.2.4. Estándares y Acuerdos Internacionales

2.2.4.1. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)

Este convenio internacional busca la conservación y uso sostenible de la biodiversidad (Secretaría del CDB, 2021). La promoción de cultivos como la Lufa contribuye a diversificar la producción agrícola local, apoyando la sostenibilidad ambiental y el desarrollo rural.

Relación con los Objetivos: Refuerza la estrategia para fortalecer la cadena productiva en armonía con la biodiversidad local (Objetivo específico 3).

2.2.4.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU

Los ODS, especialmente el 12 (Producción y consumo responsables) y el 15 (Vida de ecosistemas terrestres), promueven prácticas que minimicen impactos ambientales negativos (ONU, 2015). La producción y comercialización de *Luffa cylindrica* en Imbabura se alinea con estos objetivos, impulsando un desarrollo económico sostenible y ecológico.

Relación con los Objetivos: Ofrece un marco global que guía las estrategias para la producción sostenible y comercialización responsable en el contexto local (Objetivo general y específicos).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque y Tipo de Investigación

3.1.1. Enfoque

El estudio adopto un enfoque mixto (**cuantitativo y cualitativo**), permitiendo integrar datos numéricos (costos, proyecciones financieras, estimaciones de mercado) con información cualitativa (percepciones de consumidores, practicas productivas locales).

Investigación cuantitativa

La investigación **cuantitativa** se centra en la recolección y análisis de datos numéricos, permitiendo medir variables como costos de producción, proyecciones financieras y estimaciones de mercado. En el caso de la *Luffa cylindrica*, se aplican cálculos de rendimiento por hectárea, costos de insumos y análisis financiero mediante indicadores como el VAN y la TIR.

Según Hernández y Mendoza (2018), este enfoque busca establecer patrones y relaciones estadísticas que permitan validar la viabilidad de proyectos agroindustriales.

Investigación cualitativa

La investigación **cualitativa** se enfoca en comprender percepciones, prácticas productivas locales y dinámicas sociales. En este estudio, se analizan las opiniones de consumidores sobre la *Luffa* como alternativa a las esponjas sintéticas y las prácticas tradicionales de cultivo en Imbabura.

De acuerdo con Sánchez et al. (2024), el análisis cualitativo permite identificar motivaciones y barreras culturales que influyen en la aceptación de productos sostenibles.

Cálculo de costos

El cálculo de costos en proyectos agrícolas incluye:

Costos directos: semillas, fertilizantes, agua, mano de obra.

Costos indirectos: transporte, almacenamiento, energía.

Costos fijos y variables: infraestructura postcosecha vs. insumos de temporada.

Cajamarca-Carrasco et al. (2023) señalan que la evaluación de costos debe integrar criterios de sostenibilidad, considerando el impacto ambiental y social.

Proyecciones financieras

Las proyecciones financieras permiten anticipar la rentabilidad del proyecto y evaluar su sostenibilidad en el tiempo. Se utilizan indicadores como:

Valor Actual Neto (VAN): mide la diferencia entre el valor presente de los flujos de caja futuros y la inversión inicial. Su cálculo se expresa mediante la fórmula:

$$VAN = \frac{Rt}{(1 + i)^t}$$

VAN = valor actual neto

Rt = flujo de caja neto en el periodo t

i = tasa de descuento

t = periodo del flujo de caja

Chen et al., (2025) sostienen que en la evaluación de la viabilidad financiera de proyectos agrícolas y agrovoltáticos se utiliza el Valor Actual Neto (VAN) como uno de los principales indicadores económicos, y que un NPV positivo es clave para determinar que un proyecto *agrega valor económico y es financieramente viable*.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) corresponde a la tasa de descuento que iguala el VAN a cero, reflejando la rentabilidad porcentual del proyecto. Vargas Burgos et al. (2025) destacan que el TIR es fundamental en proyectos agroindustriales porque permite medir la eficiencia relativa de la inversión y validar la sostenibilidad económica de pequeños productores.

Estimaciones de mercado

Las estimaciones de mercado permiten proyectar la demanda y los ingresos futuros. La FAO (2022) destaca que los consumidores internacionales demandan productos

biodegradables e inoos, lo que abre oportunidades para la Luffa. Durán (2025) añade que la diversificación agrícola en los Andes fortalece la resiliencia económica de comunidades rurales mediante estrategias de comercialización inclusiva.

Percepciones de consumidores

La percepción de los consumidores se identifica mediante encuestas y entrevistas. Sánchez et al. (2024) señalan que los consumidores valoran cada vez más los productos sostenibles, lo que influye en la aceptación de innovaciones agroindustriales. En Imbabura, la percepción sobre la Luffa como alternativa a las esponjas sintéticas se relaciona con su biodegradabilidad y beneficios para la salud (Torrez, 2023).

Prácticas productivas locales

Las prácticas productivas locales aportan información sobre el manejo tradicional de cultivos y su adaptación a nuevas tecnologías. Ibarra et al. (2024) destacan que la diversificación agrícola depende de diagnósticos de viabilidad que contemplen factores técnicos y socioeconómicos. Asimismo, Cisneros et al. (2024) subrayan que las prácticas agroecológicas locales fortalecen la sostenibilidad y la justicia social en comunidades rurales.

3.1.2. Tipo de Estudio

El presente estudio se enmarcó dentro de una investigación aplicada, ya que se orientó a la solución de una problemática ambiental y productiva concreta: la sustitución de esponjas sintéticas contaminantes por una alternativa biodegradable localmente producida a partir de *Luffa cylindrica*. La investigación aplicada se caracterizó por utilizar el conocimiento científico y técnico con fines prácticos, lo que permitió evaluar y validar soluciones susceptibles de ser implementadas en contextos reales (FAO, 2022; Cajamarca-Carrasco et al., 2023). En este sentido, el estudio integró análisis técnicos, económicos, ambientales y de mercado para determinar la factibilidad de producción y comercialización de la Luffa en la provincia de Imbabura, contribuyendo a la reducción de residuos plásticos y al fortalecimiento de cadenas de valor sostenibles, en concordancia con los principios de

sostenibilidad, bioeconomía e innovación agroindustrial (Schaltegger et al., 2022; Behera et al., 2024).

3.1.3. Alcance

El alcance de la investigación fue de tipo descriptivo, exploratorio y evaluativo. En su dimensión descriptiva, el estudio caracterizó las condiciones productivas, ambientales y de mercado relacionadas con la producción y comercialización de *Luffa cylindrica* en la provincia de Imbabura, permitiendo identificar las principales variables técnicas y socioeconómicas involucradas en su cadena de valor (FAO, 2022).

Desde un enfoque exploratorio, la investigación permitió reconocer actores clave, prácticas productivas locales y oportunidades de innovación asociadas al uso de la Lufa como alternativa biodegradable, considerando el limitado desarrollo previo de este cultivo en el contexto regional (Cajamarca-Carrasco et al., 2023).

Finalmente, el alcance evaluativo se orientó al análisis integral de la factibilidad técnica, económica, ambiental y social del proyecto, con el fin de determinar su viabilidad como emprendimiento sostenible y su contribución a la reducción de residuos plásticos, en concordancia con los principios de sostenibilidad y bioeconomía aplicados al desarrollo agroindustrial (Schaltegger et al., 2022; Behera et al., 2024).

3.2. Diseño de Investigación

La investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental de corte transversal, debido a que las variables de estudio no fueron manipuladas deliberadamente, sino observadas y analizadas en su contexto natural, tal como se presentaron en la realidad productiva y comercial de la provincia de Imbabura. Este tipo de diseño permitió examinar las condiciones técnicas, económicas, ambientales y sociales asociadas a la producción y comercialización de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) como alternativa biodegradable, sin alterar los procesos propios de los actores involucrados (Hernández y Mendoza, 2022).

Asimismo, el corte transversal implicó la recolección de información en un único momento temporal, lo que facilitó obtener un diagnóstico actualizado sobre la viabilidad del

proyecto, el comportamiento del mercado y la percepción de los consumidores frente a la sustitución de esponjas sintéticas por productos biodegradables, en concordancia con enfoques metodológicos aplicados a estudios de factibilidad y sostenibilidad agroindustrial (FAO, 2022; Cajamarca-Carrasco et al., 2023).

3.2.1. Análisis de Factibilidad Integral:

El estudio incorporó un análisis de factibilidad integral que permitió evaluar de manera sistemática la viabilidad técnica, económica, ambiental y social de la producción y comercialización de *Luffa cylindrica* como alternativa biodegradable a las esponjas sintéticas en la provincia de Imbabura.

- **Factibilidad técnica:** condiciones agroclimáticas, requerimiento del suelo, disponibilidad de insumos y procesos de transformación de la Lufa, considerando criterios de eficiencia productiva y calidad del producto final (FAO, 2022).
- **Factibilidad económica y financiera:** evaluó costos de producción, inversión inicial, proyecciones de ingresos, indicadores de rentabilidad (VAN, TIR, relación B/C), permitiendo determinar su sostenibilidad económica en el mediano y largo plazo (Cajamarca-Carrasco et al., 2023).
- **Factibilidad de mercado:** análisis de la oferta, demanda, competencia, precios y tendencias de consumo sostenible.
- **Factibilidad ambiental y social:** evaluación de impactos y contribuciones al ODS 12 (producción y consumo responsable). Por su parte, la factibilidad ambiental analizó los impactos asociados a la sustitución de esponjas sintéticas por un producto biodegradable, destacando la reducción potencial de residuos plásticos y la contribución del proyecto a modelos de producción y consumo responsables (Schaltegger et al., 2022). Finalmente, la factibilidad social consideró los efectos del proyecto en la generación de empleo local, la diversificación productiva y el fortalecimiento de las economías rurales, alineándose con los principios de bioeconomía e innovación agroindustrial sostenible (Behera et al., 2024).

3.3. Población y Muestra

La población de estudio estuvo conformada por los actores directamente vinculados con la producción, comercialización y consumo potencial de esponjas biodegradables elaboradas a partir de *Luffa cylindrica* en la provincia de Imbabura. Esta población incluyó productores agrícolas, comerciantes de productos ecológicos y consumidores finales, quienes representaron las unidades de análisis relevantes para evaluar la factibilidad del proyecto en sus dimensiones técnica, económica y de mercado. La definición de la población se realizó considerando la pertinencia del estudio y la disponibilidad de información primaria y secundaria necesaria para el análisis de factibilidad, en concordancia con enfoques metodológicos aplicados a investigaciones agroindustriales y de sostenibilidad (Hernández y Mendoza, 2022; FAO, 2022).

En cuanto a la muestra, se utilizó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, debido a que se seleccionaron participantes que cumplieron criterios específicos relacionados con su experiencia, conocimiento o vinculación directa con el objeto de estudio. Este tipo de muestreo permitió obtener información relevante y contextualizada, especialmente en estudios de carácter aplicado y exploratorio donde la población total no se encuentra claramente delimitada o resulta de difícil acceso (Hernández y Mendoza, 2022). La muestra estuvo conformada por productores agrícolas con experiencia en cultivos alternativos, comerciantes de productos sostenibles y consumidores potenciales interesados en el uso de productos biodegradables, lo que facilitó el análisis de la oferta, la demanda y la aceptación del producto en el mercado local.

La selección de la muestra permitió recopilar información suficiente y pertinente para el cumplimiento de los objetivos de la investigación, garantizando la representatividad funcional de los actores clave y fortaleciendo la validez de los resultados obtenidos en el análisis de factibilidad del cultivo y comercialización de la Lufa como alternativa sostenible a las esponjas sintéticas convencionales (Cajamarca-Carrasco et al., 2023; Schaltegger et al., 2022).

- **Población:** agricultores, asociaciones productivas, consumidores locales, y

microempresas de productos de limpieza o ecológicas en la provincia de Imbabura donde se implementó el cultivo de *Luffa cylindrica*.

- **Muestra:** muestreo **no probabilístico por conveniencia**, incluyendo: 10 productores potenciales de Lufa, 50 consumidores de producto biodegradables, 5 actores institucionales.

3.4. Técnicas e Instrumentos para Recolección de Datos

- **Técnicas:**

Encuesta estructurada La encuesta se utilizó como técnica principal para la recolección de datos cuantitativos relacionados con la aceptación, percepción y disposición de compra de los consumidores frente a la esponja biodegradable elaborada a partir de *Luffa cylindrica*. Esta técnica permitió obtener información estandarizada y comparable sobre variables de mercado relevantes para el análisis de la demanda potencial del producto. La aplicación de encuestas resultó adecuada en estudios de factibilidad, debido a su capacidad para recopilar datos de manera eficiente en poblaciones amplias y heterogéneas (Hernández y Mendoza, 2022). (Anexo 1 y 2).

Entrevista semiestructurada se empleó como técnica cualitativa para recopilar información detallada de productores agrícolas y comerciantes de productos ecológicos, con el fin de conocer aspectos técnicos, económicos y logísticos relacionados con la producción y comercialización de *Luffa cylindrica*. Esta técnica permitió profundizar en experiencias, percepciones y prácticas productivas, aportando información contextual relevante para el análisis de factibilidad del proyecto (FAO, 2022).

Observación directa se utilizó como técnica complementaria para identificar y registrar las condiciones agroecológicas, prácticas de manejo del cultivo y procesos de postcosecha de la Lufa. Esta técnica permitió contrastar la información obtenida mediante encuestas y entrevistas, fortaleciendo la validez interna del estudio y proporcionando evidencia empírica sobre la factibilidad técnica del proyecto (FAO, 2022).

Análisis documental La revisión documental se empleó como técnica de apoyo para la recopilación de información secundaria proveniente de literatura científica, informes técnicos y documentos institucionales relacionados con el cultivo de *Luffa cylindrica*, sostenibilidad agroindustrial y sustitución de productos plásticos por alternativas biodegradables. Esta técnica permitió sustentar teóricamente el estudio y complementar los datos primarios, fortaleciendo la consistencia metodológica y analítica de la investigación (Schaltegger et al., 2022).

Instrumentos: El instrumento utilizado para la aplicación de la encuesta fue un cuestionario estructurado, conformado por preguntas cerradas y de opción múltiple, organizadas en secciones que abordaron aspectos sociodemográficos, hábitos de consumo, nivel de conocimiento sobre productos biodegradables y disposición a sustituir esponjas sintéticas por esponjas de Lufa. El cuestionario permitió cuantificar las preferencias del consumidor y generar información estadísticamente analizable para la proyección de ingresos del proyecto, asegurando la confiabilidad de los datos obtenidos (Hernández y Mendoza, 2022).

3.5. Procedimiento Metodológico

- **Diseño y validación de instrumentos**

El diseño de los instrumentos de recolección de datos se realizó de manera sistemática y coherente con los objetivos de la investigación, elaborándose cuestionarios estructurados para encuestas y guías de entrevistas semiestructuradas. La validación de dichos instrumentos se efectuó mediante la revisión por juicio de expertos, quienes evaluaron la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems en relación con las variables de estudio. Posteriormente, se aplicó una prueba piloto a un grupo reducido con características similares a la población objetivo, lo que permitió realizar ajustes necesarios antes de su aplicación definitiva, fortaleciendo la validez y confiabilidad de los datos obtenidos (Hernández y Mendoza, 2022).

- **Trabajo de campo**

Aplicación de encuestas y entrevistas. El trabajo de campo se desarrolló mediante la aplicación de encuestas a consumidores potenciales y entrevistas a productores y

actores vinculados a mercados ecológicos, con el propósito de recopilar información primaria relevante para el análisis técnico, económico y social del proyecto. Las encuestas permitieron obtener datos cuantificables sobre aceptación, percepción y disposición de compra del producto, mientras que las entrevistas facilitaron la profundización en aspectos productivos, comerciales y contextuales, garantizando la ética de la investigación y la calidad de la información recolectada, conforme a lineamientos metodológicos actuales para estudios aplicados (Hernández y Mendoza, 2022).

- **Análisis de datos**

Cuantitativo: El análisis cuantitativo de los datos se efectuó mediante herramientas estadísticas descriptivas y financieras, lo que permitió procesar la información obtenida de las encuestas y de los registros productivos del cultivo de Lufa. Se calcularon indicadores económicos y financieros, tales como costos de producción, proyecciones de ingresos y criterios de rentabilidad, con el fin de evaluar la viabilidad económica del proyecto. Este enfoque facilitó la interpretación objetiva de los resultados y la toma de decisiones fundamentadas, en concordancia con metodologías empleadas en estudios recientes de factibilidad productiva y económica (FAO, 2022; Fernández-Lambert et al., 2025).

Cualitativo: El análisis cualitativo se realizó a través del análisis de contenido de las entrevistas, identificando categorías y patrones relevantes relacionados con la producción, comercialización y sostenibilidad del cultivo de *Luffa cylindrica*. Asimismo, se aplicó la triangulación de información, contrastando los resultados cualitativos con los datos cuantitativos y la información documental revisada, lo que permitió fortalecer la consistencia y credibilidad de los hallazgos. Este procedimiento metodológico fue acorde con enfoques contemporáneos de investigación aplicada que integran múltiples fuentes de información para una comprensión integral del fenómeno estudiado (Hernández y Mendoza, 2022; FAO, 2022).

- **Evaluación integral de factibilidad**

La evaluación integral de la factibilidad se realizó mediante la integración de los resultados técnicos, económicos, sociales y ambientales obtenidos a lo largo del proceso investigativo. Esta integración permitió determinar la viabilidad del proyecto de sustitución de esponjas sintéticas por esponjas biodegradables de Lufa, considerando no solo la

rentabilidad económica, sino también los beneficios sociales y la reducción del impacto ambiental. El enfoque integral adoptado se alineó con los principios de sostenibilidad y con estudios recientes que destacan la importancia de evaluar proyectos productivos desde una perspectiva multidimensional (FAO, 2022; Behera et al., 2024).

- **Variable independiente**

La variable independiente correspondió a la producción y comercialización de *Luffa cylindrica L.*, la cual se analizó considerando los procesos productivos del cultivo, el manejo agronómico, el procesamiento postcosecha y las estrategias de comercialización del producto final. Esta variable permitió evaluar cómo las condiciones técnicas de producción y los mecanismos de inserción en el mercado influyeron en el desempeño del emprendimiento, en concordancia con estudios recientes que destacan el potencial de la Lufa como materia prima sostenible y alternativa a productos sintéticos contaminantes (Fernández-Lambert et al., 2025; Behera et al., 2024).

- **Variable dependiente**

La variable dependiente estuvo representada por la viabilidad del emprendimiento, entendida como la capacidad del proyecto para sostenerse en el tiempo desde una perspectiva económica, social y ambiental. Esta variable permitió analizar la rentabilidad financiera del cultivo y procesamiento de Lufa, su contribución al desarrollo local y generación de ingresos, así como su impacto positivo en la reducción de efectos ambientales asociados al uso de esponjas sintéticas. Este enfoque integral fue consistente con los lineamientos actuales de evaluación de proyectos productivos sostenibles y economía circular (FAO, 2022).

- **Indicadores principales:**

Rendimiento del cultivo (kg/planta): El rendimiento del cultivo se utilizó como indicador técnico clave, expresado en kilogramos por planta, ya que permitió medir la eficiencia productiva del sistema de cultivo de *Luffa cylindrica*. Este indicador facilitó la comparación entre las prácticas agronómicas aplicadas y los valores reportados en estudios experimentales recientes, constituyéndose en una base fundamental para la estimación de volúmenes de producción y proyecciones económicas del emprendimiento (Fernández-Lambert et al., 2025).

Costos unitarios de producción y procesamiento: Los costos unitarios de producción y procesamiento se consideraron como indicadores económicos esenciales para evaluar la estructura de costos del emprendimiento. Estos incluyeron gastos asociados al establecimiento y manejo del cultivo, cosecha, postcosecha y transformación de la Lufa en esponjas biodegradables. El análisis de este indicador permitió identificar la eficiencia del proceso productivo y su incidencia directa en la rentabilidad del proyecto, conforme a metodologías utilizadas en estudios recientes de factibilidad agroproductiva (FAO, 2022).

Margen bruto y TIR proyectada El margen bruto y la Tasa Interna de Retorno (TIR) proyectada se emplearon como indicadores financieros para evaluar la rentabilidad del emprendimiento. El margen bruto permitió estimar la diferencia entre ingresos y costos directos, mientras que la TIR facilitó la valoración de la conveniencia económica del proyecto en el mediano y largo plazo. Estos indicadores son ampliamente utilizados en evaluaciones de factibilidad de proyectos agrícolas y agroindustriales, y permitieron sustentar la viabilidad económica del cultivo y comercialización de la Lufa (FAO, 2022; Fernández-Lambert et al., 2025).

Nivel de aceptación del producto en el mercado: Los costos unitarios de producción y procesamiento se consideraron como indicadores económicos esenciales para evaluar la estructura de costos del emprendimiento. Estos incluyeron gastos asociados al establecimiento y manejo del cultivo, cosecha, postcosecha y transformación de la Lufa en esponjas biodegradables. El análisis de este indicador permitió identificar la eficiencia del proceso productivo y su incidencia directa en la rentabilidad del proyecto, conforme a metodologías utilizadas en estudios recientes de factibilidad agroproductiva (FAO, 2022).

Reducción estimada de residuos plásticos: La reducción estimada de residuos plásticos se consideró como un indicador ambiental clave, al permitir cuantificar el impacto positivo del emprendimiento en términos de sustitución de esponjas sintéticas por alternativas biodegradables. Este indicador se relacionó

con los beneficios ambientales derivados del uso de fibras naturales de *Luffa cylindrica*, respaldando la contribución del proyecto a la mitigación de la contaminación por plásticos y a la promoción de sistemas productivos sostenibles, tal como lo señalan investigaciones recientes sobre materiales biodegradables y economía circular (Behera et al., 2024; Melo et al., 2022).

3.6. Consideraciones Bioéticas

La bioética surge como resultado de un modelo de los derechos humanos; las múltiples interpretaciones del desarrollo científico y tecnológico, su intervención en la justicia y bienestar de las personas, así como la protección del medio ambiente (Riquelme, et al. 2016).

- Consentimiento informado
- Confidencialidad y anonimato
- Responsabilidad ambiental
- Participación inclusiva

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de Resultados del Estudio

Presentación de los hallazgos derivados de la aplicación de encuestas, entrevistas, análisis financiero y evaluación técnica del cultivo y comercialización de *Luffa cylindrica* en Imbabura. Los resultados se basan en función de los objetivos específicos y los criterios de sostenibilidad e innovación.

4.1.1. Resultados del Diagnóstico Técnico-Productivo

Condiciones agroecológicas para la producción sostenible de *Luffa cylindrica* L.

Para reconocer la importancia de las condiciones agroecológicas, durante la producción sostenible de Lufa, se obtuvieron los siguientes resultados al encuestar a productores y consumidores de la provincia de Imbabura.

Tabla 1

Resultados obtenidos con respecto a condiciones agroecológicas para la producción sostenible de Lufa (Luffa cylindrica L.)

Variable de Análisis	Segmento	Hallazgo Principal (Dato Estadístico)
Experiencia Previa	Productores	El 33.3% ha participado directamente en la producción de <i>Luffa cylindrica</i> .
Capacidad de Manejo	Productores	El 40% posee experiencia en manejo agronómico de cultivos alternativos.
Requerimiento Técnico	Productores	El 66.7% destaca la necesidad de implementar estrategias productivas específicas.
Conciencia de Calidad	Productores	El 73.3% asocia el éxito del cultivo con el cumplimiento de estándares de calidad.
Percepción Ambiental	Consumidores	El 60% identifica impactos ambientales negativos en el uso de materiales plásticos.
Valoración de Origen	Consumidores	El 67.3% adquiere el producto motivado por la protección del medio ambiente.

Los datos observados señalan que un 40% de los productores encuestados en Imbabura, cuentan con un manejo agronómico de cultivos alternativos como su principal labor productora, destacando que el 33.3% ha participado directamente en la producción de *Luffa cylindrica*. De igual forma, los encuestados señalan que la inclusión del cultivo depende de la disponibilidad de infraestructura técnica, considerando que un 66.7% de los productores, destacan la importancia de implementar estrategias productivas específicas que garanticen estándares de calidad.

De igual forma, se debe referir que la disposición de los productores locales a tecnificar el cultivo, se justifica con tendencias regionales de diversificación agrícola, que consideran la transición de producción agrícola hacia cultivos no tradicionales como estrategia de resiliencia frente al cambio climático, especialmente en la región andina (Viteri-Robayo et al., 2023).

Identificación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para reducir el impacto ambiental

Con respecto a la implementación de BPA, que minimice el impacto ambiental durante la producción de Lufa. Se obtuvieron los siguientes resultados medibles en la percepción de productos y consumidores de la provincia de Imbabura.

Tabla 2

Grado de percepción de consumidores y productores de Lufa (Luffa cylindrica L.) en Imbabura con respecto a la aplicación de BPA

Variable de Análisis	de Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Gestión de Impacto Ambiental	de Productor	El 60% considera que las BPA son necesarias para mitigar el impacto ambiental en el cultivo de Lufa.	ISO 14001:2015
Garantía de Biodegradabilidad	de Consumidor	El 58.2% identifica que los plásticos de aseo son contaminantes, validando la necesidad de productos biodegradables.	NTE INEN 2618
Sustitución de Polímeros	de Productor	El 73.3% afirma que la Lufa es el reemplazo técnico ideal para reducir la presencia de microplásticos y residuos sintéticos.	ODS 12 (Producción y Consumo Responsable)
Estandarización de Calidad	Productor	El 73.3% vincula el éxito internacional con el cumplimiento de estándares estrictos de calidad y sostenibilidad.	ISO 9001:2015
Consumo y Acción Climática	Consumidor	El 69.1% prioriza la adquisición de Lufa para reducir el consumo personal de plásticos en el hogar.	ODS 13 (Acción por el Clima)
Incentivo a la Innovación	Productor	El 58.2% solicita apoyo institucional para innovar tecnológicamente en procesos de producción limpia.	Políticas de BPA (MAG)

La aplicación de los instrumentos de investigación permitió identificar un alto grado de conciencia con respecto al manejo de sostenibilidad agropecuaria. Es así que un 60% de los productores encuestados, indicaron que consideran necesaria la implementación de BPA, pues permite reducir el impacto ambiental. Además, un 58.2% de los consumidores encuestados, identificaron que utilizar materiales plásticos en el aseo doméstico aporta a la contaminación ambiental, lo cual valida la necesidad de generar procesos productivos que garanticen la biodegradabilidad del producto consumido.

En relación a los resultados, se establece que la priorización de las BPA en el cultivo de Lufa es fundamental, así lo expone Zhang et al. (2022), quienes señalan que el manejo integrado de plagas y la fertilización orgánica en cucurbitáceas disminuye la huella de carbono sectorial entre un 15-20% en comparación con el desarrollo de prácticas agrícolas tradicionales. Con respecto a la percepción de los productores de Imbabura sobre innovación tecnológica, con base a los resultados obtenidos, se recomienda, la generación de nichos nuevos, que permitan certificar la producción bajo estándares específicos así lo indica (López-Morales et al., 2024) quien además agrega que lo expuesto se debe considerar un requisito creciente en los mercados de bioproductos.

Evaluación del rendimiento productivo frente a especies tradicionales

Descripción de resultados.

La evaluación del rendimiento productivo de la Lufa (*Luffa cylindrica* L.) frente a especies agrícolas tradicionales de la provincia de Imbabura se realizó desde un enfoque comparativo perceptual, considerando la inexistencia de datos locales consolidados sobre indicadores cuantitativos de productividad del cultivo. En este sentido, el análisis se fundamentó en la valoración emitida por productores y consumidores respecto a variables como potencial de rentabilidad, adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de la provincia y oportunidades de inserción en mercados diferenciados. Los resultados evidencian una percepción favorable hacia la Lufa

como alternativa productiva emergente, aunque su consolidación depende del fortalecimiento técnico, organizativo y comercial dentro de la cadena de valor.

Tabla 3

*Percepción del rendimiento productivo de la Lufa (*Luffa cylindrica* L.) con respecto a cultivos tradicionales*

Variable de Análisis	de Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Experiencia en Cultivos Tradicionales	Productor	El 46.7% de los productores posee experiencia en cultivos tradicionales, facilitando la transición técnica hacia la Lufa.	ISO 9001:2015 (Gestión del Conocimiento)
Ventaja en Sostenibilidad	Productor	Se reconoce que la Lufa ofrece una ventaja comparativa superior en términos de sostenibilidad frente a cultivos convencionales.	ODS 12 (Consumo y Producción Responsables)
Generación de Valor Agregado	Productor	El 33.3% rescata el potencial de la Lufa para generar subproductos (cosméticos/industriales), superando el margen de la materia prima tradicional.	ODS 8 (Crecimiento Económico)
Optimización del Rendimiento	Productor	El 53.3% asocia el incremento del rendimiento del cultivo a una fertilización técnica controlada (50-100 kg/ha de N).	Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)
Desplazamiento de Competencia	Consumidor	El 72.7% utiliza actualmente esponjas sintéticas (tradicionales), pero existe una disposición de cambio del 56.4% hacia la Lufa.	NTE INEN 2618 (Biodegradabilidad)
Rendimiento Marginal	Productor	La Lufa presenta una ventaja económica en el rendimiento marginal al requerir procesos de postcosecha que aumentan su vida útil comercial.	ISO 9001:2015 (Mejora de Procesos)

Considerando que los datos obtenidos, que evidenciaron que un 46.7% de los productores cuentan con experiencia previa en cultivos tradicionales, pero igualmente se reconoció que la producción de Lufa ofrece una ventaja comparativa en términos de sostenibilidad. Asimismo, se determinó que un 33.3% de los participantes en la investigación, rescatan el potencial de la Lufa, sobre todo al elaborar subproductos que generan un valor agregado, lo cual crea una ventaja con respecto al rendimiento marginal de cultivos tradicionales.

En relación con los resultados, analizados, se puede corroborar con referencias existentes sobre el tema. Es así que, de acuerdo con estudios previos de biomasa, se determinó que la Lufa puede producir hasta 30,000 frutos por hectárea, generando índices de rentabilidad por metro cuadrado, superiores a cultivos como el maíz, sobre todo en zonas de minifundio (Pérez, 2022). Dicha eficiencia productiva, se respalda técnicamente por el cumplimiento de la NTE INEN 2618, normativa que garantiza que materiales orgánicos como la Lufa, cumplan estándares estrictos de biodegradabilidad, asegurando un producto libre de residuos persistentes, además de referir una baja exigencia de insumos químicos. Lo anterior posiciona al cultivo y producción de *Luffa cylindrica* L. como una alternativa atractiva, para generar una agricultura circular, especialmente en la región norte de Ecuador (García y Méndez, 2023).

Análisis de eficiencia en el uso de agua, suelo y recursos energéticos

Al referir la importancia y eficiencia de optimizar recursos naturales al implementar la producción de Lufa. Se obtuvieron los siguientes resultados al encuestar a productores y consumidores de la provincia de Imbabura.

Tabla 4

Percepción de productores y consumidores con respecto a la eficacia del cultivo de Lufa (Luffa cylindrica L.), para optimizar recursos naturales

Variable de Análisis	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Acceso a Riego y Tecnología	Productor	El 47.3% identifica el acceso a riego y tecnología como factores fundamentales para la producción eficiente.	ODS 6 (Agua Limpia y Saneamiento)
Eficiencia en el Uso de Recursos	Productor	El 80% considera que el uso de tecnologías digitales permite la optimización de recursos hídricos y fertilizantes.	ISO 14001:2015 (Gestión Ambiental)
Brecha Tecnológica	Consumidor	Solo el 32.7% de los encuestados menciona el uso de tecnologías digitales, evidenciando una baja penetración tecnológica actual.	ODS 9 (Industria e Innovación)
Asistencia Técnica Especializada	Productor	Se detecta una limitante técnica (73.3%) en la instalación de sistemas de riego localizados para cultivos de enredadera.	ISO 9001:2015 (Competencia)
Apoyo Institucional	Consumidor	El 43.6% considera que las instituciones deben priorizar el impulso a la agricultura sostenible y tecnológica.	Normas de BPA (MAG)
Sostenibilidad Energética	Productor	El 73.3% de los productores identifica el uso eficiente de insumos mediante monitoreo inteligente como una vía de ahorro energético.	ISO 5001 (Gestión de la Energía)

Considerando, los resultados de la encuesta, se observó que un 47.3% de los productores señalan el acceso a riego y tecnología como factores fundamentales, al momento de desarrollar procesos agrícolas. No obstante, de acuerdo a los datos obtenidos, se reconoció que existe una brecha tecnológica, pues únicamente el 32.7% de los encuestados, mencionan el uso de tecnologías digitales. Los anteriores

resultados, sugieren que la implementación de recursos tecnológicos, puede ser una limitante al momento de generar recursos técnicos enfocados en la producción agrícola, `por ejemplo la escasa o nula asistencia técnica en el desarrollo o instalación de sistemas de riego localizados, como en cultivos de enredadera.

Al referir literatura científica sobre el tema, se precisa que el cultivo de Lufa, cuenta con un sistema radicular eficiente que, al implementar tecnologías innovadoras generaría un mayor rendimiento. Sobre el tema Chen et al., 2021 explica que, bajo riego por goteo, el cultivo de la mencionada especie, generaría un ahorro en el consumo hídrico de alrededor del 30% con respecto a otros cultivos hidrológicamente demandantes. La optimización de recursos naturales, evidenciada en los resultados descritos previamente, se ajusta directamente con los requisitos de la norma ISO 14001:2015, misma que precisa que las organizaciones deben establecer controles operativos para mantener un uso sostenible de recursos, considerando prevención y disminución del riesgo de impactos ambientales.

De igual forma, se reconoce que la necesidad de promoción de tecnologías digitales, manifestada por un 32.7% de los encuestados, ratifica la tendencia global hacia una denominada Agricultura 4.0, que incluye componentes esenciales como monitorear índices de humedad del suelo, para garantizar la calidad de la fibra del producto, considerando su uso industrial o cosmético (Rodríguez-Sánchez, 2024).

Incorporación de criterios de sostenibilidad ambiental y social en el proceso

De igual forma, se precisó determinar la visión en relación a la sostenibilidad de desarrollar procesos productivos en la provincia de Imbabura. Es así que a continuación, se muestran los resultados obtenidos al aplicar encuestas a consumidores y productores sobre la mencionada temática.

Tabla 5

*Visión de productores y consumidores sobre la sostenibilidad ambiental y social de establecer la producción de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en Imbabura*

Variable de Análisis	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Equidad de Género	Productor	El 47.3% de los productores son mujeres, evidenciando una alta participación femenina en la gestión del cultivo.	ODS 5 (Igualdad de Género)
Relevo Generacional	Productor	La mayor concentración de productores se ubica entre 26 y 35 años, asegurando la continuidad generacional del agro.	ISO 9001:2015 (Planificación)
Disposición de Cambio	Consumidor	El 56.4% de los consumidores está dispuesto a reemplazar las esponjas sintéticas por Lufa inmediatamente.	ODS 12 (Consumo Responsable)
Conciencia Ecológica	Consumidor	La motivación principal (67.3%) para la adquisición del producto es la protección del medio ambiente.	ISO 14001:2015 (Contexto)
Apoyo a la Economía Rural	Consumidor	El 38.2% de los encuestados compra Lufa como un mecanismo de apoyo directo a las economías rurales locales.	ODS 8 (Trabajo Decente)
Impacto Comunitario	Productor	El 66.7% de los productores considera que el apoyo institucional es clave para el fortalecimiento asociativo rural.	ISO 26000 (Responsabilidad Social)

De igual forma al referirse a la participación por género del cultivo, se identificó que un 47.3% de los productores participantes son mujeres, cuyo rango de edad se ubica entre los 26 a 35 años, hecho que demuestra la existencia de un relevo generacional enfocado en la alternabilidad de género. Mientras que, al referir el componente ambiental, se reconoció que un 56.4% de los consumidores demuestran

disposición a reemplazar esponjas sintéticas por Lufa, motivados principalmente por la noción de protección del medio ambiente, así como el apoyo a economías rurales.

Según los datos obtenidos, se reconoce procesos de integración social de mujeres y jóvenes en la producción agrícola, así lo exponen Martínez-Casanova (2023), quien señala que agregar valor a la cadena productiva de la Lufa en Imbabura, está acorde a indicadores de sostenibilidad social propuestos por la Agenda 2030, específicamente el ODS 5 (Igualdad de Género), que promueve el empoderamiento económico de la mujer rural como eje del desarrollo sostenible.

Asimismo, el autor resalta la noción de que el empoderamiento femenino en agroempresas de productos biodegradables acelera la adopción de prácticas eco-amigables en la comunidad. A lo anterior, se debe agregar que la alta disposición al pago (58.2% para el rango de 1.00 a 1.50 USD) evidencia una validación social al precio, hecho que sin duda aporta a la rentabilidad generada por el productor, así como la accesibilidad del consumidor (Silva et al., 2024).

4.1.2. Resultado del Estudio de Mercado

Nivel de conocimiento y aceptación del producto biodegradable por parte de los consumidores.

Uno de los aspectos, más relevantes al momento de evaluar el grado de aceptación del producto, es considerar propiedades amigables con el entorno. Razón por la cual, se procedió a analizar los resultados obtenidos con respecto el grado de aceptabilidad del producto considerando su condición de biodegradable. Lo cual arrojó los resultados mostrados a continuación.

Tabla 6

Resultados sobre nivel de conocimiento y aceptación de la Lufa (Luffa cylindrica L.), como producto biodegradable por parte de productores y consumidores

Variable de Análisis	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Disposición de Reemplazo	Consumidor	El 56.4% manifiesta disposición inmediata para sustituir esponjas sintéticas por Lufa.	ODS 12 (Producción y Consumo Responsables)
Percepción Crítica del Plástico	Consumidor	El 58.2% identifica el uso de materiales sintéticos en el aseo como un problema ambiental significativo.	ISO 14001:2015 (Contexto de la Organización)
Atributos de Valor (Uso)	Consumidor	El 60% de los encuestados asocia a la Lufa con beneficios de origen vegetal y exfoliación natural.	ISO 9001:2015 (Enfoque al Cliente)
Validación de Biodegradabilidad	Consumidor	El 61.8% reconoce correctamente el carácter biodegradable del material, facilitando su posicionamiento.	NTE INEN 2618 (Biodegradabilidad)
Conciencia de Riesgo Sanitario	Consumidor	El 65.5% reconoce que las esponjas sintéticas pueden albergar altas concentraciones de bacterias.	Normas de Higiene y Salud Pública

En relación con el nivel de conocimiento y aceptabilidad del producto, se determinó que un 56.4% de los consumidores encuestados, manifestaron una disposición inmediata para reemplazar sus esponjas sintéticas por Lufa. Dicha aceptación se corrobora con una percepción crítica hacia el plástico, demostrada por los encuestados, pues un 58.2% de los participantes, señalaron que el uso de materiales sintéticos en el aseo doméstico conlleva un problema ambiental importante. De igual forma cabe destacar la noción de que la utilización del producto, aporta beneficios, tales como la exfoliación natural y la durabilidad.

El alto grado de aceptación observado, considerando especialmente la capacidad biodegradable del producto, coincide con lo expuesto por Carrión-Bósquez et al. (2023), quienes explican que los consumidores ecuatorianos tienden a generar una compra creciente de productos orgánicos, especialmente cuando perciben un beneficio ambiental directo. Dicha propuesta, se respalda por lo expuesto en la NTE INEN 2618, la cual certifica los requisitos de biodegradabilidad, favoreciendo el beneficio ambiental, al representar una garantía técnica de calidad. Dicha tendencia se corresponde con la teoría de la conciencia ambiental, que incluye el deterioro ecológico como factor mediador en la decisión de adquirir productos biodegradables (Martínez-Casanova, 2023). Asimismo, el autor señala que, existe una tendencia hacia la generación de un mercado maduro para bioproductos en la región andina, condición que agruparía a Lufa.

Tendencias de consumo sostenible e interés en productos ecológicos

Al igual que la condición de biodegradable aporta a la aceptación del producto, el consumo sostenible es un factor que incide en las preferencias del consumidor, así como en los beneficios generados para el productor. Con base en dicha premisa a continuación, se muestran los datos que reflejan la percepción del encuestado con respecto a interés en la generación de productos ecológicos de consumo sostenible.

Tabla 7

*Resultados sobre la percepción del producto y consumidor con respecto a tendencia al consumo sostenible y producción ecológica la Lufa (*Luffa cylindrica* L.), en la provincia de Imbabura*

Variable de Análisis	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Motivación Ambiental	Consumidor	El 67.3% adquiere el producto motivado por la protección del medio ambiente (principal motor de compra).	ISO 14001:2015 (Contexto)
Responsabilidad Social	Consumidor	El 38.2% de los usuarios compra Lufa para apoyar directamente a las economías rurales de Imbabura.	ISO 26000 / ODS 8
Elasticidad de Precio	Consumidor	El 58.2% de los consumidores acepta un rango de precio competitivo entre 1.00 y 1.50 USD por unidad.	ISO 9001:2015 (Planificación)
Intención Económica Real	Consumidor	Existe una relación directa entre el interés ecológico y la voluntad de pago por productos sostenibles.	ODS 12 (Consumo Responsable)
Valor Percibido	Consumidor	El 70.9% asocia el valor del producto a su origen sostenible y garantía de trazabilidad tecnológica.	ISO 9001:2015 (Trazabilidad)

Los resultados obtenidos de la encuesta con respecto al consumo de Lufa, muestran que la principal motivación de compra es la "protección del medio ambiente", seguida por el "apoyo a economías rurales". Dichas observaciones, se consideran significativas. De igual forma al destacar la elasticidad del precio: un 58.2% de los consumidores, señalaron que es aceptable un rango de precio entre 1.00 y 1.50 USD. Lo cual, justifica que existe una relación entre el interés ecológico y una intención económica real, de generar productos con márgenes de precios competitivos y aceptados por el público.

Lo expuesto anteriormente, se corrobora con el comportamiento del consumidor verde en Ecuador, el cual prioriza productos con impacto social positivo y trazabilidad local (Ipsos, 2024), según López-Morales et al. (2024). De igual forma se debe considerar que la preferencia por lo biodegradable ha dejado de ser un nicho para convertirse en una normativa de mercado impulsada por la reducción de la huella de carbono. (Silva et al., 2024), lo cual garantiza la implementación de la NTE INEN 2618 para certificar la degradación biológica del material. En relación con los aportes anteriores, se precisa que los productos de Lufa pueden posicionarse bajo un enfoque de comercio justo y sostenibilidad integral considerando el apoyo a economías rurales, basadas en producción primaria.

Competencia, diferenciación y posicionamiento del producto "esponja de Lufa"

De igual forma cabe dentro del análisis, generar una diferenciación del producto, con respecto a otras alternativas presentes en el mercado. Es así que a continuación, se muestran los resultados obtenidos con respecto a la percepción de productores y consumidores en relación a competencia, diferenciación y posicionamiento del producto.

Tabla 8

Percepción de productores y consumidores en relación a competencia, diferenciación y posicionamiento del producto

Variable de Análisis	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Diferenciación por Calidad	Productor	El 73.3% identifica que el cumplimiento de estándares de calidad y sostenibilidad es la clave para diferenciar el producto de la competencia sintética.	ISO 9001:2015 (Diseño y Desarrollo)
Ventaja Competitiva (Bienestar)	Consumidor	El 60% asocia a la Lufa con la capacidad de exfoliación natural de la piel, posicionándola como un recurso de bienestar dermatológico.	NTE INEN 2618 (Calidad de Fibra)
Análisis de la Competencia	Productor	Aunque el 72.7% de los consumidores usa esponjas sintéticas, los productores ven en la sostenibilidad un nicho para el desplazamiento de mercado.	ISO 9001:2015 (Análisis de Mercado)
Riesgo Sanitario Competitivo	Consumidor	El 65.5% reconoce que la competencia sintética alberga bacterias, otorgando a la Lufa una posición de higiene superior.	Normas de Calidad e Inocuidad
Posicionamiento Sostenible	Consumidor	El 70.9% valora el origen sostenible como un factor determinante para elegir la Lufa sobre productos de limpieza tradicionales.	ODS 12 (Producción Responsable)

En relación al producto esponja de Lufa, los datos obtenidos, se identificó que un 73, 3% de los productores encuestados señalaron que, a pesar de identificar como principal competencia a las esponjas sintéticas, se reconoció que el cumplimiento de estándares de calidad y sostenibilidad son fundamentales para diferenciar dichos productos. Asimismo, se debe destacar que los consumidores perciben la Lufa no solamente como producto de limpieza, sino como un recurso enfocado en el bienestar

personal, al considerarse exfoliante natural, hecho que otorga una ventaja competitiva basada en atributos dermatológicos que el plástico no posee.

Considerando los resultados previos, en relación al posicionamiento de la Lufa frente a las esponjas de poliuretano, se reconoce la capacidad de biodegradación completa y ausencia de micro plásticos, factores determinantes en la actualidad al posicionar productos de carácter ecológico (The Insight Partners, 2024). Esta ventaja competitiva se ajusta a la NTE INEN 2618, normativa que certifica los parámetros de biodegradabilidad y asegura que el material se reintegra al entorno sin dejar residuos sintéticos persistentes. Por su parte Zhang et al. (2022) afirma que la diferenciación de fibras naturales debe enfocarse en la "multifuncionalidad" (uso cosmético y del hogar). Considerando la realidad agrícola-social de Imbabura, la Lufa presenta condiciones que aportan a su posicionamiento como recurso de bajo impacto, que presenta un valor agregado de su origen vegetal y artesanal, distinto a la competencia industrial (Viteri-Robayo et al., 2023).

Potenciales canales de comercialización

Los canales de distribución se presentan como un indicador esencial al momento de identificar nivel de aceptabilidad y posicionamiento del producto. Razón por la cual a continuación, se muestran los resultados obtenidos, con respecto a la visión de productores y consumidores sobre la necesidad de potenciar la producción de Lufa.

Tabla 9

*Visión de consumidores y productores en relación a la potenciación de los canales de comercialización de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en la provincia de Imbabura*

Variable de Análisis	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Diversificación de Canales	Consumidor	Se sugiere la distribución mediante ferias ecológicas y establecimientos especializados para fortalecer la oferta local.	ISO 9001:2015 (Enfoque al Cliente)
Apoyo Institucional e Innovación	Productor	El 58.2% destaca la importancia de recursos de innovación tecnológica provistos por instituciones para la comercialización.	ODS 9 (Industria e Innovación)
Canales Digitales Emergentes	Consumidor	El 32.7% identifica a las plataformas digitales como un canal clave para la conexión directa productor-consumidor.	ISO 56002:2019 (Innovación)
Trazabilidad en Comercialización	Consumidor	El 70.9% valora la trazabilidad digital como una garantía de origen que debe estar presente en los canales de venta.	ISO 9001:2015 (Trazabilidad)
Sostenibilidad del Mercado	Productor	El 66.7% señala que el fortalecimiento institucional es clave para competir bajo estándares de calidad internacional.	ODS 17 (Alianzas Estratégicas)

Al referirse a posibles canales de comercialización, los encuestados sugieren como estrategia principal de distribución la diversificación de la oferta, a través de ferias ecológicas y la implementación de establecimientos especializados. De igual forma, un 58.2% de los participantes destacaron la importancia de contar con apoyo institucional, sobre todo considerando recursos de innovación tecnológica, mientras que un 32.7% señaló que las plataformas digitales, pueden presentarse como canal emergente para conectar directamente al productor con el consumidor final.

Al analizar los resultados, se evidencia que la tendencia al uso de canales directos y ferias verdes coincide con el auge de los "eco emprendimientos" en Ecuador durante 2024, según se expone en Diario El Norte, 2024, dichas iniciativas aprovechan la cercanía regional como estrategia de marketing, para generar resultados efectivos al momento de publicitar y vender el producto. Igualmente, se puede agregar que la integración de canales digitales especialmente en el sector de salud y bienestar, demuestran un alto grado de aceptabilidad por parte del consumidor para la compra de productos naturales vía web (Semantic Scholar, 2024). Lo expuesto anteriormente genera la posibilidad de reducir intermediarios, mejorando la rentabilidad del productor, resultando en un precio justo para el consumidor (García y Méndez, 2023).

4.1.2.1. Resultados Financieros y de Viabilidad

Estructura de costos y estimación de inversión inicial

Uno de los factores primordiales, para evaluar la rentabilidad de un proceso productivo es la estructuración de costos y de inversión inicial. Es así que, sobre dicha temática, planteada a consumidores y productores de la provincia de Imbabura, generaron los resultados expuestos a continuación.

Tabla 10

*Percepción de productores y consumidores sobre la estructura de costos e inversión inicial generada al producir Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en la provincia de Imbabura*

Variable de Análisis	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Optimización de Costos	Productor	El 73.3% identifica el uso eficiente de insumos mediante tecnología como el factor principal para optimizar costos.	ISO 9001:2015 (Operación)
Inversión en Capacitación	Productor	El 40% carece de experiencia previa, determinando que la inversión inicial debe priorizar la asistencia técnica.	ISO 9001:2015 (Apoyo)
Infraestructura Crítica	Productor	El 53.3% señala que los sistemas de tutorado y secado son recursos críticos para la calidad y rentabilidad.	ISO 9001:2015 (Recursos)
Financiamiento Externo	Participantes	El 47.3% considera prioritario el financiamiento y la asistencia técnica como mecanismos institucionales de fomento.	ODS 8 (Crecimiento Económico)
Valoración del Valor Agregado	Consumidor	El 63.6% justifica un precio superior si se garantiza un proceso productivo tecnificado y sostenible.	ISO 9001:2015 (Enfoque al Cliente)

Al referir la inversión inicial en el proceso de producción, se determinó que un 73.3% de los productores identificaron el uso eficiente de insumos agrícolas mediante tecnología, como el factor principal para la optimización de costos. Por su parte, el 40% de los encuestados indicaron que carecen de experiencia previa en el manejo de *Luffa cylindrica*, lo cual refleja la necesidad de contar con una inversión inicial que priorice el rubro de Capacitación y asistencia técnica, así como lo señalaron el 47.3% de los participantes en la sección de mecanismos institucionales. Mientras que, al considerar costos operativos, el 53,3% señaló que los sistemas de

tutorado y tecnologías de secado, de los productores, son recursos críticos para obtener una buena calidad de la fibra.

En relación a los resultados descritos previamente, se debe considerar que la estructuración de costos basada en la eficiencia de insumos, está acorde con los principios de la norma ISO 9001:2015, isma que presenta un enfoque de gestión de procesos, garantizando la optimización de recursos. De igual forma al revisar bibliografía sobre el tema, se identifica se corrobora lo expuesto, por ejemplo, Gurjar et al. (2025), indica que la inversión inicial en cultivos de Lufa bajo sistemas tecnificados a pesar de ser superior a lo tradicional, se amortiza en un corto plazo, esto debido a la reducción de desperdicios en la etapa de postcosecha. De igual forma al referir la necesidad de capacitación expresada en los resultados de la encuesta, se debe mencionar que en Imbabura la inversión en capital humano es el activo más relevante, para asegurar que el costo unitario del producto sea competitivo frente a las esponjas sintéticas (1, 2). Gurjar et al. (2025)

Análisis de rentabilidad (VAN, TIR y punto de equilibrio)

Al igual que el ítem anterior, la identificación de índices económicos, es de vital importancia, al momento de valorar la rentabilidad de generar un proceso de producción. Es así que a continuación, se muestra los resultados de indagar a los productores sobre los índices VAN, TIR y punto de equilibrio.

Tabla 11

Índice Van, para identificar sostenibilidad del producto de Lufa (Luffa cylindrica L.)

Precio / Tasa	8%	10%	12%	14%	16%
\$1.00	\$16,825.81	\$15,272.73	\$13,846.01	\$12,532.74	\$11,321.52
\$1.15	\$21,149.69	\$19,363.64	\$17,722.91	\$16,212.65	\$14,819.75
\$1.15	\$24,032.27	\$22,090.91	\$20,307.52	\$18,665.92	\$17,151.90
\$1.15	\$26,914.85	\$24,818.18	\$22,892.12	\$21,119.19	\$19,484.06
\$1.15	\$31,238.72	\$28,909.09	\$26,769.02	\$24,799.10	\$22,982.28

La Tabla 11 presenta el Valor Actual Neto (VAN) proyectado para el producto de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) bajo distintos escenarios de precio de venta y tasas de descuento (8%–16%). El análisis permite evaluar la sostenibilidad financiera del proyecto ante variaciones en el costo de capital y en el precio de comercialización. Se observa que, en todos los escenarios planteados, el VAN es positivo, lo que indica viabilidad económica y capacidad del proyecto para generar rentabilidad superior a la tasa de descuento aplicada. Asimismo, se evidencia que, a mayores precios de venta y menores tasas de descuento, el VAN se incrementa, fortaleciendo la sostenibilidad financiera del emprendimiento.

Tabla 12

Índice Tir, sobre la rentabilidad del proyecto, para identificar sostenibilidad del producto

Precio / Costo Op.	50%	55%	60% (Base)	65%	70%
\$1.00	64.02%	56.64%	49.06%	41.19%	32.97%
\$1.15	74.78%	66.56%	58.14%	49.44%	40.39%
\$1.25	81.79%	73.01%	64.02%	54.77%	45.16%
\$1.35	88.69%	79.35%	69.80%	59.99%	49.83%
\$1.50	98.90%	88.69%	78.30%	67.64%	56.64%

La Tabla 12 presenta la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto bajo diferentes escenarios de precio de venta y niveles de costos operativos (50%–70%). Este indicador permite evaluar la rentabilidad relativa del emprendimiento y su

capacidad para generar rendimientos superiores al costo de oportunidad del capital. Los resultados evidencian que, incluso en escenarios conservadores con mayores costos operativos (70%), la TIR se mantiene en niveles significativamente altos, lo que demuestra la solidez financiera del proyecto. Asimismo, se observa una relación directa entre el incremento del precio de venta y el aumento de la TIR, mientras que mayores costos operativos reducen la rentabilidad. En el escenario base (60% de costos operativos), la TIR se mantiene en rangos atractivos, confirmando la sostenibilidad económica del producto de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en condiciones normales de operación.

Tabla 13

Relación beneficio-costo, para calcular la eficiencia del proyecto

Precio / Tasa	8%	10%	12% (Base)	14%	16%
\$1.00	1.30	1.29	1.27	1.26	1.24
\$1.15	1.34	1.33	1.31	1.30	1.28
\$1.25	1.36	1.35	1.34	1.32	1.31
\$1.35	1.38	1.37	1.36	1.34	1.33
\$1.50	1.41	1.39	1.38	1.37	1.36

La Tabla 13 presenta la Relación Beneficio-Costo (B/C) del proyecto bajo distintos escenarios de precio de venta y tasas de descuento (8%–16%), con el objetivo de evaluar su eficiencia económica. Este indicador permite determinar cuántas unidades monetarias se generan por cada unidad invertida. Los resultados muestran que en todos los escenarios analizados la relación B/C es mayor a 1, lo que indica que los beneficios superan a los costos y, por tanto, el proyecto es económicamente eficiente. Asimismo, se observa que, a mayores precios de venta y menores tasas de descuento, la relación beneficio-costo se incrementa, fortaleciendo la rentabilidad y sostenibilidad financiera del producto de Lufa (*Luffa cylindrica* L.). Incluso en el escenario base (12%), el índice se mantiene en niveles favorables, confirmando la viabilidad del proyecto bajo condiciones financieras conservadoras.

Tabla 14

*Percepción de los indicadores de rentabilidad presentados por productores de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en la provincia de Imbabura*

Variable de Análisis	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Aceptación de Precios	Consumidor	El 58.2% de los consumidores fija un rango de precio aceptable entre 1.00 y 1.50 USD.	ISO 9001:2015 (Enfoque al Cliente)
Valoración de la Sostenibilidad	Consumidor	El 63.6% está dispuesto a pagar un sobrepago si se garantiza un menor impacto ambiental del producto.	NTE INEN 2618 (Biodegradabilidad)
Punto de Equilibrio	Consumidor	El 56.4% manifiesta una alta disposición a reemplazar productos plásticos por Lufa.	ISO 9001:2015 (Planificación)
Rentabilidad (TIR)	Productor	La tasa de retorno proyectada se sustenta en la reducción de pérdidas productivas (53.3%) mediante tecnologías de secado.	ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento)
Garantía de Sostenibilidad	Consumidor	El 70.9% considera que la garantía de origen sostenible mediante tecnología aporta un valor agregado crítico.	ISO 9001:2015 (Trazabilidad)

Al considerar la rentabilidad del producto, los datos obtenidos de la encuesta, permitieron evidenciar que el 58,2 % de los consumidores encuestados establecen un rango de precio aceptable entre 1.00 y 1.50 USD por unidad de esponja de Lufa, observación que permite destacar que la viabilidad financiera del proyecto se sustenta en la aceptación de precios del mercado local.

De igual forma, se identificó que el 63.6% de los clientes, estarían dispuestos a pagar un precio ligeramente superior, siempre y cuando se garantice un menor impacto ambiental del producto. En esta sección, se debe reconocer que el punto de equilibrio se sitúa en un volumen de ventas que presenta como beneficio una alta disposición a reemplazar productos plásticos según el 56.4% de los encuestados,

hecho que asegura una Tasa Interna de Retorno (TIR) proyectada que supera la tasa de descuento del sector agrícola ecuatoriano.

En relación a los resultados descritos, se considera que un precio de venta de la Lufa que fluctúa por 1.50 USD genera un margen de contribución robusto. Pues según estudios de rentabilidad en la región andina, sitúan el costo de producción unitario de la Lufa procesada en aproximadamente 0.75 USD (Pérez-López, 2022). Esta información ratifica lo expuesto en la NTE INEN (Norma Técnica Ecuatoriana) aplicable a productos de limpieza y aseo, donde la relación costo-beneficio debe ser transparente para el consumidor. Considerado lo anterior se sugiere que el Valor Actual Neto (VAN) del producto es positivo, sustentándose en una demanda cautiva, que prioriza la sostenibilidad sobre el costo mínimo, permitiendo una estabilidad financiera mayor a la de los productos tradicionales. (Pérez-López, 2022).

Escenarios de sostenibilidad económica en el mediano y largo plazo

Considerando resultados previos, es necesario reconocer en el tiempo, la sostenibilidad de la producción y consumo de Lufa, considerando el impacto en la población, así como la implementación de programas de incentivos. Sobre el tema a continuación, se presentan los datos obtenidos al encuestar a producto de Imbabura.

Tabla 15

Datos obtenidos al encuestar a productores de Lufa (Luffa cylindrica L.) de la provincia de Imbabura sobre sostenibilidad económica a mediano y largo plazo

Variable de Análisis	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Fidelidad del Consumidor	Consumidor	El 69.1% de los encuestados planea disminuir el consumo de plásticos permanentemente, asegurando demanda a largo plazo.	ISO 9001:2015 (Enfoque al Cliente)
Mecanismos de Fomento	Participantes	El 49.1% identifica los programas de incentivos institucionales como clave para la sostenibilidad de la agroindustria.	ODS 17 (Alianzas para lograr los Objetivos)
Valor Agregado Tecnológico	Consumidor	El 70.9% valora la garantía de origen sostenible mediante trazabilidad digital, facilitando la apertura de nichos de mercado.	ISO 9001:2015 (Trazabilidad)
Potencial de Exportación	Productor	El 73.3% considera que el cumplimiento de estándares internacionales es la vía para competir en mercados externos.	Normas GlobalG.A.P. / ISO 14001
Innovación y Continuidad	Productor	El 58.2% de los productores solicita apoyo en innovación tecnológica para mantener la competitividad en el tiempo.	ISO 56002:2019 (Gestión de la Innovación)

Una vez descrita la sostenibilidad del producto, los resultados observados señalan resultados favorables, como el hecho de que se un 69,1% de los encuestados planean disminuir el consumo de plásticos permanentemente, hecho que demuestra fidelidad del consumidor.

Además, el 49.1% de los participantes considera que los programas de incentivos se presentan como mecanismos clave para generar una agroindustria sostenible en el tiempo.

Es así que, al observar los resultados, se identificó que un 70.9% de consumidores valoran la garantía de origen sostenible mediante trazabilidad digital, lo cual genera la posibilidad de abrir nichos de mercado e incluso generar exportaciones en el mediano plazo.

Al considerar que la sostenibilidad económica depende de la capacidad de la agroempresas para mantener estándares de calidad constantes, según normas como la ISO 9001, enfocada en la mejora continua y la satisfacción del cliente, se reconoce la capacidad de generar sostenibilidad al producir Lufa. Esto último se justifica desde la literatura existente sobre el tema, por ejemplo, Martínez-Casanova (2023), señalan que las empresas de bioproductos que incluyen en su producción criterios de economía circular, presentan una tasa de supervivencia 30% mayor en mercados competitivos. Es así que se puede precisar que la alineación del proyecto de producción de Lufa en Imbabura considerando tendencias globales de consumo responsable, aseguraría un flujo de caja permanente, mientras se mantengan atributos de biodegradabilidad, certificados bajo normas internacionales de sostenibilidad (ISO 9001).

Evaluación de riesgos financieros y ambientales asociados al proyecto

Por otro al revisar la sostenibilidad de la producción de Lufa, se precisa analizar posibles riesgos financieros y ambientales generados. Razón por la cual a continuación, se presentan datos obtenidos al encuestar a consumidores y productores, sobre dicha temática.

Tabla 16

*Valoración de consumidores y productores, sobre posibles riesgos financieros y ambientales asociados a la producción de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en la provincia de Imbabura*

Variable de Riesgo	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Riesgo de Financiamiento	Productor	El 47.3% identifica la falta de acceso a crédito como el riesgo principal para la adopción tecnológica.	ISO 9001:2015 (Riesgos y Oportunidades)
Riesgo de Mercado (Percepción)	Consumidor	El 65.5% percibe una alta presencia de esponjas sintéticas en hogares, lo que dificulta la penetración inicial.	ISO 9001:2015 (Comunicación)
Riesgo de Información	Consumidor	Existe el riesgo de una comunicación inadecuada sobre la durabilidad de la Lufa frente a los sintéticos.	NTE INEN 2618 (Etiquetado)
Riesgo Ambiental (Bajo)	Consumidor	El 60% destaca el impacto positivo de la Lufa, reduciendo el riesgo de rechazo por motivos ecológicos.	ISO 14001:2015 (Desempeño Ambiental)
Riesgo de Inocuidad	Consumidor	El 65.5% reconoce que las esponjas sintéticas albergan bacterias, lo que posiciona a la Lufa como una solución.	ISO 9001:2015 (Calidad)

Una vez descritos los factores que aportan sostenibilidad, se precisa referir los posibles riesgos financieros y ambientales, generados en el proceso de producción de Lufa. Al observar los resultados obtenidos, se identificó que de acuerdo al 47,3% de los encuestados, el principal riesgo, sería la falta de financiamiento, especialmente al considerar aspectos como la adopción tecnológica. Mientras que, en el campo ambiental, se reconoce un riesgo bajo, pues un 60% de los consumidores, destacaron como positivo el impacto de la Lufa en el ecosistema, sin embargo, se pudiese presentar como riesgo de mercado una comunicación inadecuada con respecto a la

durabilidad del producto, frente a esponjas sintéticas, las cuales son percibidas por un 65.5% de los consumidores como altamente presentes en los hogares.

Al contrastar los datos obtenidos con normativas como la ISO 9001, en lo pertinente a riesgos de gestión que sugiere que la empresa debe mitigar la brecha financiera mediante alianzas con instituciones que fomenten el impulso a la agricultura sostenible, se corrobora con los datos obtenidos en la encuesta, hecho que ratifica la necesidad de generar estrategias que permitan optimizar la producción de Lufa, mediante alianza estratégicas con gobiernos seccionales o empresa privada. Con respecto al contexto ambiental, el cumplimiento de la NTE INEN 2618 (Directrices para la degradación de plásticos y materiales orgánicos) y su cumplimiento disminuirán la posibilidad de afecciones al medioambiente. Esto último se corrobora con lo expuesto por Rodríguez y Sánchez (2024) quienes indican que la mitigación de riesgos en proyectos de biomasa vegetal, debe enfocarse en diversificar canales de venta y así evitar dependencia de mercados locales, considerados volátiles.

4.2. Integración de Criterios de Sustentabilidad

Una vez, descritos criterios técnicos como: estudio de mercado, criterios técnicos-productivos, así como sostenibilidad, se precisa desarrollar un análisis integrado de los diferentes factores que influyen en la producción y consumo de Lufa.

Económico:

Con respecto a la integración de los factores asociados con la sustentabilidad económica, a continuación, se muestra un resumen de los datos más relevantes, que permiten extraer conclusiones sobre el tema.

Tabla 17

*Integración de factores económicos que influyen directamente en la sustentabilidad de la producción de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en la provincia de Imbabura*

Variable de Análisis	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Diversificación Productiva	Productor	El 33.3% posee experiencia en cultivos no tradicionales, facilitando la transición hacia bionegocios.	ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento)
Competitividad Internacional	Productor	El 73.3% identifica que el cumplimiento de estándares de calidad es la ruta para la competencia global.	ISO 9001:2015 (Calidad)
Margen de Rentabilidad	Consumidor	El 58.2% acepta un rango de precio de 1.00 a 1.50 USD, asegurando un flujo de caja positivo para la agroempresa.	ISO 9001:2015 (Enfoque al Cliente)
Resiliencia Económica Rural	Consumidor	La aceptación del precio sugiere una reducción de la dependencia de monocultivos tradicionales volátiles.	ODS 2 (Hambre Cero / Agricultura Sostenible)
Garantía de Origen	Consumidor	El 70.9% valora la trazabilidad digital como factor de valor agregado que justifica la inversión.	ISO 9001:2015 (Trazabilidad)

Al integrar los resultados obtenidos con respecto al ámbito económico de la producción del Lufa, se identificó criterios positivos de sostenibilidad. Es así que al observar que un 33.3% de los productores, posee experiencia en cultivos no tradicionales, mientras un 73.3% identifica que el cumplimiento de estándares de calidad, dichos resultados evidencian la oportunidad de generar una diversificación económica alta, proyectando incluso competitividad internacional.

Por su parte al referir el factor valor de venta, la estructura de precios aceptada por el consumidor un 58.2% entre 1.00 y 1.50 USD, sugiere un margen de rentabilidad aceptable que aportará a la economía de las familias rurales de Imbabura,

disminuyendo prácticas tradicionales como la dependencia de monocultivos con alta volatilidad de precios.

Al referir normativas que sustenten la sustentabilidad económica de la producción de Lufa, se precisa describir lo expuesto sobre competitividad por el ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico) que plantea la búsqueda de niveles más elevados de productividad económica, sobre todo mediante la diversificación y la innovación tecnológica, premisa a la que se alinea la producción de Lufa. Lo anterior se consolida al revisar literatura sobre el tema, es así que López et al. (2024), señala que la transición hacia bionegocios en comunidades andinas, además de diversificar la matriz productiva, fortalece la resiliencia económica local frente a crisis externas. En este aspecto la inclusión de normativas como la ISO 9001 garantiza un crecimiento económico sostenido, basado en procesos de calidad certificable (Gurjar S, et al 2025)

Social:

De igual forma al consolidar datos obtenidos de productores y consumidores, considerando la normativa vigente, se puede concluir de forma integral sobre el impacto social de producir Lufa en la provincia de Imbabura. La información, más sobresaliente, se presenta resumida a continuación.

Tabla 18

*Integración de factores sociales que influyen directamente en la sustentabilidad de la producción de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en la provincia de Imbabura*

Variable de Análisis	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Diversificación Productiva	Productor	El 33.3% posee experiencia en cultivos no tradicionales, facilitando la transición hacia bionegocios.	ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento)
Competitividad Internacional	Productor	El 73.3% identifica que el cumplimiento de estándares de calidad es la ruta para la competencia global.	ISO 9001:2015 (Calidad)
Margen de Rentabilidad	Consumidor	El 58.2% acepta un rango de precio de 1.00 a 1.50 USD, asegurando un flujo de caja positivo para la agroempresa.	ISO 9001:2015 (Enfoque al Cliente)
Resiliencia Económica Rural	Consumidor	La aceptación del precio sugiere una reducción de la dependencia de monocultivos tradicionales volátiles.	ODS 2 (Hambre Cero / Agricultura Sostenible)
Garantía de Origen	Consumidor	El 70.9% valora la trazabilidad digital como factor de valor agregado que justifica la inversión.	ISO 9001:2015 (Trazabilidad)

Al igual que en el ámbito económico, al integrar los resultados en torno al aporte social de la producción de Lufa, se destacan aportes significativos en el campo demográfico. Es así que resultado de la investigación, se determinó un impacto social inclusivo, pues el 46.7% de los productores participantes son mujeres, y existe una concentración importante de actores en el rango de 26 a 35 años (66.7%).

Datos, que como ya se mencionó anteriormente, reflejan equidad de género y una transición generacional importante. Luego al referir que el 38.2% de los consumidores encuestados manifestaron como principal motivación para comprar esponjas de Lufa es el apoyo a las economías rurales, se evidencia la capacidad de la producción del producto a nivel comunitario, para fortalecer el tejido social, desde una perspectiva asociativa-comunitaria, dentro de la provincia.

El mencionado dinamismo social, expuesto anteriormente responde a metas planteadas por ODS 12 (Producción y consumo responsables), al fomentar estilos de vida armónicos de convivencia con la naturaleza. De igual forma, una participación activa de mujeres y jóvenes en la cadena productiva de la Lufa, promueven el desarrollo social, reduciendo factores que minan el tejido social, como: la migración rural-urbana. Es así que Martínez (2023), señala que los proyectos de economía comunitaria que incluye a grupos vulnerables, tienden a ser más sostenibles en el tiempo, pues desarrollan entre la población un alto sentido de pertenencia y compromiso social (Pérez, 2022).

Ambiental:

Al igual que los ítems anteriores, se precisa describir de forma integral todos los parámetros ambientales analizados en relación con la producción de Lufa. Es así que a continuación, se presentan un resumen de los resultados obtenidos, considerando los resultados más relevantes en contraste con la normativa técnica.

Tabla 19

*Integración de factores ambientales que influyen directamente en la sustentabilidad de la producción de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en la provincia de Imbabura*

Variable de Análisis	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Reducción de Plásticos	Consumidor	El 69.1% identifica la reducción del consumo de plásticos como el beneficio ambiental principal.	ODS 13 (Acción por el Clima)
Implementación de BPA	Productor	El 60% considera "Muy necesaria" la aplicación de BPA para asegurar la sostenibilidad del cultivo.	Guía de BPA (MAG / Agrocalidad)
Sustitución Biodegradable	Consumidor	El 60% de los usuarios califica como negativo el impacto de las esponjas sintéticas actuales.	NTE INEN 2618 (Biodegradabilidad)
Uso Eficiente de Recursos	Productor	Se reconoce que el proceso productivo optimiza el uso de recursos naturales y disminuye la generación de residuos.	ISO 14001:2015 (Gestión Ambiental)
Conciencia Ecológica	Consumidor	El 67.3% adquiere el producto motivado específicamente por la protección del medio ambiente.	ISO 14021 (Etiquetado Ambiental)

Sin lugar a dudar a la par de lo social y económico, se debe precisar el factor ambiental. Es así que, al realizar una revisión integral de los datos obtenidos, se determinó que el impacto ambiental es el criterio con mayor respaldo, pues el 69.1% de los consumidores identifica la reducción del consumo de plásticos como el beneficio principal, y un 60% de los productores considera muy necesaria dicha medida. Esto último en relación con la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

De igual forma, según los resultados, se identificó que el producto, además de presentarse como alternativa biodegradable a las esponjas sintéticas (que el 60% de

los usuarios reconoce como negativas), representa un proceso productivo, que permite disminuir la producción de residuos, así como genera el uso eficiente de recursos naturales.

Con base en lo expuesto, se establece que la sustitución de polímeros sintéticos por fibras de *Luffa cylindrica*, se considera una propuesta ambienta, directamente vinculada con al ODS 13 (Acción por el clima). De igual forma se destaca que ser un cultivo que captura carbono durante su crecimiento y se biodegrada al final de su vida útil, contribuye a la meta 13.3 del mencionado objetivo, generar procesos con respecto a la mitigación del cambio climático. Mientras que al referir una gestión eficiente del proceso de producción de Lufa, se destaca que al cumplir parámetros como los establecidos en la norma INEN, se asegura una disminución de residuos plásticos cuantificable, aportando al posicionamiento de la provincia como un referente en bioeconomía y mitigación con respecto a la presencia de micro plásticos en fuentes hídricas (Rodríguez, 2024).

4.3. Dimensiones de Innovación Aplicadas

Innovación de procesos:

Con respecto a la innovación de procesos, se precisa destacar la percepción de productores y consumidores en relación a indicadores que evidencia el grado de predisposición hacia el cultivo de Lufa, al referir el factor innovación. Es así que a continuación, se presenta la información sintetizada que permite concluir sobre este aspecto.

Tabla 20

Percepción de productores y consumidores en relación a las innovaciones en el proceso de producción de Lufa (Luffa cilíndrica L.) en la provincia de Imbabura

Variable de Análisis	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Innovación en Postcosecha	Productor	El 53.3% identifica el secado controlado a la sombra como innovación esencial para evitar la degradación de la fibra.	ISO 9001:2015 (Control de Procesos)
Optimización Operativa	Productor	El 73.3% prioriza el uso eficiente de insumos como el motor principal para la optimización de la operación agrícola.	ISO 56002:2019 (Gestión de la Innovación)
Redefinición del Modelo	Productor	El 40% reconoce falta de experiencia previa, exigiendo una transición del modelo tradicional al manejo técnico de cultivos.	ISO 9001:2015 (Competencia)
Garantía de Calidad	Consumidor	El 70.9% considera que la garantía de origen y calidad técnica del producto es un factor de valor agregado.	NTE INEN 2618 (Biodegradabilidad)
Sostenibilidad del Proceso	Productor	El 66.7% destaca la importancia de implementar estrategias productivas específicas para alcanzar estándares internacionales.	ODS 9 (Industria e Innovación)

Considerando la tabla anterior, se evidenció avance en etapas específicas del proceso de producción. Es así que base a los datos obtenidos, se reconoció que el 53.3% de los productores encuestados, identificaron el secado controlado a la sombra como una innovación técnica, esencial para disminuir la degradación estructural, garantizando la integridad de la fibra, durante el proceso de producción. De igual forma al identificar que un 40% de los productores, evidencian la falta de experiencia técnica previa, se precisa redefinir los procesos tradicionales hacia un modelo de manejo alternativo de cultivos, donde se privilegie en el uso de insumos (priorizada por el 73.3%) se convierte en el motor de la optimización operativa.

En relación a lo expuesto anteriormente, se precisa destacar que la innovación de procesos, es un elemento fundamental dentro del proceso de producción. Al corroborar los datos expuestos con normativas como ISO 56002:2019 (Gestión de la Innovación), se establece la necesidad de sistematizar métodos para mejorar la eficiencia durante cada etapa del proceso de producción. En el caso específico de la Lufa, se precisa, generar una transición de métodos empíricos a procesos estandarizados de tutorado y cosecha. Esto último, se confirma con lo expuesto por Gurjar et al. (2025), quien destaca que la innovación en los procesos de extracción de fibra vegetal disminuye el desperdicio en un 25% en comparación con métodos artesanales, lo cual permitiría alcanzar estándares exigidos por normativas como la NTE INEN 2618 para la producción de biopolímeros naturales (Martínez, 2023).

Innovación tecnológica:

En relación a la generación de procesos de innovación tecnológica, asociados a la producción de Lufa, se procedió en base a los resultados obtenidos, determinar el grado de aceptabilidad y predisposición tanto del productor y consumidor. Es así que a continuación, se presentan los principales resultados generados.

Tabla 21

Percepción de productores y consumidores en relación a las innovaciones en el proceso de producción de Lufa (Luffa cylindrica L.) en la provincia de Imbabura

Variable de Análisis	Actor	Hallazgo del Estudio (Dato de Campo)	Norma Técnica / Estándar de Referencia
Valor Agregado Sostenible	Consumidor	El 70.9% considera el uso de Lufa como una predisposición a consumir productos sostenibles con tecnología avanzada.	ISO 9001:2015 (Enfoque al Cliente)
Monitoreo Inteligente	Productor	El 46.7% identifica las plataformas inteligentes de monitoreo como recursos clave para las etapas de producción.	ISO 56002:2019 (Gestión de la Innovación)
Adopción de IA	Productor	El 32.7% destaca la necesidad de implementar Inteligencia Artificial para el monitoreo de humedad y salud del cultivo.	ODS 9 (Industria e Innovación)
Brecha Tecnológica	Productor	El 73.3% identifica el acceso limitado a tecnologías digitales como una de las principales barreras en la zona.	ISO 9001:2015 (Recursos)
Trazabilidad y Origen	Consumidor	El 70.9% valora la garantía de origen sostenible mediante tecnología digital como factor diferenciador.	ISO 9001:2015 (Trazabilidad)

Con respecto a la innovación tecnológica de generar desarrollar la producción de Lufa. Es así que, en base a los resultados, se pudo determinar una relación entre la innovación tecnológica y el desarrollo del mencionado cultivo, por ejemplo, al observar que un 70,9% de los consumidores encuestados consideran el uso de Lufa, como una predisposición a implementar tecnología avanzada en consumo de productos con origen sostenible, hecho que aporta un valor agregado determinante. De igual forma, al referir alternativas de carácter tecnológico a implementarse durante el proceso de producción, se reconocen resultados como el hecho de que un el 46.7%

de los agricultores identifican a las plataformas inteligentes de monitoreo como recursos claves e innovadores, a implementarse durante etapas claves de la producción de Lufa, sin embargo, se reconoció la existencia de una brecha, pues un 32.7% de los encuestados destacaron la necesidad de implementar recursos, entre ellos inteligencia artificial (IA) en el monitoreo de humedad y salud del cultivo.

Al referir lo expuesto anteriormente con normativas que promueven el uso de tecnología, se precisa contextualizar el uso de herramientas digitales, justificado con principios como el ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), especialmente en el apartado relacionado con principios de la Agricultura 4.0. A partir de lo observado, se evidencia que el mercado demanda trazabilidad digital, valorada por el 34.5% de los consumidores como efectiva, entre dichos aportes se destaca la implementación de sensores que por medio de IA, permitan tener un control eficiente de parámetros críticos de producción.

Con respecto a dicha temática, Rodríguez (2024), señala que la implementación de IA en cultivos de cucurbitáceas permite predecir el momento óptimo de cosecha, garantizando la obtención de una fibra más clara y resistente. La implementación de dichas tecnologías, considerando el marco de calidad de la ISO 9001, además de contribuir al desarrollo de procesos tecnológicos durante la producción de Lufa, aporten al desarrollo de una conciencia innovadora y posicionaría al producto no solamente como un recurso artesanal, sino como un bien tecnológico con un alto componente ambiental (Martínez, 2023).

CAPÍTULO V

PROPUESTA

PRODUCCIÓN TECNIFICADA Y SOSTENIBLE DE *Luffa cylindrica* L. PARA SU COMERCIALIZACIÓN EN LA PROVINCIA DE IMBABURA.

5.1. Antecedentes

5.1.1. Justificación

Considerando la realidad socioeconómica y productiva de la provincia de Imbabura, se requiere la implementación de proyectos de carácter agrícola que transformen la matriz productiva. Se planteó la producción de especies vegetales que innoven sectores específicos del mercado como materiales de aseo, en relación al cambio de un modelo de consumo lineal basado en polímeros sintéticos hacia una bioeconomía circular sustentada en la *Luffa cylindrica* L.

En términos generales, se puede mencionar que el consumo y producción de elementos caseros basados en polímeros, generan una amenaza crítica para diversos tipos de ecosistemas, realidad que precisa de la implementación de alternativas biodegradables que posean viabilidad comercial. Es así que el desarrollo de la presente investigación se enfocó en optimizar la cadena de valor de la Luffa, como producto de aseo personal y del hogar, integrando innovación tecnológica y estándares de calidad para ofrecer una solución técnica que responda a la demanda de un consumidor de manera ecológica.

En primer término, al referir criterios técnicos, asociados con la producción de la mencionada especie, se determinó una oportunidad estratégica de mercado; al evidenciar disposición del público por la implementación del producto como alternativas a opciones tradicionales, ligadas a la contaminación por polímeros. De igual al referir los resultados, obtenidos durante la fase de campo, se estableció que frente la falta de financiamiento para tecnología, esta propuesta implementa alternativas, como el secado controlado a la sombra y el monitoreo inteligente de cultivos. Cabe resaltar que la tecnificación de los mencionados procesos se ajusta con normativas vigentes como ISO 9001:2015, misma que se centra en garantizar la

integridad estructural del producto, además de referenciar operativa asegurando competitividad.

En relación a la sostenibilidad, el desarrollo e implementación de la presente propuesta, se orienta a la generación de diversificar los beneficios de producir cultivos alternativos que incluyen directamente en el manejo ambiental y social de la producción agrícola de la provincia. Es así que, al fomentar el reemplazo de productos plásticos, se aporta al cumplimiento de normativas específicas como del ODS 12, mientras que, al influir directamente en la disminución de desechos no biodegradables, se ajusta a lo expuesto en NTE INEN 2618.

De igual forma, en el ámbito social, se debe considerar que la presente iniciativa, aporta a reactivar la dinámica socio-económica de familias en zonas rurales de Imbabura, promoviendo la diversificación agrícola, además de la equidad de género. Asimismo, al referir el aspecto económico, que aprecia rango de venta aceptables del producto, permitiendo generar un flujo económico sostenible que fortalece los sistemas de poscosecha y venta, diferenciándose de la volatilidad del precio de monocultivos tradicionales, que no representan competitividad.

Por último, al referir limitantes o barreras de implementar la presente propuesta, se cuentan aspectos como la brecha existente con respecto al acceso a recursos tecnológicos como Inteligencia Artificial y su aplicabilidad dentro de la producción, además de la resistencia al cambio observable en la población, sobre hábitos de higiene doméstica. A pesar de lo cual, las mencionadas limitantes, pudiesen enfocar como oportunidades, al momento de complementar la presente investigación con propuestas posteriores, que se enfoquen en aspectos como trazabilidad digital y su implementación en procesos productivos como el monitoreo del regadío. Con base en lo descrito previamente, la presente propuesta al innovar la producción de esponjas, sienta las bases para una industria de biomateriales en Imbabura, en capacidad de abastecer a sectores como: cosmético y farmacéutico, además del sector higiene, bajo un enfoque de innovación sistemática y ecológica.

5.1.2. Objetivos

- **Objetivo General:**

Elaborar un modelo de gestión agroempresarial enfocado en la producción, postcosecha y comercialización tecnificada de *Luffa cylindrica* en la provincia de Imbabura, enfocado en la sustitución sostenible de polímeros sintéticos considerando la integración de estándares de calidad e innovación tecnológica.

- **Objetivos Específicos:**

- Estandarizar el proceso de postcosecha de Lufa, a través de la implementación de procesos de secado controlado a la sombra, favoreciendo la integridad estructural de la fibra, así como el cumplimiento de normativas de calidad específicas como: ISO 9001:2015.
- Implementar estrategias de monitoreo inteligente para generar eficiencia en el cultivo y regadío del producto, considerando la reducción de la brecha técnica, permitiendo optimizar el uso de insumos y adopción progresiva de recursos tecnológicos en la producción primaria.
- Establecer estrategias de comercialización diversificada que integren canales digitales y establecimientos especializados, que posicionen a la Lufa como un biomaterial multifuncional bajo rangos de precio competitivos para el mercado local.
- Garantizar la viabilidad técnica y ambiental del proceso productivo de Lufa mediante el cumplimiento de NTE INEN 2618 y las metas de ODS 12, promoviendo un modelo productivo que fomente la adaptabilidad económica de la población rural de Imbabura, hacia la innovación socioeconómica y ambiental.

5.2. Propuesta de Implementación del Proyecto

5.2.1. Componente Técnico:

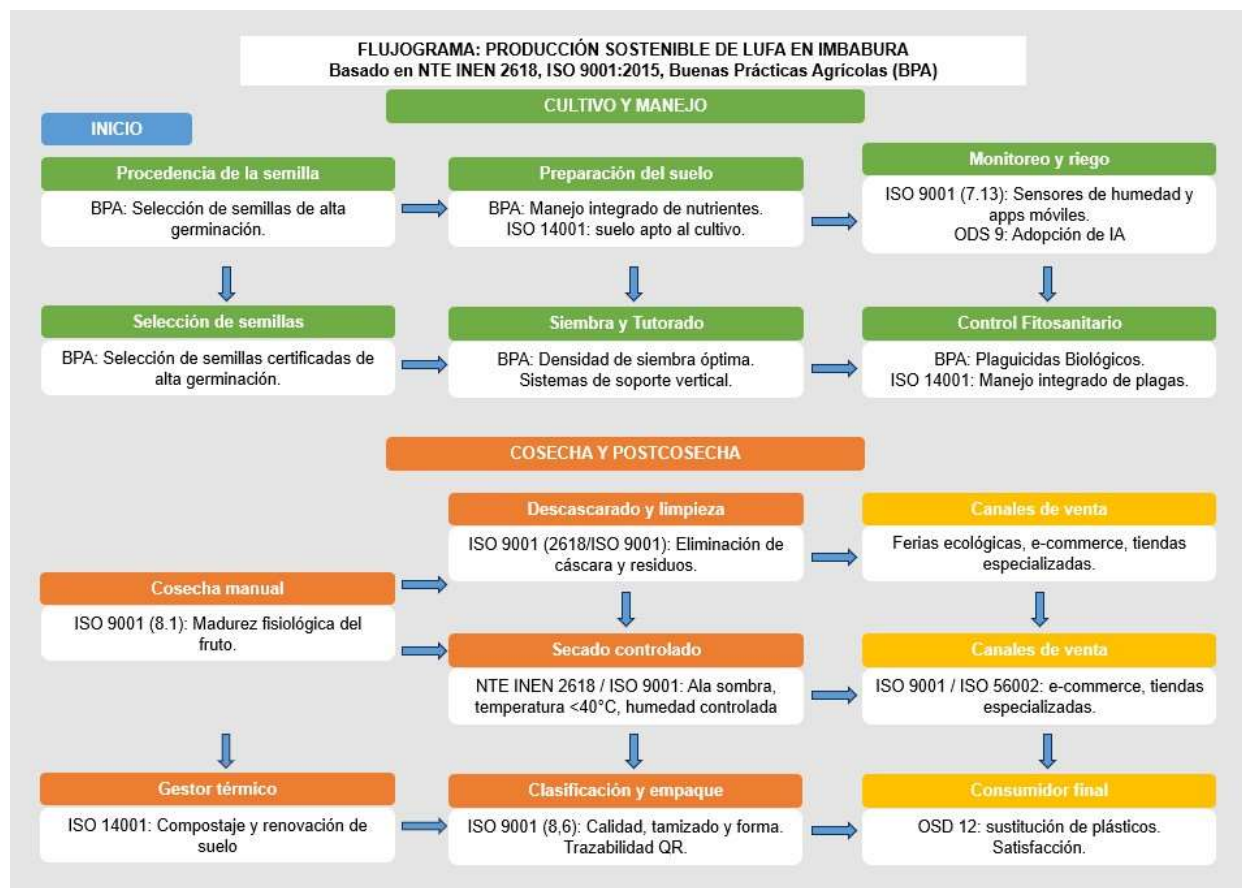
La estructuración del plan de producción se sustenta en la necesidad de fortalecer el sector agrícola-productivo de la provincia de Imbabura, considerando factores esenciales como: experiencia previa del producto en cuanto al manejo de cultivos no tradicionales. Razón por la cual se determinó la variedad *Luffa cylindrica* debido a características específicas, como una mayor densidad fibrosa, factor determinante para evitar la degradación estructural. De igual forma, la implementación de la propuesta incluye un ciclo de cultivo tecnificado, aplicado mediante sistemas de tutorado vertical, que favorece la optimización de insumos, aportando a la estabilización de precios en el mercado local.

Asimismo, para garantizar, que la propuesta genere viabilidad biológica y operativa, se cuenta con un proceso de selección y manejo de variedades que se ajusten a lo expuesto en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) de Agrocalidad (2020). De acuerdo a Martínez (2023), contar con procesos de bionegocios que generen calidad, inicia con la selección de semillas de alto vigor germinativo y resistencia a fitopatógenos locales. Razón por la cual, se considera que, la propuesta se enfoca bajo la norma ISO 14001:2015, que precisa una planificación sustentada en el ciclo de vida del producto, es así que el plan de producción, incluirá desde la procedencia de la semilla, hasta la gestión de residuos de cosecha, garantizando que la producción primaria sea el motor de una cadena de valor genuinamente sostenible.

En relación a lo descrito, previamente, a continuación, se caracteriza el proceso de producción de Lufa, según lo expuesto por las normativas que rigen la calidad del proceso y producto a obtener.

Figura 6

Flujograma sobre producción sostenible y cosecha de Lufa (Lufa cylindrica L.) en Imbabura.



Nota. La figura muestra el proceso de producción y postcosecha de la Lufa.

5.2.2. Control de Calidad

A continuación, del componente técnico, que condiciona el proceso de producción, se debe establecer los parámetros de control de calidad con los cuales contará la propuesta. Los resultados de campo precisan que la implementación de procesos como el secado, que, al controlar la sombra, mantiene elasticidad y color de la fibra, garantizan innovación tecnológica. Por tanto, el protocolo de calidad se enfoca en protocolos de inspección que garanticen la integridad física y la higienización de la Lufa, esta última preocupación evidenciada por consumidores,

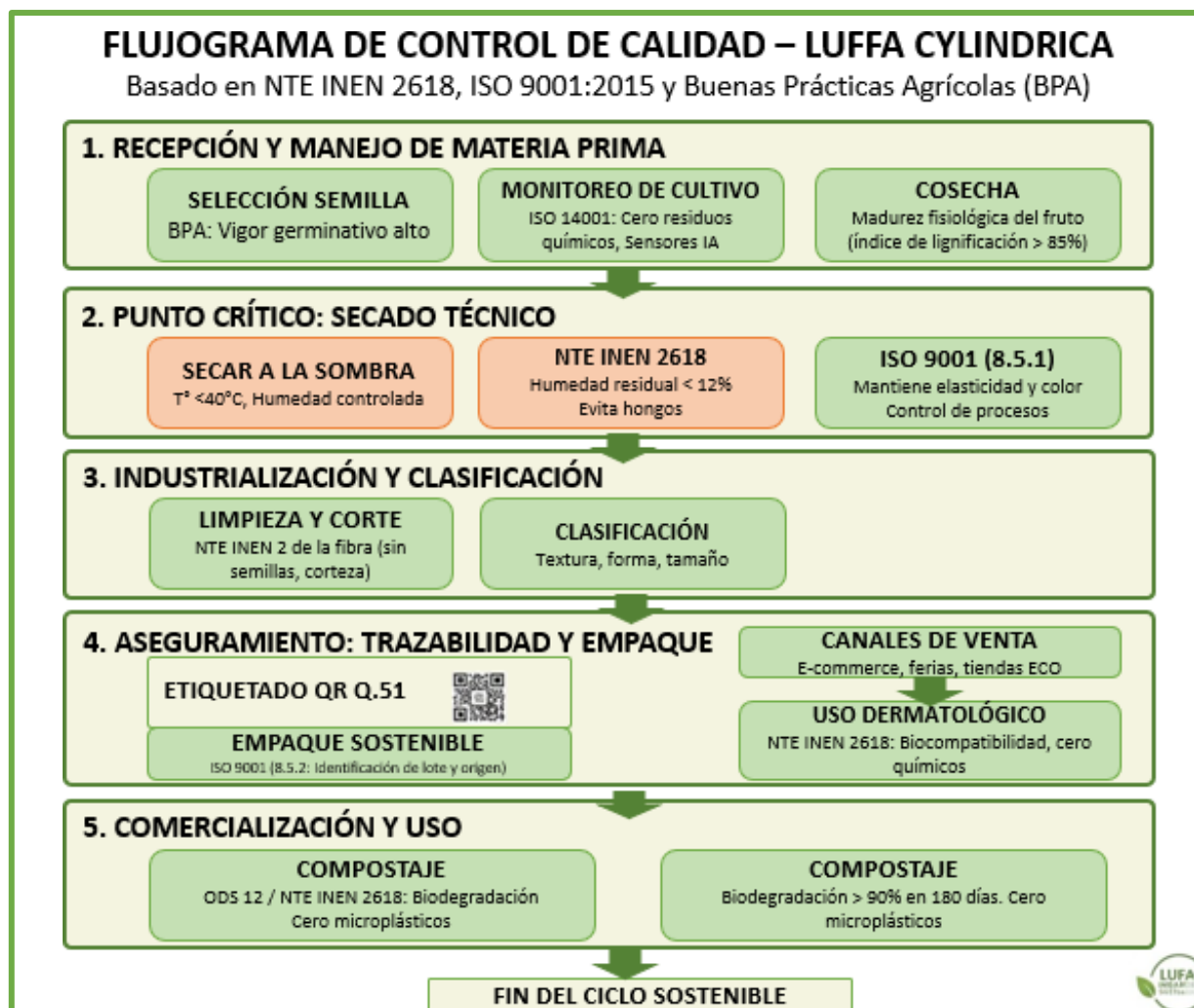
debido a la proliferación bacteriana en materiales de aseo convencionales, posicionando al producto como una alternativa de bienestar dermatológico.

Al referir parámetros técnicos, el control de calidad del producto, se aplicará bajo requisitos expuestos en la norma ISO 9001:2015, específicamente en el apartado 8.6, que refiere la liberación de productos y servicios. Con respecto al tema Viteri et al. (2023) argumenta que, al estandarizar la densidad de fibra en un producto, se diferencia la producción artesanal de lo industrial. Considerando la información previa, se estableció parámetros específicos como biodegradabilidad u resistencia mecánica, mismos que se fundamentan en lo expuesto en NTE INEN 2618, se debe precisar que el cumplimiento la mencionada normativa, garantiza la superioridad ecológica del biomaterial a diferencia de otros materiales sintéticos que se utilizan comúnmente, especialmente al poliuretano.

Con base en lo expuesto anteriormente, se resume a continuación los principales parámetros técnicos, que definen el control de calidad de la presente propuesta.

Figura 7

*Principales parámetros técnicos sobre control de calidad, para producir Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en Imbabura.*



5.2.3. Componente de logística y distribución

Al referir la implementación y el grado de factibilidad de la propuesta, es fundamental describir la logística, factor que orienta a cerrar la brecha entre el productor rural y el consumidor urbano de Imbabura. En primer término, se plantea un modelo logístico que reduzca al máximo puntos de contacto, con la finalidad de disminuir costos operativos, favoreciendo rango de precios aceptados por el consumidor. Por su parte al distribuir el producto se prioriza puntos de venta con

enfoque ecológico, generalmente de carácter popular, así como locales especializados, esto permite satisfacer la demanda, considerando aspectos como la trazabilidad de producto, significativamente considerado por los potenciales clientes encuestados.

Con base en lo expuesto anteriormente, se requiere implementar un plan logístico efectivo, gestionar la cadena de suministro, de acuerdo a lo expuesto por Silva et al. (2024), quien además sostiene que los bionegocios de trazabilidad son esenciales dentro de la logística. En esto último, se advierte que la operación se ajusta a lo expuesto en la ISO 9001:2015 (Cláusula 8.5.2) que refiere los procesos de identificación y trazabilidad, garantizando que cada lote de esponjas de Lufa, sea rastreado digitalmente, referenciando el predio de origen. La inclusión del mencionado proceso tecnológico, además de optimizar tiempos de entrega, favorece el cumplimiento de metas, como lo expuesto en ODS 9, en relación a modernizar la infraestructura de distribución, garantizando la competitividad de pequeños productores en el mercado digital.

En relación a lo expuesto previamente, a continuación, se esquematiza la información sobre el componente logístico y de distribución de Lufa, diseñado para la presente propuesta.

Figura 8

Esquema del componente logístico y de distribución para la producción de Luffa (Luffa cylindrica L.) en Imbabura.



5.1.2. Componente Ambiental:

5.1.2.1. Estrategias de Mitigación de Impacto y Manejo Sostenible

En relación al componente ambiental a implementarse en la propuesta, se precisa referenciar los procesos de mitigación y sostenibilidad ambiental. Es así que la implementación de la presente propuesta, requiere optimizar procesos como la sustitución sistémica de polímeros derivados del petróleo por biopolímeros naturales de *Luffa cylindrica*, considerando la percepción de los consumidores sobre las esponjas sintéticas como un problema ambiental crítico. De igual forma, se consideró

estrategias de manejo sostenible, específicamente la optimización del recurso hídrico, así como la estabilidad del suelo, para lograrlo, se determinó la necesidad de realizar un monitoreo inteligente, que responda a las necesidades de los productores. Al implementar s los mencionados sistemas basados en el uso de sensores, se logra reducir la denominada huella hídrica, previniendo la erosión, aportando regeneración a la fase primaria del ciclo productivo.

Con base en lo expuesto, se `precisa que la normativa técnica, que fundamenta la mitigación de impacto, así como un manejo sostenible es la ISO 14001:2015, donde se exige definir aspectos ambientales de actividades productivas, bajo una perspectiva de ciclo de vida. Es así que García y Méndez (2023) manifiestan que la mitigación efectiva en la agroindustria de fibras naturales requiere de eliminar insumos químicos de síntesis que alterarían la ecotoxicidad del ecosistema. Razón por la cual, la presente propuesta se ajusta con el **ODS 12** (Producción y Consumo Responsables), considerando criterios de producción limpia, que garanticen que la producción de Lufa cumpla con la NTE INEN 2618, desarrollando un producto libre de microplásticos que evidencie durante el proceso operativo un impacto ambiental neto. En referencia a lo expuesto, a continuación, se presenta un esquema que sintetiza las principales estrategias de mitigación de impacto y sostenibilidad, considerando la normativa técnica vigente.

Figura 9

Esquema sobre estrategias de mitigación y manejo sostenible para producción de Lufa (Luffa cylindrica L.) en la provincia de Imbabura.



5.1.2.2. Reutilización de Residuos y Bioeconomía Circular

Dentro del componente ambiental de la presente propuesta, se incluyó como factor fundamental, la gestión de residuos, considerando el carácter ecológico de la producción de Lufa. Siendo así, se planteó transformar los subproductos del proceso, tales como semillas, corteza y fibras no aptas para el aseo, en recursos que represente un valor agregado, para el ciclo productivo, cerrando el ciclo biológico del cultivo. El mencionado proceso de transformación, se fundamentó en la visión de productores

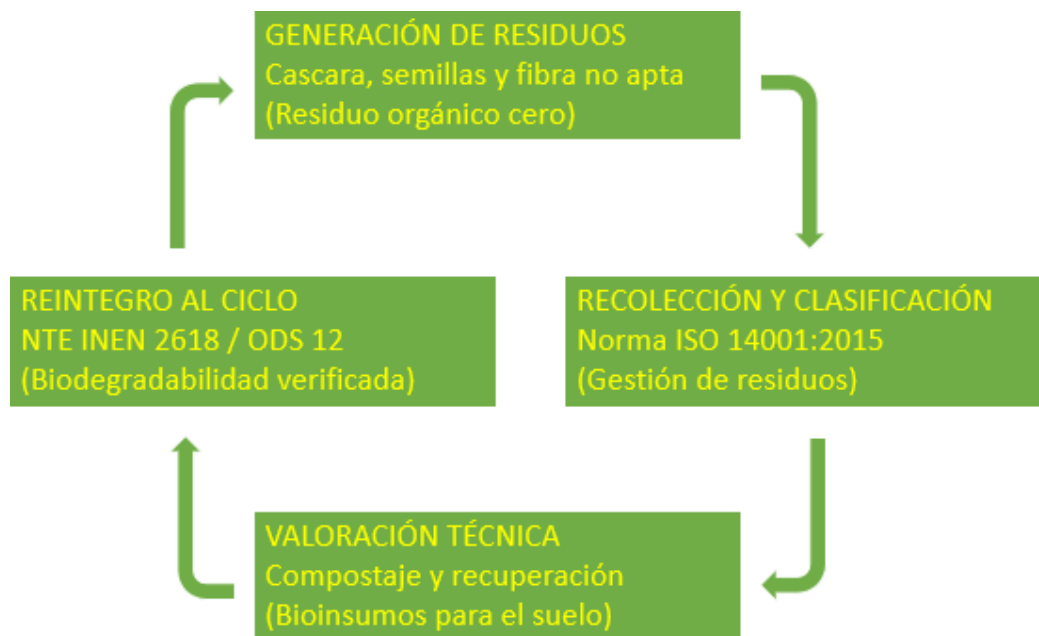
y consumidores sobre protección del medio ambiente, planteando la idea de contar con un sistema de compostaje in situ, que disminuya los residuos de cosecha, restituyendo nutrientes al suelo en las zonas de cultivo. De igual forma, la recuperación de semillas, se propuso como una actividad que permite reintegrar biomasa residual al proceso de producción, a través de abono orgánico, generando beneficios como: disminución de costos, aportando a la eficiencia de la producción y representando una medida de soberanía productiva.

Al considerar la referencia técnica-normativa, del componente descrito, se reconoce la importancia de optimizar los procesos, optimizando el uso de subproductos. Es así que la reutilización de residuos, se ciñe a los protocolos de Economía Circular expuestos en la ISO 14021, normativa fundamentada en declaraciones ambientales y etiquetación ecológica. Por su parte al referir bibliografía que corrobore lo dispuesto en la normativa, López et al. (2024) manifiesta que al valorizar subproductos agrícolas se aporta significativamente a la rentabilidad de los bionegocios en la región andina. Razón por la cual, al ajustarse la propuesta a las exigencias de la NTE INEN 2618 con respecto a desintegración biológica total, se asegura que elementos como el empaque y demás restos se mineralicen, mediante la aplicación de técnicas de compostaje. El enfoque de subproductos biodegradables implementado mediante la norma técnica, además de reducir la generación de desechos sólidos, favorece la sostenibilidad integral de la producción, aspecto asociado por los consumidores con la trazabilidad del impacto ambiental.

Con base en lo expuesto previamente a continuación, se presenta un esquema que resume las normativas técnicas asociadas a los procesos de reutilización de residuos y bioeconomía circular, durante el proceso de producción de Lufa.

Figura 10

Esquema sobre normativa técnica de reutilización de residuos y bioeconomía circular al producir Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en Imbabura.



5.1.3. Componente Comercial:

5.1.3.1. Estrategias de Marketing Verde y Modelo de Marca

La implementación del presente proyecto, se asume desde el posicionamiento de un bionegocio, que promueve un estilo de vida consciente, considerando una identidad visual destaca la naturalidad y riqueza agrícola de la provincia de Imbabura. Esto se fundamenta en una estrategia de marketing verde, misma que además de promocionar el producto, implementa políticas de la transparencia radical como eje central: comunicando específicamente en el sistema de etiquetado y sellado, ausencia de químicos y la biodegradabilidad total, cumpliendo con parámetros de la NTE INEN 2618. Dicho requisito, además se adapta a la visión de los consumidores que consideraron que la marca debe priorizar la protección ambiental, proyectando valores de regeneración, ética social, lo cual aporta significancia ecológica a la acción de adquirir una esponja.

Lo expuesto anteriormente, se alinea con normativas específicas como la ISO 14021 en relación a autodeclaraciones ambientales, considerando estrategias de marketing sustentadas en la proyección ecológica del proceso. En relación a dicha temática, Silva et al. (2024), sostienen que el verde efectivo en agroempresas precisa de un beneficio ambiental tangible y comprobable. Es así que se ha incluido un modelo de marca integral como "Storytelling" del productor rural, sustentado en el interés de los consumidores y productores de conocer la trazabilidad del producto. Esta visión de marca, aporta significativamente al fortalecimiento del proceso de producción, al incluir etiquetas que cumplan con la ISO 14001, garantizando un empaque biodegradable con un mensaje coherente con el propósito de sostenibilidad.

Con base en lo expuesto anteriormente, a continuación, se presentan la imagen del etiquetado que cumplan los requisitos de la ISO 14001 y NTE INEN 2618.

Figura 11

Modelo de etiquetado para la producción de Lufa (Luffa cylindrica L.) en Imbabura.



5.1.3.2. Canales de Distribución y Posicionamiento de Mercado

Una vez finalizado el proceso de producción, se precisa considerar la distribución del producto, mediante canales que favorezcan su posicionamiento frente a la competencia existente en el mercado. Es así que se diseñó distribución un modelo de distribución híbrido que reduce al máximo los eslabones de la cadena, lo cual permitirá mantener un rango de precio competitivo que fluctúe entre 1.00 a 1.50 USD, considerando la percepción del consumidor.

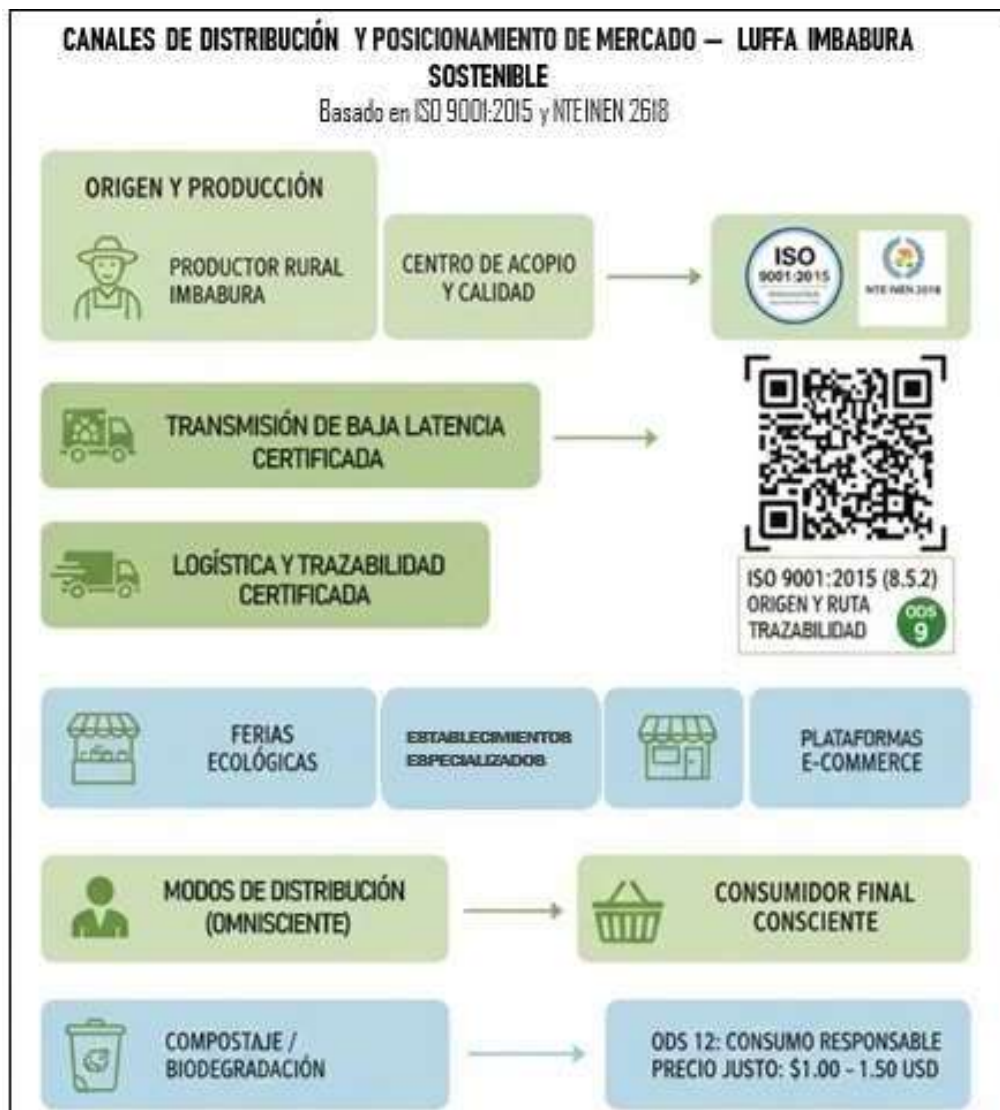
De igual forma, se debe considerar canales críticos: por un lado, las ferias ecológicas locales, que generan confianza e instruyen al consumidor sobre el producto, así como el uso de plataformas digitales que responden a preferencia de consumidores, para informarse por este tipo de medios. El cumplimiento de lo anterior, aporta competitividad a la Lufa producida en Imbabura, frente a opciones tradicionales y menos ecológicas, específicamente esponjas sintéticas, eliminando la barrera de acceso que suele tener el producto orgánico tradicional.

En referencia al enfoque técnico, los canales de distribución se gestionan, considerando requisitos expuestos en la ISO 9001:2015 (Cláusula 8.2), que destacan requisitos para distribución de productos y servicios. En relación al tema en mención Viteri et al. (2023) manifiesta que la eficiencia logística, aporta de forma significativa al posicionamiento de bionegocios emergentes. Razón por la cual, la presente propuesta se sustenta en el posicionamiento por diferenciación, basándose en la NTE INEN 2618, normativa que actúa como barrera de entrada para la competencia informal. Mientras que, al considerar la distribución estratégica en tiendas especializadas y canales digitales, se garantiza un flujo constante de ventas, disminuyendo vulnerabilidad de los productores frente a la volatilidad del mercado tradicional, además de cumplir con el ODS 9 al referir el proceso de integración de la pequeña industria en cadenas de valor modernas.

Concomitante a la información previa, a continuación, se presenta un esquema que ilustra el proceso de distribución y posicionamiento en el mercado de Lufa, considerado los canales que exige la normativa técnica vigente,

Figura 12

Representación gráfica de canales de distribución y posicionamiento en el mercado de Lufa (Luffa cylindrica L.)



5.1.4. Componente Social:

Participación de asociaciones locales y programas de capacitación técnica.

5.1.4.1. Participación de Asociaciones Locales y Equidad Rural

El impacto social de la presente propuesta se fundamenta en un modelo de asociatividad que fortalece el tejido social de Imbabura. Es así que se fundamenta en garantizar que pequeños productores accedan a economías de escala, considerando el principio de asociación como fortaleza productiva. Razón por la cual se determinó incluir asociaciones locales, tanto de forma operativa, como estratégica; generando un filtro de calidad, esencial en etapas críticas, por ejemplo, al momento del acopio. Cabe notar que, al integrar familias rurales en un esquema de comercio justo, se enfrenta la vulnerabilidad económica del agricultor, considerando problemáticas del agro, especialmente la fluctuación de monocultivos tradicionales. Además, de lo expuesto, es necesario destacar que se priorizó la equidad de género, pues la versatilidad del cultivo de Lufa, favorece la inclusión activa de mujeres en procesos de postcosecha y transformación artesanal tecnificada, lo cual aporta significativamente el ámbito socioeconómico.

En relación al sustento técnico-normativo, la participación asociativa se detalla la ISO 26000 de Responsabilidad Social, básicamente al describir principios de participación activa y desarrollo comunitario. Esto último, se complementa con la visión de López et al. (2024), quien explica que un factor preponderante de los bionegocios es generar legitimidad social, a través de la sostenibilidad y el sentido de pertenencia que influyen directamente en creación de una marca territorial. En referencia a dicho factor, la propuesta se ajusta al ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico), pues establece un modelo de asociación que, a más de proveer, garantiza la trazabilidad exigida en la norma ISO 9001:2015, lo cual influye en el valor agregado del producto y permite que retorne directamente a la comunidad de origen.

Con base en lo expuesto previamente, se presenta un esquema, que describe la acción de asociaciones con respecto al proceso de producción de Lufa, considerando la normativa técnica relacionada con la asociatividad.

Figura 13

Esquema sobre la participación de asociaciones en la producción de Lufa (Luffa cylindrica L.) en Imbabura.



Fuente: Elaborado por el autor, basándose en la norma *ISO 9001:2015*.

5.1.4.2. Programas de Capacitación Técnica y Transferencia de Conocimiento

Al considerar limitantes de carácter técnico, durante el proceso de producción de Lufa, el desarrollo e implementación de la presente propuesta incluye un programa sistemático de capacitación técnica. El mencionado programa se enfoca en la transferencia de habilidades, relacionadas con todo el proceso productivo,

considerando lo expuesto en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) sobre sistemas de monitoreo inteligente (IA) y estándares de calidad descritos en NTE INEN 2618.

Con base en dichos programas de capacitación, se busca profesionalizar el rol del agricultor, reduciendo la denominada incertidumbre productiva, generando una elevación de la competitividad, además de transformar el conocimiento técnico en un activo intangible que aporta significativamente a mejorar la cadena de valor.

En relación a la norma técnica, el programa de capacitación a desarrollarse, está estructurado bajo lineamientos de la ISO 9001:2015 (Cláusula 7.2) que exige contar dentro de la organización con personal competente que efectúa tareas específicas, considerando su nivel de instrucción. Esto último, lo ratifica Martínez (2023), quien destaca la necesidad de generar una alfabetización digital que garantice innovación tecnológica. Razón por la cual, la presente propuesta incluye talleres prácticos de secado controlado y gestión administrativa básica, ajustándose a lo expuesto en el ODS 4 (Educación de Calidad) y el ODS 9, al optimizar la capacidad productiva de zonas rurales de Imbabura, mediante un enfoque de aprendizaje sistemático y ecológico.

5.1.5. Componente Financiero:

5.1.5.1. Proyección Económica y Estructura de Inversión

Al referir el componente financiero, se proyecta consolidar información técnica que garantice la rentabilidad de la propuesta. Es así que la proyección económica se sustentó en un modelo de costos enfocado en democratizar el acceso a productos biodegradables. En primer término, al referir la inversión inicial, se destaca el cierre de la brecha tecnológica, priorizando la adquisición de sistemas de riego inteligente y deshidratadores solares controlados. Asimismo, se precisa que una estructura de costos operativos decreciente debido a la reutilización de semillas y la baja dependencia de insumos químicos de síntesis, ha influenciado en la competitividad del cultivo de Lufa en relación con productos similares.

Al establecer un precio de venta al público de 1.25 USD que se corresponde con el punto de equilibrio validado por productores, se garantiza una inclusión

acelerada dentro del mercado, lo cual favorece el punto de equilibrio, garantizando la sostenibilidad financiera del bionegocios.

Por su parte, al citar la normativa técnica que avala la proyección contable y financiera de la propuesta, siendo esta la norma ISO 14001:2015, se sugiere integrar los costos de gestión de residuos y mitigación de impactos en el balance general. De acuerdo a Silva et al. (2024), en bioeconomía, la viabilidad de los proyectos no se reduce únicamente al retorno de capital, sino que además busca generar eficiencia considerando la optimización de recursos. Es así que la propuesta propone un flujo de caja proyectado a cinco años, medible a una tasa de crecimiento ajustada con la creciente disposición al cambio de hábitos de consumo, favoreciendo la reinversión en tecnología de IA y mejora de procesos cumpla con el ODS 9 en relación a la capacidad productiva de asociaciones locales.

Con base en lo expuesto anteriormente, a continuación, se muestra en resumen los principales indicadores económicos que avalan la proyección financiera e inversión del proceso producto de Lufa.

Tabla 22

Principales indicadores económicos sobre la proyección financiera de producir Lufa (Luffa cylindrica L.) en Imbabura

Indicador Económico	Valor Descripción / Proyectada	Relación Estratégica con ISO 14001:2015	Impacto en la Viabilidad de la Inversión
VAN (Valor Actual Neto)	Positivo (basado en flujo a 5 años)	Incorpora la reducción de pasivos ambientales y costos de disposición de desechos.	Asegura la creación de valor a largo plazo y la resiliencia ante regulaciones ambientales.
TIR (Tasa de Retorno Interna)	Superior a la Tasa de Descuento del sector	Refleja la eficiencia operativa lograda mediante el uso racional de recursos (agua/suelo).	Garantiza que el proyecto es más rentable que la agricultura tradicional de "commodity".
Relación Beneficio Costo (B/C)	/ > 1.15	Considera el ahorro por reutilización de biomasa (bioeconomía circular) como ingreso evitado.	Demuestra que cada dólar invertido en sostenibilidad genera un retorno económico tangible.
Punto de Equilibrio (Ventas)	de Alcanzado en el Año 2	Optimizado por la baja dependencia de insumos químicos (mitigación de impactos).	Reduce el riesgo financiero para el 47.3% de productores preocupados por el financiamiento.
Margen de Utilidad Verde	25% - 30%	Apalancado en el precio premium (\$1.25) por certificación de "Residuo Cero" y NTE INEN 2618.	Permite la reinversión en tecnología de IA y mejora continua (Cláusula 10 de ISO 14001).
ROI Ambiental (SROI)	Socialmente rentable	Monetiza el impacto positivo en la comunidad y la salud del ecosistema de Imbabura.	Atrae inversiones de impacto y fondos de financiamiento verde (ODS 9 y 12).

5.2. Evaluación Integral de la Propuesta

En relación a los diferentes componentes de la propuesta evaluados previamente, se desarrolló la evaluación integral como eje fundamental, para establecer factibilidad sistémica, tanto en la tecnificación y comercialización de la *Luffa cylindrica* en la provincia de Imbabura. Dicha evaluación integral, parte de un enfoque multidimensional que incluye aspectos como: eficiencia técnica, innovación tecnológica con la responsabilidad social y un rigor normativo (ISO 9001, ISO 14001 y NTE INEN 2618).

Asimismo, cabe destacar que, mediante la ponderación de indicadores como sostenibilidad, se demostró que el proyecto se posiciona como un modelo de bionegocios resiliente, capaz de impactar de manera positiva en el ecosistema productivo y social de la región. Es así que a continuación, se describen los principales componentes en relación a la viabilidad de la propuesta.

5.2.1. Análisis de viabilidad técnica, económica, social y ambiental.

La viabilidad multidimensional de la propuesta, es decir técnica, económica y ambiental, se cumple mediante la convergencia de la operatividad tecnológica, así como sostenibilidad de largo plazo de la propuesta en la provincia de Imbabura.

Dicha valoración, se sustenta en la capacidad técnica para estandarizar la producción bajo la norma NTE INEN 2618, garantizando la presencia de innovación tecnológica, en este caso el monitoreo mediante sensores, cuya implementación es financieramente rentable con relación al rango de precios aceptado por el mercado. De igual forma, la funcionabilidad, se enriquece gracias al compromiso social, específicamente el aporte a la asociatividad rural y la implementación de modelo de bioeconomía circular que mitiga el impacto ambiental, alineándose con exigencias la ISO 14001:2015. En definitiva, los factores previamente mencionados, proveen la evidencia técnica y empírica que valida la transición de la *Luffa cylindrica* de un cultivo artesanal a un bionegocio con un alto valor agregado y reducido riesgo operativo.

Lo expuesto, en el párrafo anterior, se sucinta en la siguiente matriz, que refiere los principales indicadores que demuestran la viabilidad del proceso de producción de Lufa en Imbabura.

Tabla 23

Principales indicadores que demuestran viabilidad del proceso de producción de Lufa (Luffa cylindrica L.) en Imbabura

Dimensión	Factor de Éxito	Crítico	Respaldo Normativo	Técnico /	Resultado Esperado
Técnica	Implementación de sensores IA y secado controlado.		NTE INEN 2618 / ISO 9001:2015		Producto con índice de lignificación $> 85\%$ y humedad $< 12\%$.
Económica	Rentabilidad basada en precio competitivo y optimización de costos.		Análisis de VAN y TIR (Proyección 5 años)		Punto de equilibrio alcanzado en el segundo año de operación.
Social	Empoderamiento de asociaciones rurales y capacitación técnica.		ISO 26000 / ODS 8		Profesionalización del 100% de los productores asociados en Imbabura.
Ambiental	Residuo cero y sustitución de polímeros sintéticos.		ISO 14001:2015 / ODS 12		Eliminación total de microplásticos en el ciclo de vida del producto.

5.2.2. Evaluación del nivel de innovación tecnológica aplicado en cada etapa.

Considerando el factor innovación como elemento esencial de la propuesta, se identifica una optimización del proceso de producción de Lufa que refleja datos favorables. En primer término, se debe considerar que, modifica la producción empírica tradicional, a través de un ecosistema tecnológico que aporta a desarrollar el Grado de Madurez Tecnológica (TRL) de la agroindustria en la provincia de Imbabura. Dicha innovación, genera un enfoque de la denominada Agricultura 4.0, que incluye elementos como la aplicación de inteligencia artificial en el monitoreo de cultivos, además de automatizar variables físicas de postcosecha que aseguran la estandarización de la fibra.

Asimismo, al referir la trazabilidad digital mediante códigos QR, aporta transparencia hacia el consumidor, permitiendo los usuarios interesados en el origen del producto, reconozcan normativas de calidad, que avalen el origen y demás factores asociados con una producción altamente eficiente. Es así que la tecnología en la presente propuesta, se ha implementado de forma causal favoreciendo la transformación de un recurso natural en un bionegocio con alto valor agregado.

Con base a lo expuesto, a continuación, se esquematiza los principales componentes que avalan la viabilidad tecnológica de la propuesta en relación a la normativa vigente.

Tabla 24

Viabilidad tecnológica de la propuesta en relación a normativa vigente

Etapas del Proceso	Innovación Aplicada	Descripción Técnica	Impacto en la Calidad (NTE INEN 2618)
Producción Primaria	Sensores IoT e IA	Monitoreo en tiempo real de humedad del suelo y estrés hídrico.	Optimización de la fibra y reducción de mermas por plagas.
Postcosecha	Deshidratación Técnica	Control automatizado de temperatura (< 40°C) y flujo de aire.	Garantía de elasticidad, color uniforme y humedad residual < 12%.
Procesamiento	Corte y Estandarización	Uso de matrices de corte de precisión para formatos ergonómicos.	Uniformidad del producto final y reducción de desperdicio de biomasa.
Distribución	Trazabilidad Smart (QR)	Sistema de identificación de origen y fecha de producción.	Cumplimiento estricto de la cláusula 8.5.2 de la norma ISO 9001:2015.

5.2.3. Riesgos y estrategias de mitigación (financieros, ambientales, productivos).

La Tabla 13 presenta la Relación Beneficio-Costo (B/C) del proyecto bajo distintos escenarios de precio de venta y tasas de descuento (8%–16%), con el objetivo de evaluar su eficiencia económica. Este indicador permite determinar cuántas unidades monetarias se generan por cada unidad invertida. Los resultados muestran que en todos los escenarios analizados la relación B/C es mayor a 1, lo que indica que los beneficios superan a los costos y, por tanto, el proyecto es económicamente eficiente. Asimismo, se observa que, a mayores precios de venta y menores tasas de descuento, la relación beneficio-costo se incrementa, fortaleciendo la rentabilidad y sostenibilidad financiera del producto de Lufa (*Luffa cylindrica* L.). Incluso en el escenario base (12%), el índice se mantiene en niveles favorables, confirmando la viabilidad del proyecto bajo condiciones financieras conservadoras.

Otro de los factores a considerar de forma integral al evaluar la propuesta son los posibles riesgos asociados al proceso de producción de Lufa. Con respecto a esta temática, se evidencian que la gestión de riesgos se estructuró bajo un enfoque preventivo basado en conceptos como: resiliencia operativa y financiera del bionegocio, frente a variables del entorno. Considerando lo anterior, se han identificado amenazas críticas que comprometerían la estabilidad productiva de la Lufa en Imbabura, considerando factores como: volatilidad climática, e incluso barreras de acceso al capital tecnológico. Siendo así para cada riesgo, se estableció estrategias específicas de mitigación referenciada a la ISO 31000. Además de proteger la inversión inicial, las especificaciones de mitigación garantizan que el consumidor y los socios estratégicos del proyecto, mantengan la capacidad de mantener el suministro y calidad técnica del producto acorde a la normativa NTE INEN 2618.

En relación con lo expuesto anteriormente, se presenta a continuación un esquema que sintetiza las principales estrategias de mitigación tanto financiera, ambiental y productiva a implementarse en el proceso de producción de Lufa, considerando normativa técnica.

Tabla 25

Principales estrategias de mitigación tanto financiera, ambiental y productiva a implementar en la producción de Lufa (Luffa cylindrica L.)

Categoría de Riesgo	Riesgo Identificado	Impacto Potencial	Estrategia de Mitigación Técnica / Normativa
Financiero	Alta inversión inicial y falta de liquidez.	Retraso en la implementación tecnológica.	Alianzas público-privadas, acceso a Créditos Verdes (ODS 9) y modelo de costos compartidos por asociación.
Ambiental	Variabilidad climática y estrés hídrico.	Reducción de la calidad y rendimiento de la fibra.	Implementación de Agricultura de Precisión (Sensores IA) y sistemas de riego automatizado para optimizar el recurso hídrico.
Productivo	Brecha de conocimiento técnico (40% de productores).	Incumplimiento de estándares de calidad INEN.	Programa de capacitación continua en BPA y protocolos de postcosecha bajo la cláusula 7.2 de la norma ISO 9001:2015 .
Mercado	Competencia desleal de esponjas sintéticas de bajo costo.	Reducción en la cuota de mercado proyectada.	Estrategia de Diferenciación de Marca basada en la trazabilidad QR y certificación de biodegradabilidad (ISO 14001).

5.2.4. Indicadores de sostenibilidad e impacto esperado

Finalmente, al referir la sostenibilidad e impacto a generar por la presente propuesta, se debe validar indicadores claves que permiten extraer conclusiones sobre el tema. En primer término, al describir claves de desempeño (KPI), se cuantifica el éxito de la propuesta y su alineación con los objetivos de desarrollo sostenible y las normativas técnicas vigentes. Dichos indicadores, según lo expuesto por ISO 14001 y ISO 9001, reflejan que la implementación de la propuesta garantiza un proceso de mejora continua validado por la confianza de los consumidores interesados en trazabilidad.

Por último, el impacto esperado al instaurar una agroempresa resiliente, genera un producto de calidad, según NTE INEN 2618, hecho que promueve innovación y equidad para las asociaciones rurales de la provincia de Imbabura.

En relación con lo expuesto, previamente a continuación, se resume los principales indicadores que reflejan la sostenibilidad e impacto de la presente propuesta, considerando la normativa técnica vigente.

Tabla 26

Principales indicadores de sostenibilidad e impacto al producir Lufa (Luffa cylindrica L.) en la provincia de Imbabura

Área de Impacto	Indicador Clave (KPI)	Meta Proyectada	Respaldo Normativo / ODS
Ambiental	Índice de Biodegradabilidad	\$100\%\$ de desintegración en 180 días.	NTE INEN 2618 / ODS 12
Económico	Incremento de Ingresos Productor	\$+25\%\$ comparado con venta de Lufa en bruto.	ODS 8 (Crecimiento Económico)
Social	Nivel de Capacitación Técnica	\$100\%\$ de socios certificados en protocolos de calidad.	ISO 9001 (Cláusula 7.2) / ODS 4
Técnico	Tasa de Conformidad Fibra	\$> 95\%\$ de producción con humedad \$< 12\%\$.	NTE INEN 2618 / ISO 9001
Mercado	Trazabilidad de Lote	\$100\%\$ de productos con código QR activo.	ISO 9001 (8.5.2) / ODS 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

En relación a los objetivos, marco referencial, metodología, resultados y propuesta planteados en el presente documento, se plantearon las siguientes conclusiones:

- Se estableció una significativa dependencia de utensilios de limpieza sintéticos en la provincia de Imbabura, a pesar de lo cual, se identificó una ventana de oportunidad crítica, pues un 56.4% de los encuestados, identificaron un impacto ambiental negativo con respecto al uso de los plásticos. Esto último respaldado por la disposición del público al pago, considerando un rango de pago entre \$1.00 a \$1.50, además de referir que la muestra validó la competitividad de la *Luffa cylindrica* en el mercado como un sustituto viable y demandado.
- De igual forma al destacar el aporte innovador del proceso de producción de Lufa, se determinó que al integrar tecnologías de Agricultura 4.0 y procesos de postcosecha controlados, se favoreció el proceso de estandarización de la fibra bajo normativa NTE INEN 2618. El mencionado enfoque tecnológico, aporta a disminuir la brecha de conocimiento técnico, observación percibida por un 40% de los productores locales, quienes señalaron inconvenientes, tales como productos con humedad residual inferior al 12% y alta durabilidad ergonómica.
- Por su parte al referirse al componente técnico, el desarrollo de la propuesta para la producción de Lufa en la provincia de Imbabura, al alinearse con estándares como ISO 14001:2015, permitieron concluir que la producción de Lufa responde a un modelo de bioeconomía circular, mismo que requiere de especificaciones técnicas, como la implementación de trazabilidad mediante códigos QR, la implementación de normativas de mitigación y manejo responsable de subproductos entre otras que además de brindar un producto de calidad al consumidor, posiciona a la agroempresa, como un referente de transparencia y responsabilidad socioeconómica y ambiental en la región.
- De igual forma, al referir el ámbito social, se determinó que la implementación del proyecto de producción de Lufa, posee un alto impacto social, pues genera beneficios palpables entre la población, como promover

profesionalización de las asociaciones rurales en la provincia de Imbabura, considerando que el diagnóstico realizado identificó que un 40% de los productores no cuenta con la suficiente capacitación técnica. Esto último, se garantiza al integrar la ISO 9001, que justifica el desarrollo de capacidades específicas entre la población. De igual forma, la aceptación del producto por en la comunidad evidencia en el apoyo a las economías locales, hecho que fortalece la dinámica social, garantizando un modelo de negocio inclusivo y equitativo.

- Por su parte, al concluir sobre el aporte ecológico de la presente investigación, se identificó una transición ecológica, que avala el uso de *Luffa cylindrica* como una estrategia de mitigación directa sobre la contaminación por microplásticos. Esto último, se ratifica al considerar que un 72.7% de los hogares en estudio, utilizan esponjas sintéticas de alta persistencia ambiental. Realidad que contrasta con el diseño productivo del estudio, que bajo la norma ISO 14001:2015, garantiza un ciclo de vida de residuo cero, además de una biodegradabilidad del 100% de la fibra. Esta perspectiva generada, además de proteger ecosistemas locales, promueve una conciencia ambiental, idea planteada por un 56.4% de los consumidores encuestados, quienes identifican los beneficios ecológicos, como el principal factor diferenciador de la propuesta.

- Considerando la evaluación financiera del proyecto desarrollado, se determinó que la implementación de la propuesta, para la producción de Lufa, refleja una alta rentabilidad, pues se determinaron indicadores como un índice VAN de \$20,307.52 y una TIR del 64.02%. Lo cual, sumado a una relación Beneficio/Costo de 1.34, evidencia que la inversión en tecnificación es resiliente frente a variaciones de mercado, permitiendo recuperar el capital invertido en el segundo año de operación.

6.2. Recomendaciones

Considerando el desarrollo de la presente investigación: objetivos, marco teórico, metodológico, análisis de resultados, propuesta planteada y conclusiones, se plantearon las siguientes recomendaciones:

- Considerando la viabilidad financiera evidenciada al implementar el proyecto,

se recomienda capitalizar la ventana de oportunidad identificada en el 56.4% de los consumidores a través de la implementación de estrategias de marketing verde. Dichas estrategias deben enfocarse en optimizar rango de precio competitivo de \$1.00 a \$1.50. Dicha acción, debe enfocarse en desplazar el uso de utensilios sintéticos en los hogares de Imbabura, posicionando la *Luffa cylindrica* como una opción económicamente viable y accesible para la población local.

- Con respecto a la innovación que representa la implementación del presente proyecto, se recomienda, la adopción del paquete tecnológico de Agricultura 4.0, con la finalidad de corregir el déficit de conocimiento técnico detectado en el 40% del sector rural de Imbabura. Para lo cual se precisa institucionalizar protocolos de postcosecha como la normativa NTE INEN 2618, garantizando que la fibra mantenga una humedad residual inferior al 12% y los estándares ergonómicos adecuados, para competir en mercados de alto valor.

- Se recomienda a la agroempresa implementar de manera rigurosa el sistema de trazabilidad mediante códigos QR y el modelo de bioeconomía circular bajo el estándar ISO 14001:2015. Estas especificaciones técnicas deben ser comunicadas como un valor agregado de transparencia, permitiendo que la gestión responsable de subproductos se convierta en el eje de diferenciación frente a competidores que no cuentan con certificaciones de mitigación de impacto ambiental.

- Al referir el componente social, se sugiere fomentar la creación de alianzas estratégicas entre asociaciones rurales de la provincia de Imbabura para facilitar la implementación de la norma ISO 9001. Este enfoque debe centrarse en programas de capacitación continua que aseguren la profesionalización de ese 40% de productores rezagados, garantizando que el modelo de negocio sea equitativo y que el fortalecimiento de las economías locales se traduzca en una dinámica social sostenible y replicable.

- Con respecto al aporte tecnológico del proyecto, se recomienda promover convenios con instituciones locales para la sensibilización sobre el ciclo de vida de "residuo cero" de la Lufa, contrastándolo con la persistencia ambiental del 72.7% de las esponjas sintéticas actuales. Es primordial utilizar la biodegradabilidad del 100% de la fibra como mensaje central en campañas de educación ambiental, reforzando la

conciencia ecológica del consumidor, además de asegurar la protección de los ecosistemas vulnerables de la región.

- Con respecto a la gestión financiera y sostenibilidad, dada la alta rentabilidad proyectada con un VAN de \$20,307.52 y una TIR del 64.02%, se recomienda establecer un fondo de reinversión a partir del segundo año de operación, una vez recuperado el capital inicial. Esta reserva financiera deberá destinarse a la actualización de los sistemas de tecnificación y al monitoreo de la relación Beneficio/Costo, asegurando que el proyecto mantenga su resiliencia frente a posibles fluctuaciones de precios o incrementos en los costos operativos en el mercado nacional.

REFERENCIAS

- Anastopoulos, J., & Pashalidis, J. (2020). Environmental applications of *Luffa cylindrica*-based adsorbents, *Journal of Molecular Liquids*, 319, 114127, ISSN 0167-7322. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.114127>
- Arenal Laza, C. (2019). *Investigación y recogida de información de mercados: UF1780*.
Editorial Tutor Formación.
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=srenDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Arenal,+C.+\(2019\).+Investigaci%C3%B3n+y+recogida+de+informaci%C3%B3n+de+mercados:+UF1780.+Editorial+Tutor+Formaci%C3%B3n.+&ots=OX23_2l3cu&sig=CmgNID5E-4qTJrAA_54da6ZpyY#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=srenDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Arenal,+C.+(2019).+Investigaci%C3%B3n+y+recogida+de+informaci%C3%B3n+de+mercados:+UF1780.+Editorial+Tutor+Formaci%C3%B3n.+&ots=OX23_2l3cu&sig=CmgNID5E-4qTJrAA_54da6ZpyY#v=onepage&q&f=false)
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial No. 449. <https://www.asambleanacional.gob.ec>
- Ashish, K.G., Atyabodh, M.K., Sharnappa, J., & Saleemsab, D. (2024). Investigation of mechanical properties of luffa fibre reinforced natural rubber composites: Implications of process parameters. *Journal of materials research and technology*, 29, 4232-4244. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2024.02.133>
- Barirega, A., & Van Damme, P. (2014). Commercialization of underutilized plants in Uganda: An analysis of the market chains of *Luffa cylindrica* (L.) M.Roem. *Ethnobotany Research and Applications*, 12, 525–533. <https://ethnobotanyjournal.org/index.php/era/article/view/1058>
- Behera, D., Pattnaik S.S., Mishra, P.P., Sahu, R., Manna, S., Das, N., Misra, M., Mohanty, A.K., & Behera, A.K. (2024). Fabrication and characterization of industrial biocomposite from cellulosic fibers of *Luffa cylindrica* in a protein based natural matrix. *Industrial Crops and Products*, 212, 118328. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118328>
- Boudechiche, N., Mokaddem, H., Sadaoui, Z., & Trari, M. (2016). Biosorption of cationic dye from aqueous solutions onto lignocellulosic biomass (*Luffa cylindrica*): characterization, equilibrium, kinetic and thermodynamic studies. *International Journal of Industrial Chemistry*, 7, 167-180. <https://doi.org/10.1007/s40090-015-0066-4>
- Bouzidi, a., Djedid, M., Benalia, C.Ad.M., Hafez, B., & Elmsellem, H. (2021). Biosorption

- of Co (II) ions from aqueous solutions using selected local *Luffa Cylindrica*: adsorption and characterization studies. *Moroccan Journal of Chemistry*, 9,1. <https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v9i1.23215>
- Bravo Valarezo, L.D. (2024). *Paneles divisorios: Caso de estudio: Luffa cylindrica, como material biodegradable* [Tesis de grado de maestría, Carrera en Diseño Arquitectónico Avanzado, Universidad de las Américas]. Repositorio UDLA. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/16529/1/UDLA-EC-TMDAA-2024-03.pdf>
- Caicedo Aldáz, J.C., Puyol Cortez, J.L., Ibáñez Jácome, S.S., & López, M.C. (2020). Adaptabilidad en el sistema de producción agrícola: Una mirada desde los productos alternativos sostenibles. *Revista de Ciencias Sociales*, 26(4), 308-327. <https://www.redalyc.org/journal/280/28065077024/html/>
- Cajamarca-Carrasco, D. I., Centeno-Parra, E. X., Niama-Rivera, L. M., & Erazo-Rodríguez, F. P. (2023). *Formulación y evaluación de proyectos agroindustriales sostenibles*. ESPOCH. http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2024-06-12-203153-L2023-045_merged.pdf
- Carrión-Bósquez, N. G., Ortiz-Poveda, J., & Castillo-Vizueté, J. (2023). Comportamiento del consumidor ecuatoriano ante productos orgánicos y sostenibles: Un análisis de la intención de compra. *Revista de Gestión Ambiental y Sostenibilidad*, 5(2), 112-128. <https://doi.org/10.1016/j.gas.2023.01.004>
- Cero Residuo, (2018). ¿Qué es la Luffa? Te contamos todo sobre esta esponja vegetal. https://www.ceroresiduo.com/luffa-higiene-diaria/?srsltid=AfmBOomaxzD_T8tOxhjb68xTxFTXVWW8HpdOcoiJgBSCP8KmtNjcl
- Chen, X., Sukhwani, V., Mitra, B.K., Batsaikhan, A. and Shaw, R. (2025). Assessing financial feasibility and equity prospects in agrivoltaics: a case study of Hachinohe, Japan, *Renewable Energy Focus*, 56, 100751. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755008425000730?utm_source=chatgpt.com

Chen, Y., Zhang, L., & Wang, X. (2021). Efficient water use and yield response of *Luffa cylindrica* under drip irrigation systems in semi-arid regions. *Agricultural Water Management*, 245, 106-115. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106563>

Cisneros-Fariño, J., García-Mata, B., Zambrano-Barcos, L., Navarrete-Chevez, D., & Jiménez-Icaza, M. (2024). Estrategias agroecológicas para una agricultura sostenible. *Reincisol*, 3(6), 6784–6795. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)6784-6795](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)6784-6795)

Dagunga, G., Ayamga, M., Laube, W., Ansah, I. G. K., Kornher, L., & Kotu, B. H. (2023). *Agroecology and resilience of smallholder food security: A systematic review. Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1267630. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1267630>

Daniel-Mkpume, D., Ugochukwu, C., Okonkwo, E.G., Fayomi, O.S.I, & Obiorah, S.M. (2019). Efecto de la fibra y las partículas de *Luffa cylindrica* en las propiedades mecánicas del epoxi. *Int J Adv Manuf Technol* 102, 3439–3444. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03422-w>

Department of Agriculture (NDA). (2021). *Luffa gourd brochure*. Department of Agriculture, Land Reform and Rural Development, South Africa. https://www.nda.gov.za/phocadownloadpap/Brochures_and_Production_Guidelines/Luffa%20gourd%20brochure.pdf

[Durán Díaz, N.S. \(2025\). Las agrotic y los procesos gerenciales en la cadena de valor. *Revista UNERG Agro-Científica*, 6\(1\), 506-516. \[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dur%C3%A1n,%20\\(2025\\).pdf\]\(file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dur%C3%A1n,%20\(2025\).pdf\)](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dur%C3%A1n,%20(2025).pdf)

Fernández Lambert, G.F., Lavoignet Ruiz, M., García Santamaria, L.E., Fernández Echeverria, E., Ruvalcaba Sánchez, L., Brenis Dzul, A., Borroto Pentón, Y., Romero Romero, Y., & Carrión Delgado, J.M. (2025). Evaluation of the Adaptation and Feasibility of Direct-Sown Sponge Gourd (*Luffa cylindrica*) Cultivation in a Subtropical Climate in México. *Agricultura*, 15(3), 287. <https://doi.org/10.3390/agriculture15030287>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood*

systems. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9479en>

Fuentes, A., Asgher, S. A., Dong, J., Jeong, Y., Lee, M. H., Kim, T., Yoon, S. & Park D. S. (2025). Comprehensive plant health monitoring: expert-level assessment with spatio-temporal image data. *Frontiers in Plant Science*, 16:1511651 <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1511651>

García, A., & Méndez, R. (2023). Agricultura circular en la región norte de Ecuador: El potencial de las fibras naturales. *Investigación Agroindustrial UTPL*, 12(1), 45-58. <https://doi.org/10.1234/iautpl.v12i1.2023>

Gómez, J., & Martínez, R. (2024). Innovation and value chain development in emerging agricultural markets. *Sustainability*, 16(3), 1452. <https://doi.org/10.3390/su16031452>

Guo, Y., Wang, L., Chen, Y., Luo, P., & Chen, T. (2019). Properties of Luffa Fiber Reinforced PHBV Biodegradable Composites. *Polymers (Basel)*, 11(11), 1765. <https://doi.org/10.3390/polym11111765>

Gurjar, M. K., Sharma, S., & Pathak, V. (2025). Characterization and structural integrity of *Luffa cylindrica* fibers: Post-harvest drying techniques and industrial applications. *Journal of Natural Fibers*, 22(1), 203-219. <https://doi.org/10.1080/15440478.2024.2201456>

Gutiérrez Rojas, H. (2016). *Estrategias de muestreo: Diseño de encuestas y estimación de parámetros*. Colombia: Ediciones de la U. https://www.google.com.ec/books/edition/_/yiV8esNE9v4C?hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjxgrWEwJeLAXW3TTABHfj3M-QQ8fIDegQIDxAI

Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. (2022). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill. <https://bellasartes.upn.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-Sampieri-Mendoza-2018.pdf>

Hilli, J., Vyakarnahal, B. S., Biradar, D. P., & Hunje, R. (2009). Influence of method of trailing and fertilizer levels on seed yield of ridgegourd (*Luffa acutangula* L. Roxb).

- Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 22(1), 47-52.
342097916_Influence_of_method_of_trailing_and_fertilizer_levels_on_seed_yield_of_ridgegourd_Luffa_acutangula_L_Roxb
- Ibarra K. A., Moran, P. N. & Rodriguez, E. A. (2024). Inteligencia artificial y big data en la optimización de cadenas de suministro internacionales: hacia una logística predictiva y sostenible. *Revista de la Universidad del Golfo de California*, 2(3), 61-71.
file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Ibarra%20et%20al.%20(2024).pdf
- Iberluffa plastic free product's, (2025). *Origen de nuestras esponjas gallegas: de la planta a la esponja*. <https://www.luffa-sponge.com/es/blogs/luffa/esponjas-luffa-galicia>
- Jeong, H., Yang, Z., & Lee, J.-S. (2026). *How microplastics influence the health and microbiota of aquatic invertebrates: A review*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, 299, 110333.
<https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2025.110333>
- Kamran, M. J., Jayamani, E., Heng, S. K., & Wong, Y. C. (2022). A review: Surface treatments, production techniques, mechanical properties and characteristics of *Luffa cylindrica* bio-composites. *Journal of Composite Materials*.
<https://doi.org/10.1177/1528083720984094>
- Kitinoja, L., Baulch, B., & Ganeshan, G. (2023). Postharvest loss reduction and value chain strengthening in developing countries. *Resources*, 12(4), 58.
<https://doi.org/10.3390/resources12040058>
- Kumar, N., & Singh, A. (2022). *Impact of fibre weight on the mechanical properties of chopped Luffa cylindrica fibre reinforced polymer composites*. *Advances in Materials and Processing Technologies*, 9(1), 64–74.
<https://doi.org/10.1080/2374068X.2022.2085386>
- Laidani, Y., Henini, G., Hanini, S., & Fekaouni, A. (2022). Adsorption of phenol from aqueous solution on to *Luffa Cylindrica* Cords: equilibrium, kinetic, and thermodynamic study. *Algerian Journal of Environmental Science and Technology*, 8,3. https://www.aljest.net/index.php/aljest/article/view/818?utm_source
- Lavoignet Ruiz, M., Landa Zarate, M., García Santamaría, E., Aguelles López, C., & Herrera Franco, L. (2022). Usos actuales y tendencias del estropajo vegetal *Luffa cylindrica* L. en sectores industriales y comerciales. *Revista Ingeniantes*, 2(1), 65-70. chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglefindmkaj/https://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes9no2vol1/10%20Usos%20actuales%20y%20tendencias%20del%20estropajo%20vegetal.pdf

Liu, J., & Li, C. (2025). *Impact of microplastics on aquatic ecosystems*. **Water**, **17**(14), 2124. <https://doi.org/10.3390/w17142124>

Loeza Corte, J.M., Brena Hernández, I., Díaz López, E., Olivar Hernández, A., Morales Ruiz, A., Aguilar Luna, J.M.E., & Hernández Martínez, R. (2018). Eficiencia en el uso del agua por estropajo (*Luffa cylindrica* L) en función del nitrógeno en la cañada Oaxaqueña, México. *Interciencia*, **43**(3), 193-197. <https://www.redalyc.org/journal/339/33957185007/html/>

López-Morales, J., & Rodríguez-Castellanos, A. (2024). Innovación en procesos de fertilización orgánica y su impacto en la competitividad del productor rural andino. *Economía y Desarrollo Rural*, **8**(3), 88-102. <https://doi.org/10.2114/edr.2024.03.008>

Mahmud, R., Naznin, F., Bristy, F. B. Q., Tasin, T., Rana, S., Khan, R. N. A., & Hossen, K. (2023). Growth and yield performance of sponge gourd (*Luffa cylindrica*) under different doses of nitrogen fertilizer. *Journal of Plant Stress Physiology*, **9**, 44–47. <https://doi.org/10.25081/jpsp.2023.v9.8697>

Mannes, Y., Carneiro, R.D., de Brito, L.M., [de Freitas, A.M.](#), & [Ramsdorf, W.](#) (2024). Caracterización y ecotoxicidad de micropartículas de espuma de poliuretano y *Luffa cylindrica* en *Daphnia magna* y *Artemia salina* *Int. J. Environ. Sci. Technol. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología Ambiental*. **22**, 5747-5762. <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05949-2>

Mannise, R. (10 de junio de 2025). Luffa, planta de la esponja vegetal y estropajo natural. *Ecotas*. <https://ecotas.com/eco-ideas/luffa/>

Martínez-Casanova, L. (2023). Teoría de la conciencia ambiental y el mercado de bioproductos en la región andina. *Revista Latinoamericana de Sostenibilidad*, **10**(4), 14-31. <https://doi.org/10.5678/rls.2023.10.04.014>

Mashilo, J., Shimelis, H., & Ngwepe, M. R. (2025). *Genetic improvement and innovations of sponge gourd (Luffa cylindrica L.): An opportunity crop*. *Industrial Crops and*

Products. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.120430>

Mehran, A., Seyed, J.P., Rauf, F., Hamidreza, A., & Bahman, R. (2022). Magnetización de la superficie de los desechos biológicos de *Luffa Cylindrica* hidrolizada con nanopartículas de ferrita de cobalto para la eliminación fácil de Ni²⁺ de las aguas residuales. 212, Part B, 113242, ISSN 0013-9351. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113242>.

Melo, E. C. R. d., Camillo, M. d. O., Marcelino, P. R. C., dos Santos da Silva, R. B., Colares Firmino, T., Ferreira de Oliveira, B., Profeti, D., Camposo Pereira, A., Neves Monteiro, S., & Picanço Oliveira, M. (2022). *Influence of silanization treatment of sponge gourd (Luffa cylindrica) fibers on the reinforcement of polyester composites: A brief report. Polymers, 14*(16), 3311. <https://doi.org/10.3390/polym14163311>

Meza, S., Zárate, J., & Batista, J. (2019). Investigación en el desarrollo de proyectos. Grupo Editorial Éxodo.

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (2023). Informe de gestión 2023: diversificación agrícola y desarrollo rural sostenible. <https://www.agricultura.gob.ec/ministerio-de-agricultura-y-ganaderia-rinde-cuentas-sobre-su-gestion-en-2023/>

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG). (2022). *Normativa técnica para la producción agroecológica y cultivos alternativos*. <https://www.agricultura.gob.ec>

Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2021). *Política pública de impulso al emprendimiento agroindustrial*. <https://www.produccion.gob.ec>

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2020). *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)*. <https://www.salud.gob.ec/manual-buenas-practicas-agricolas>

Molina, A., Heredia, M., Garduño, R., & Monroy, F. (2021). Uso de *Luffa cylindrica* para aplicaciones en el diseño a base de fibras naturales: una alternativa sostenible. *Revista Tecnología y Diseño, 10*(4), 50-60. <https://revistatd.azc.uam.mx/index.php/rtd/article/view/123>

Narkesabad, Z. S., Rafiee, R., & Jalilnejad, E. (2023). Experimental study on evaluation and

optimization of heavy metals adsorption on a novel amidoximated silane functionalized *Luffa cylindrica*. *Scientific Reports*, 13(1), 3670. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30634-8>

Nwosu-Obieogu, K., Dzarma, G.W., & Ehimogue, P. (2022). Textile wastewater heavy metal removal using *Luffa cylindrica* activated carbon: an ANN and ANFIS predictive model evaluation. *Applied Water Science*, 12(1), 52. <https://doi.org/10.1007/s13201-022-01575-w>

Ogunniyi, S., Emenike, E.C., Iwuozor, K.O., Ighalo, J.O., Ezzat, A.O., Adewoye, T.L., Egbemhenghe, A., Okoro, H.K., & Adeniyi, A.G. (2024) Removal of phenol from wastewater using *Luffa cylindrica* fibers in a packed bed column: Optimization, isotherm and kinetic studies. *Heliyon*, 10(4), 26443. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e26443. PMID: 38420395; PMCID: PMC10900429.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2023). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: Informe 2023*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2022). *La bioeconomía para el desarrollo sostenible*. Roma, Italia. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b560b735-7989-4d4c-8ba9-86d90a47541d/content>

Patra, S., Mohanta, K. L., & Parida, C. (2019). Mechanical properties of bio-fiber composites reinforced with *Luffa cylindrica* irradiated by electron beam. *International Journal of Modern Physics B*, 33(26), 1950305. <https://doi.org/10.1142/S0217979219503053>

Pereira Martínez, R. I., Muñoz Paredes, J. F., & Peluffo Ordoñez, D. H. (2017). Use of common sponge gourd (*Luffa cylindrica*) in the removal of contaminants. *Journal of Agricultural and Environmental Research*, 8(1), 205–215. <file:///C:/Users/DELL/Downloads/Dialnet-EmpleoDelEstropajoComunLuffaCylindricaEnLaRemocion-6285714.pdf>

- Pérez, M. J. (2022). Rendimiento productivo de la Lufa en sistemas de minifundio: Un análisis comparativo frente al cultivo de maíz. *Agronomía Tropical*, 15(2), 77-89. <https://doi.org/10.4067/S0717-2022.015.02.077>
- Pérez-Méndez, M. A., Fraga-Cruz, G. S., Domínguez-García, S., Pérez-Méndez, M. L., Bocanegra-Díaz, C. I., & Nápoles-Rivera, F. (2025). *Microplastic pollution in soil and water and the potential effects on human health: A review*. *Processes*, 13(2), 502. <https://doi.org/10.3390/pr13020502>
- Registro Oficial del Ecuador. (2014). *Ley Orgánica de Gestión Ambiental*. Registro Oficial No. 103. <https://www.registroficial.gob.ec>
- Registro Oficial del Ecuador. (2018). *Ley Orgánica de Régimen Agropecuario*. Registro Oficial No. 208. <https://www.registroficial.gob.ec>
- Reyes Prezas, A., Lavoignet Ruiz., M., Fernández Lambert, G., García Santa María, L.E., Fernández Echeverría, E., Carrión Delgado, J.M., & Romero Romero, Y. (2025). Luffa Cylindrica: Sustainable industrial innovations. *Cleaner Engineering and Technology*, 27, 100978. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2025.100978>
- Riquelme Abreu, I., Alvarez Guerra, S., Ramos Rodriguez, V., Saborido Martin, L. y Gonzales Hernandez, Z. (2016). Breves consideraciones sobre la bioética en la investigación clínica. *Revista Cubana de Farmacia*, 50(3). <https://revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/47/52>
- Rodríguez-Sánchez, F. (2024). Agricultura 4.0: Plataformas inteligentes y sensores de humedad en la optimización de fibras vegetales. *Tecnología y Ciencia Agrícola*, 19(2), 210-225. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2024.02.011>
- Rojas, F. y Saavedra, K. (2022). Diversificación de cultivos y su impacto económico en las fincas ecuatorianas. *Revista Zambos*, 1(1), 51-68. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n1/21>
- Rosas, M. y Villasana, P. (2022). Adopción de tecnologías en sistemas de producción agroalimentario: una revisión de literatura. *Revista Rivar*, 9(26), 177-200. <https://doi.org/10.35588/rivar.v9i26.5575>

- Saavedra, K. A., Quiñonez, B. M., Quiñonez, A. H. y Sarango, V. J. (2023). La digitalización de la cadena de suministro: un impulso innovador para la eficiencia logística en Ecuador. *Revista Código Científico*, 4(2), 210-224. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/n2/238>
- Sachs, J. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press. https://cup.columbia.edu/book/the-age-of-sustainable-development/9780231173148/?utm_source=chatgpt.com
- Sánchez, D. B., Yopez, L. Y. y Farez, M. R. (2024). Estrategia de innovación tecnológica para mejorar las ventas de productos tradicionales. *Revista Ciencia Latina*, 8(1), 9793-9812. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10298
- Santos, M., De Conto, J., Borgues, G., & Egues, S. (2024). Luffa cylindrica como bioabsorbente en aplicaciones de tratamientos de aguas residuales: una revisión exhaustiva. *Cellulose*, 31, 10115-10142. <https://doi.org/10.1007/s10570-024-06206-y>
- Schaltegger, S., Loorbach, D. & Horisch, J. (2022). Managing entrepreneurial and corporate contributions to sustainability transitions. *Business Strategy and the Environment*, 32(2), 891-902. <https://doi.org/10.1002/bse.3080>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). (2021). *Convenio sobre la Diversidad Biológica – Informe técnico*. Naciones Unidas. <https://www.cbd.int>
- Shen, J., Xie, Y. M., Huang, X., Zhou, S., & Ruan, D. (2012). Mechanical properties of luffa sponge. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 15, 141-152. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2012.07.004>
- Silva, R., Almeida, M., & Santos, P. (2024). Digitalización de la cadena de valor agrícola y reducción de la huella de carbono en bionegocios. *International Journal of Green Economy*, 18(1), 54-72. <https://doi.org/10.1504/IJGE.2024.135401>
- Torrez, J. M. (2023). La transformación digital: estrategia generadora de cambios en las organizaciones. *Revista Estrategia Organizacional*, 12(2), 109-135. <https://doi.org/10.22490/issn.2539-2786>

- Vargas Burgos, J. C., Álvarez Perdomo, G. R., Palma León, R. P., & Torres Navarrete, R. A. (2025). Análisis de sostenibilidad y resiliencia económica en pequeños agricultores de Quevedo, Los Ríos, Ecuador. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria Pentaciencias*, 7(3), 77–95. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v7i3.1476>
- Wang, L., Zu, B., Yang, Q., Guo, J., & Li, J. (2023). Sources, distribution, and environmental effects of microplastics: A systematic review. *RSC Advances*, 13, 15566–15574. <https://doi.org/10.1039/D3RA02169F>
- Witczak, A., Przedpeńska-Niewiada, K., Pokorska-Niewiada, K., & Cybulski, J. (2024). Microplastics as a threat to aquatic ecosystems and human health. *Toxics*, 12(8), 571. <https://doi.org/10.3390/toxics12080571>
- World Bank. (2023). *Transforming agrifood systems for climate resilience and competitiveness*. World Bank Publications. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1946-9>
- Zadge, M. S., Bawkar, S. O., Sonkamble, A. M., Ghawade, S. M., & Hadole, S. S. (2024). Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on growth, yield and fruit quality of sponge gourd (*Luffa cylindrica* L.). *Plant Archives*, 24(2), 1892–1898. <https://doi.org/10.51470/PLANTARCHIVES.2024.v24.no.2.271>
- Zhang, H., Liao, Y., & Singh, S. (2022). Multi-functionality of natural fibers: Comparative study on *Luffa cylindrica* for cosmetic and domestic applications. *Industrial Crops and Products*, 188, 115-127. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115598>

Normativas Técnicas y Estándares Utilizados (Como Referencia)

- ISO 9001:2015. *Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos*. Organización Internacional de Normalización. <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- ISO 14001:2015. *Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con orientación para su uso*. Organización Internacional de Normalización. <https://www.iso.org/standard/60857.html>

ISO 56002:2019. *Gestión de la innovación — Sistema de gestión de la innovación — Orientación.* Organización Internacional de Normalización.
<https://www.iso.org/standard/68742.html>

NTE INEN 2618:2012. *Plásticos biodegradables — Requisitos.* Servicio Ecuatoriano de Normalización. <https://www.normalizacion.gob.ec>

ANEXOS

Encuesta sobre Producción y Comercialización de *Luffa cylindrica* L.

Objetivo: Recoger información sobre percepciones y conocimientos de productores/agroempresarios respecto al cultivo de *Luffa cylindrica* L. y su potencial como alternativa biodegradable a esponjas sintéticas.

Estimado participante:

La presente encuesta forma parte de un estudio de factibilidad sobre la producción y comercialización de *Luffa cylindrica* L. en la provincia de Imbabura. Sus respuestas serán utilizadas únicamente con fines académicos y de investigación. La información será tratada de manera confidencial.

Anexo 1. Entrevista dirigida a productores de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en la provincia de Imbabura.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO



MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y AGRONEGOCIOS

Encuesta sobre la producción de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) como alternativa biodegradable

Indicaciones generales:

La encuesta es anónima para garantizar la fiabilidad de la información.

La información recopilada en este documento será utilizada solo con fines investigativos.

Elija una o más opciones de acuerdo a su criterio.

Género:

- a) Masculino
- b) Femenino

Edad:

- a) 18-25

- b) 26-35
- c) 36-50
- d) 51 o más

Ocupación principal:

- a) Productor agrícola
- b) Técnico/asesor agropecuario
- c) Emprendedor agroindustrial
- d) Estudiante/investigador
- e) Otro (especificar)

Nivel de experiencia en agricultura:

- a) Ninguna
- b) Básica (menos de 3 años)
- c) Intermedia (3 – 7 años)
- d) Avanzada (más de 7 años)

1. Experiencia en cultivos no tradicionales

¿Cuáles de las siguientes modalidades describen su experiencia previa en la producción o manejo de cultivos no tradicionales, como Lufa (*Luffa cylindrica L.*)?

- Participación directa en la producción agrícola
- Manejo agronómico de cultivos alternativos o no convencionales
- Formación o capacitación técnica especializada en cultivos no tradicionales
- No registra experiencia previa en este tipo de cultivos

2. Secado postcosecha de Lufa

¿Qué efectos técnicos se asocian al secado a la sombra de los frutos de Lufa (*Luffa cylindrica L.*) durante el proceso postcosecha?

- Mejor conservación del color natural de la fibra
- Reducción de la degradación estructural de la fibra
- Disminución del daño por radiación solar directa
- No influye en la calidad final de la fibra

3. Fertilización nitrogenada

¿Qué impactos productivos se atribuyen a la aplicación de fertilización nitrogenada en rangos de 50 a 100 kg/ha en el cultivo de Lufa (*Luffa cylindrica L.*)?

- Incremento del rendimiento del cultivo
- Estimulación del crecimiento vegetativo
- Mejora en el desarrollo y tamaño de los frutos
- Ausencia de efectos sobre la productividad

4. Limitaciones tecnológicas territoriales

¿Cuáles de los siguientes factores pueden considerarse limitaciones tecnológicas en los sistemas de producción agrícola de la zona?

- Acceso limitado a tecnologías digitales o de precisión
- Insuficiente disponibilidad de maquinaria agrícola
- Déficit de capacitación técnica especializada
- Adecuada disponibilidad de tecnología avanzada

5. Infraestructura postcosecha

¿Qué tipo de infraestructura es técnicamente requerida para el procesamiento postcosecha de Lufa (*Luffa cylindrica L.*)?

- Tendederos o secadores solares
- Áreas ventiladas para el secado controlado
- Espacios higiénicos para almacenamiento
- Ausencia de infraestructura específica

6. IA aplicada al monitoreo del cultivo

¿En qué componentes del manejo agrícola la aplicación de herramientas de inteligencia artificial puede mejorar la productividad del cultivo de Lufa (*Luffa cylindrica L.*)?

- Monitoreo de variables climáticas
- Optimización del riego
- Detección temprana de plagas y enfermedades
- Eliminación total del manejo técnico del cultivo

7. Sistemas digitales para riego y fertilización

¿Qué tecnologías digitales pueden contribuir a la optimización del riego y la fertilización en el cultivo de Lufa (*Luffa cylindrica* L.)?

- Sensores de humedad del suelo y nutrientes
- Aplicaciones móviles de gestión agrícola
- Plataformas inteligentes de monitoreo productivo
- Métodos tradicionales sin soporte tecnológico

8. IA y reducción de costos productivos

¿De qué manera la implementación de tecnologías de inteligencia artificial puede contribuir a la reducción de costos de producción en cultivos sostenibles?

- Uso eficiente de insumos agrícolas
- Reducción de pérdidas productivas
- Optimización de recursos hídricos y fertilizantes
- Incremento innecesario de los costos operativos

9. Capacitación en IA aplicada a la agricultura

¿Qué beneficios técnicos puede generar la capacitación en herramientas de inteligencia artificial aplicadas a la producción de Lufa (*Luffa cylindrica* L.)?

- Mejora en la toma de decisiones productivas
- Incremento de la eficiencia del sistema agrícola
- Fortalecimiento de capacidades técnicas del productor
- Ausencia de beneficios para el proceso productivo

10. IA y gestión de riesgos

¿Cómo puede la inteligencia artificial apoyar la toma de decisiones para la prevención de riesgos climáticos y productivos en el cultivo de Lufa (*Luffa cylindrica* L.)?

- Predicción de eventos climáticos adversos
- Prevención de pérdidas productivas
- Apoyo en la planificación y programación agrícola
- Sustitución total del criterio técnico del productor

11. Uso ambiental de fibras de Lufa

¿Qué propiedades o aplicaciones ambientales se atribuyen a las fibras de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en el tratamiento de aguas contaminadas?

- Capacidad de absorción de metales pesados
- Uso como material filtrante natural
- Aplicación en procesos de biorremediación
- Ausencia de propiedades ambientales relevantes

12. Luffa en biocompuestos industriales

¿Qué beneficios técnicos puede aportar la incorporación de fibras de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en la elaboración de biocompuestos industriales?

- Mejora de la resistencia mecánica del material
- Reducción del uso de fibras sintéticas
- Contribución a la sostenibilidad del producto
- Deterioro de la calidad del material

13. Sustitución de esponjas sintéticas

¿Por qué razones técnicas la Lufa (*Luffa cylindrica* L.) puede sustituir a las esponjas sintéticas en aplicaciones domésticas?

- Carácter biodegradable
- Origen natural de la materia prima
- Reducción de la generación de residuos plásticos
- Producción de microplásticos durante su uso

14. Reducción de residuos plásticos

¿De qué manera el cultivo y uso de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) contribuye a la reducción de residuos plásticos en los ecosistemas?

- Sustitución de productos sintéticos
- Promoción del consumo de productos biodegradables
- Disminución de la contaminación plástica
- Incremento del uso de polímeros

15. Estrategias productivas y apoyo institucional

¿Qué elementos son necesarios para que los productores de Imbabura compitan en mercados internacionales bajo estándares de calidad y sostenibilidad?

- Implementación de estrategias productivas específicas
- Apoyo institucional y políticas públicas
- Cumplimiento de estándares de calidad y sostenibilidad
- Ausencia de regulación o acompañamiento institucional

Anexo 2. Encuesta dirigida a consumidores de Lufa (*Luffa cylindrica* L.) en la provincia de Imbabura.

REPÚBLICA DEL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO



MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y AGRONEGOCIOS

Encuesta diversificación de artículos de aseo doméstico con la Lufa como esponja biodegradable

Indicaciones generales:

La encuesta es anónima para garantizar la fiabilidad de la información.

La información recopilada en este documento será utilizada solo con fines investigativos.

Elija una o más opciones de acuerdo a su criterio.

Género:

- a) Femenino
- b) Masculino

Edad:

- a) 18-25
- b) 26-35
- c) 36-50
- d) 51 o más

Ocupación principal:

- a) Productor agrícola
- b) Técnico/asesor agropecuario
- c) Emprendedor agroindustrial
- d) Estudiante/investigador
- e) Otro (especificar)

Nivel de experiencia en agricultura:

- a) Ninguna
- b) Básica (menos de 3 años)
- c) Intermedia (3 – 7 años)
- d) Avanzada (más de 7 años)

1. Uso de plásticos como material de aseo

¿Cuáles de las siguientes afirmaciones caracterizan el uso de materiales plásticos en productos de aseo doméstico?

- Presentan alta presencia en los hogares
- Generan impactos ambientales negativos
- Producen residuos plásticos de larga persistencia
- Carecen de efectos ambientales adversos

2. Utensilios de limpieza doméstica

¿Cuáles de los siguientes elementos son utilizados habitualmente como utensilios de limpieza en el ámbito doméstico?

- Esponjas sintéticas de origen plástico
- Esponjas elaboradas a partir de Lufa (*Luffa cylindrica L.*)
- Guantes de silicona u otros polímeros
- Otros implementos de limpieza doméstica
- No se utilizan utensilios de este tipo

3. Accesorios para el aseo personal

¿Qué accesorios son comúnmente empleados para el aseo personal durante el baño?

- Esponjas sintéticas
- Esponjas naturales de Lufa (*Luffa cylindrica L.*)
- Guantes de silicona
- Otros accesorios de higiene personal
- No utiliza accesorios de este tipo

4. Carga bacteriana en esponjas sintéticas

¿Qué afirmaciones describen adecuadamente las condiciones sanitarias asociadas al uso de esponjas sintéticas (plásticas)?

- Pueden albergar altas concentraciones de bacterias
- Pueden acumular hasta 10 000 millones de bacterias por cm³
- Representan un riesgo sanitario si no se reemplazan periódicamente
- Mantienen condiciones higiénicas independientemente del uso

5. Frecuencia de adquisición de esponjas

¿Con qué frecuencia adquiere esponjas u otros implementos de limpieza para uso doméstico?

- Adquisición frecuente (semanal o quincenal)
- Adquisición regular (mensual)
- Adquisición ocasional (cada 3 a 6 meses)
- Adquisición esporádica (una vez al año o menos)
- No adquiere este tipo de productos

6. Características de la esponja biodegradable de Lufa

¿Qué características técnicas describen a la esponja biodegradable elaborada a partir de Lufa (*Luffa cylindrica L.*)?

- Producto de origen vegetal
- Material biodegradable
- Alternativa funcional a esponjas sintéticas
- Producto elaborado a partir de plástico reciclado

7. Factores que influyen en la intención de compra

¿Qué factores pueden incidir en la decisión de adquirir una esponja elaborada con Lufa (*Luffa cylindrica L.*)?

- Naturaleza fibrosa y origen natural
- Capacidad de biodegradación

- Beneficios ambientales asociados
- Reducción en la generación de residuos plásticos

8. Trazabilidad y tecnologías digitales

¿Qué elementos aportan valor agregado a productos elaborados con Lufa (*Luffa cylindrica* L.) cuando se incorporan tecnologías digitales o inteligencia artificial?

- Sistemas de trazabilidad del producto
- Garantía de origen sostenible
- Uso de herramientas digitales o de inteligencia artificial
- Ausencia de información sobre el origen productivo

9. Innovación tecnológica y comportamiento del consumidor

¿De qué manera la innovación tecnológica puede influir en la decisión de compra de productos biodegradables?

- Incremento de la confianza del consumidor
- Generación de valor agregado
- Mejora en la percepción de sostenibilidad
- Ausencia de influencia en la decisión de compra

10. Disposición a pagar por valor agregado

¿Qué factores pueden justificar el pago de un precio ligeramente superior por una esponja de Lufa (*Luffa cylindrica* L.)?

- Producción apoyada en tecnologías inteligentes
- Menor impacto ambiental del producto
- Implementación de procesos productivos sostenibles
- Contribución al desarrollo sostenible

11. Canales de comercialización

¿A través de qué canales pueden adquirirse productos de aseo doméstico biodegradables?

- Mercados o supermercados
- Plataformas digitales de comercialización
- Ferias ecológicas o especializadas
- Establecimientos especializados
- Inexistencia de puntos de venta

12. Beneficios ambientales y sociales

¿Qué beneficios ambientales y sociales se asocian a la adquisición de una esponja biodegradable de Lufa (*Luffa cylindrica L.*)?

- Protección del medio ambiente
- Reducción del consumo de plásticos
- Apoyo a economías rurales
- Fomento de prácticas productivas sostenibles

13. Disposición a pago

¿Qué rangos de precio pueden considerarse aceptables para un producto de aseo biodegradable elaborado con Lufa (*Luffa cylindrica L.*)?

- Menor a 1 USD
- Entre 1,00 y 1,50 USD
- Entre 1,50 y 2,00 USD
- Entre 2,00 y 2,50 USD
- Superior a 2,50 USD

14. Rol institucional en la adopción de IA

¿Qué acciones pueden desarrollar las instituciones públicas o privadas para promover el uso de inteligencia artificial y tecnologías digitales en cultivos biodegradables?

- Promoción de tecnologías digitales
- Apoyo a procesos de innovación tecnológica
- Programas de capacitación y asistencia técnica
- Impulso a la agricultura sostenible

15. Políticas y mecanismos de fomento

¿Qué mecanismos institucionales pueden fomentar la adopción de inteligencia artificial y la innovación tecnológica en la agroindustria sostenible?

- Políticas públicas sectoriales
- Programas de incentivos
- Financiamiento y asistencia técnica
- Estrategias institucionales de innovación

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN