**Propuesta de Estrategias de Gestión de Proyectos para la Adopción de Tecnologías de Liofilización en PYMES Lácteas y Frutícolas de la Región Andina Colombiana**

Alirio Pinto Rincón, Andrés Julián Muñoz Rubio y Daniella María Paloma Peñalosa Guevara

# Monografía

Corporación Universitaria Minuto de Dios, Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

27 de abril de 2026

# Propuesta de Estrategias de Gestión de Proyectos para la Adopción de Tecnologías de Liofilización en PYMES Lácteas y Frutícolas de la Región Andina Colombiana

Alirio Pinto Rincón, Andrés Julián Muñoz Rubio y Daniella María Paloma Peñalosa Guevara

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Docente: SERGIO ANDRES ZABALA VARGAS

Doctor en Tecnología Educativa.

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

abril de 2026

**Contenido**

Lista de tablas ..... 7

Lista de figuras ..... 9

Lista de anexos ..... 10

Resumen ..... 11

Abstract ..... 13

Introducción ..... 15

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 17

1.1 Descripción del problema ..... 17

1.2 Pregunta de investigación ..... 18

1.3 Objetivos ..... 19

1.3.1 Objetivo General ..... 19

1.3.2 Objetivos Específicos ..... 19

1.4 Justificación ..... 19

2. MARCO REFERENCIAL ..... 22

2.1 Marco de antecedentes ..... 22

2.1.1 Estrategia de búsqueda y criterios de selección ..... 22

2.1.2 Antecedentes internacionales y nacionales sobre liofilización, adopción tecnológica e innovación en PYMES agroalimentarias ..... 23

2.2 Marco teórico ..... 28

2.2.1 Gestión de proyectos en procesos de innovación agroindustrial ..... 28

2.2.2 Rol de las PYMES en la gestión de proyectos agroindustriales ..... 29

2.2.3 Innovación y adopción tecnológica en PYMES agroalimentarias ..... 29

2.2.4 Gestión de recursos y costos en la adopción tecnológica ..... 30

2.2.5 Gestión de stakeholders en proyectos agroindustriales ..... 31

2.2.6 Liofilización como tecnología de transformación agroindustrial .....31

2.2.7 Competitividad y sostenibilidad desde la gestión de proyectos.....32

2.3 Marco legal .....33

2.3.1 Normatividad para las MIPYMES en Colombia .....33

2.3.2 Normativa para el sector agroindustrial y alimentario.....34

2.3.3 Normativa ambiental y sostenibilidad .....35

2.3.4 Normas de Ciencia, Tecnología e Innovación .....36

2.3.5 Normas internacionales aplicables.....37

2.3.6 Articulación del marco normativo con la investigación .....38

3. METODOLOGÍA .....39

3.1 Enfoque de la investigación.....39

*3.1.1* Alcance de la investigación .....40

3.2 Población y muestra.....41

3.3 Instrumentos de recolección de información .....42

3.4 Procedimiento .....43

*3.4.1* Procedimiento para la encuesta.....43

*3.4.2* Procedimiento para la revisión documental.....44

3.5 Análisis de la información .....45

3.6 Consideraciones éticas.....48

4. HIPÓTESIS.....50

4.1 Las variables .....50

4.1.1 Variables independientes .....50

4.1.2 Variables dependientes .....51

4.2 Planteamiento de hipótesis.....53

4.2.1 Hipótesis general.....53

4.2.2 Hipótesis específicas ..... 53

5. RESULTADOS ..... 55

5.1 Presentación de resultados ..... 55

5.1.1 Resultados de la encuesta ..... 55

5.1.2 Caracterización de la muestra ..... 56

5.1.3 Nivel de conocimiento sobre la liofilización ..... 58

5.1.4 Capacidad tecnológica y preparación organizacional ..... 59

5.1.5 Barreras para la adopción ..... 60

5.1.6 Percepción de beneficios de la tecnología ..... 62

5.1.7 Intención de adopción e inversión ..... 63

5.1.8 Análisis relacional de variables ..... 65

5.1.9 Síntesis de los resultados de la encuesta ..... 73

5.1.10 Resultados de la revisión documental ..... 73

5.1.11 Análisis integrador de resultados por objetivos ..... 78

5.2 Propuesta al sector ..... 79

5.2.1 Estrategia 1. Sensibilización y diagnóstico empresarial ..... 80

Recursos tecnológicos: formularios digitales de diagnóstico, presentaciones, material pedagógico y plataformas virtuales para socialización ..... 81

5.2.2 Estrategia 2. Fortalecimiento de capacidades técnicas y gerenciales ..... 81

5.2.3 Estrategia 3. Articulación con proveedores y actores institucionales ..... 83

5.2.4 Estrategia 4. Estructuración financiera y acceso a mecanismos de apoyo ..... 84

5.2.5 Estrategia 5. Implementación piloto, seguimiento y escalamiento ..... 85

6. DISCUSIÓN ..... 88

7. CONCLUSIONES ..... 91

8. RECOMENDACIONES ..... 94

Referencias ..... 96

Anexos ..... 99

## Lista de tablas

Tabla 1. Categorías de análisis....45

Tabla 2. Esquema de codificación de variables....46

Tabla 3. Variables asociadas a las hipótesis del estudio....51

Tabla 4. Caracterización de la muestra con base tabular exportada (n=77). ....56

Tabla 5. Distribución del nivel de conocimiento. ....58

Tabla 6. Indicadores promedio de capacidad e innovación. ....59

Tabla 7. Barreras principales para adoptar la liofilización. ....60

Tabla 8. Percepción de beneficios de la liofilización. ....62

Tabla 9. Intención de inversión en los próximos 2 años. ....63

Tabla 10. Cruce 1. Conocimiento vs intención de inversión (frecuencias). ....65

Tabla 11. Cruce 1A. Conocimiento vs. intención de inversión (porcentaje por fila). .65

Tabla 12. Cruce 2. Tamaño de empresa vs intención de inversión (frecuencias). ....66

Tabla 13. Cruce 2A. Tamaño de empresa vs intención de inversión (porcentaje por fila). ....67

Tabla 14. Cruce 3. Personal técnico disponible vs intención de inversión (frecuencias)....67

Tabla 15. Cruce 3A. Personal técnico disponible vs intención de inversión (porcentaje por fila)....68

Tabla 16. Cruce 4. Conocimiento de proveedores vs intención de inversión (frecuencias)....68

Tabla 17. Cruce 4A. Conocimiento de proveedores vs intención de inversión (porcentaje por fila)....69

Tabla 18. Perfil promedio según intención de inversión. ....70

Tabla 19. Evidencia estadística complementaria para los análisis cruzados. .....71

Tabla 20. Indicadores críticos para la toma de decisiones. .....72

Tabla 21. Matriz de revisión documental sobre liofilización, adopción tecnológica e innovación en PYMES agroalimentarias .....73

## Lista de figuras

Figura 1. Distribución por sector empresarial.....57

Figura 2. Nivel de conocimiento sobre liofilización.....58

Figura 3. Principales barreras para la adopción. .....61

Figura 4. Porcentaje de acuerdo (niveles 4 y 5) sobre beneficios percibidos. .....62

Figura 5. Intención de inversión en los próximos 2 años. .....64

Figura 6. Relación entre conocimiento e intención de inversión.....65

Figura 7. Conocer proveedores vs intención de inversión.....69

Figura 8. Perfil promedio de los grupos según intención de inversión.....70

## Lista de anexos

**Anexo 1. Instrumento de encuesta con consentimiento informado Encuesta sobre adopción de tecnologías de liofilización en PYMES agroalimentarias**.....99

## Resumen

La baja adopción de tecnologías de transformación agroindustrial, como la liofilización, en las pequeñas y medianas empresas (PYMES) lácteas y frutícolas de la región andina colombiana limita su competitividad, sostenibilidad y acceso a nuevos mercados. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo proponer estrategias de gestión de proyectos que faciliten la adopción de tecnologías de liofilización en este sector.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo, mediante la aplicación de una encuesta estructurada a representantes de PYMES del sector y una revisión documental de fuentes académicas, técnicas e institucionales. Se obtuvieron 82 respuestas, de las cuales 77 registros válidos fueron analizados.

Los resultados muestran que la principal barrera para la adopción de la liofilización es el alto costo de inversión (59,7 %), seguido de la falta de conocimiento técnico (26 %). Asimismo, solo el 3,9 % de las empresas reportó un conocimiento alto sobre la tecnología, mientras que el 98,7 % manifestó requerir financiamiento para adoptarla. No obstante, la percepción de beneficios fue favorable, especialmente en sostenibilidad, mejora de la calidad y reducción de desperdicios, y el 58,4 % de las empresas afirmó que invertiría en la tecnología si contara con apoyo financiero.

A partir de estos hallazgos, se formuló una propuesta basada en estrategias de gestión de proyectos orientadas a la sensibilización y diagnóstico empresarial, el fortalecimiento de capacidades, la articulación con proveedores y actores institucionales, la estructuración financiera y la implementación piloto con seguimiento y escalamiento.

Se concluye que la liofilización representa una oportunidad real de innovación para las PYMES lácteas y frutícolas, pero su adopción requiere procesos planificados, graduales y contextualizados. En este sentido, la gestión de proyectos se configura como un enfoque

pertinente para reducir brechas tecnológicas y contribuir al mejoramiento de la competitividad y sostenibilidad del sector.

*Palabras clave:* liofilización, gestión de proyectos, PYMES, innovación, competitividad, sostenibilidad.

**Abstract**

The low adoption of agro-industrial transformation technologies, such as freeze-drying, in small and medium-sized enterprises (SMEs) in the dairy and fruit sectors of the Colombian Andean region limits their competitiveness, sustainability, and access to new markets. In this context, the aim of this research was to propose project management strategies to facilitate the adoption of freeze-drying technologies in this sector.

The study followed a quantitative, descriptive approach, using a structured survey applied to SME representatives and a documentary review of academic, technical, and institutional sources. A total of 82 responses were collected, of which 77 valid records were analyzed.

The results show that the main barrier to adopting freeze-drying is the high investment cost (59.7%), followed by the lack of technical knowledge (26%). Likewise, only 3.9% of the companies reported a high level of knowledge about the technology, while 98.7% stated that they would require financial support to adopt it. However, the perceived benefits were favorable, especially regarding sustainability, quality improvement, and waste reduction, and 58.4% of the companies indicated that they would invest in the technology if financial support were available.

Based on these findings, a proposal was formulated around project management strategies focused on business awareness and diagnosis, capacity building, articulation with suppliers and institutional actors, financial structuring, and pilot implementation with monitoring and scaling.

It is concluded that freeze-drying represents a real innovation opportunity for dairy and fruit SMEs, but its adoption requires planned, gradual, and context-based processes. In this sense, project management emerges as a relevant approach to reducing technological gaps and improving the competitiveness and sustainability of the sector.

Estrategias de gestión de proyectos para adopción de liofilización en PYMES andinas

*Keywords:* freeze-drying, project management, SMEs, innovation, competitiveness, sustainability.

## Introducción

El consumo de alimentos saludables, funcionales y de fácil preparación ha crecido de manera sostenida en los últimos años, impulsado por cambios en los estilos de vida y la búsqueda de alternativas que combinen practicidad con calidad nutricional. En este contexto, la liofilización se posiciona como una tecnología relevante en la conservación de alimentos, ya que permite mantener los nutrientes, las propiedades organolépticas y prolongar la vida útil de los productos sin necesidad de aditivos químicos.

El tema adquiere especial relevancia en Colombia, donde las pequeñas y medianas empresas (PYMES) representan más del 90% del tejido empresarial (DANE, 2022) y desempeñan un papel clave en la dinamización económica y la innovación productiva. En particular, la región andina ofrece condiciones favorables debido a la disponibilidad de materias primas agrícolas, lo que abre oportunidades para la transformación agroindustrial mediante tecnologías como la liofilización.

Diversos estudios han abordado la gestión de la innovación en el sector alimentario colombiano. Torres, Cacabelos y Melo (2023) identifican retos en la agroindustria de Boyacá relacionados con la modernización de procesos y el fortalecimiento de capacidades de gestión en las PYMES. Por su parte, Perilla, Monsalve y Tavera (2024) destacan limitaciones en el acceso a financiamiento y tecnologías avanzadas. De manera complementaria, Moreno, Martínez y Restrepo (2025) evidencian que la implementación de estrategias de innovación impacta directamente la sostenibilidad y competitividad de las MIPYMES. Asimismo, Tique Luna (2024) resalta el potencial exportador de los productos liofilizados, lo que evidencia oportunidades de desarrollo en mercados especializados.

A pesar de estas oportunidades, la incorporación de tecnologías como la liofilización en las PYMES enfrenta barreras significativas relacionadas con el acceso a recursos, capacidades técnicas y gestión de procesos de innovación. En este sentido, más allá de

analizar la viabilidad de negocio, se hace necesario abordar esta problemática desde la gestión de proyectos, como un enfoque que permita estructurar estrategias para la adopción tecnológica, optimizar recursos y fortalecer la toma de decisiones.

Metodológicamente, la investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo, apoyado en la aplicación de una encuesta estructurada a representantes de PYMES del sector y en una revisión documental de fuentes académicas, técnicas e institucionales. Este diseño permitió caracterizar barreras, percepciones y condiciones de adopción tecnológica, así como contrastar los hallazgos empíricos con antecedentes y referentes normativos pertinentes.

En consecuencia, el presente estudio se orienta a analizar cómo la gestión de proyectos puede contribuir a la adopción de tecnologías de liofilización en PYMES lácteas y frutícolas de la región andina colombiana, con el fin de mejorar su competitividad y sostenibilidad en el mercado de alimentos saludables.

El documento se estructura en ocho apartados. El primero aborda el planteamiento del problema, incluyendo su descripción, pregunta de investigación, objetivos y justificación. El segundo presenta el marco referencial, compuesto por antecedentes, marco teórico y marco legal. El tercero desarrolla la metodología de la investigación. El cuarto expone las hipótesis del estudio. El quinto presenta los resultados y la propuesta al sector. El sexto desarrolla la discusión de los hallazgos. El séptimo reúne las conclusiones y recomendaciones. Finalmente, el octavo corresponde a las referencias del trabajo.

# 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 Descripción del problema

A nivel internacional, la adopción de tecnologías avanzadas de conservación de alimentos, como la liofilización, ha permitido a las pequeñas y medianas empresas mejorar su competitividad, reducir pérdidas postcosecha y acceder a mercados de mayor valor agregado (OECD, 2023; Uwineza & Zhang, 2026). No obstante, su implementación exige capacidades técnicas, inversión significativa y una adecuada gestión de proyectos que permita planificar, ejecutar y controlar procesos de innovación de manera estructurada.

En el contexto nacional, las PYMES agroalimentarias en Colombia enfrentan limitaciones importantes para la adopción de tecnologías, asociadas a barreras financieras, falta de conocimiento técnico y debilidades en la gestión de procesos de innovación (Perilla et al., 2024; Torres et al., 2023). Estas condiciones restringen su capacidad de modernización y dificultan la incorporación de herramientas tecnológicas que les permitan mejorar su productividad y competitividad.

En la región andina colombiana, estas problemáticas se acentúan en las empresas lácteas y frutícolas, caracterizadas por una alta dependencia de pequeños y medianos productores que representan gran parte de la oferta nacional. Según Torres, Cacabelos y Melo (2023), los principales retos incluyen el limitado acceso a tecnologías modernas, la escasez de financiamiento y la insuficiente formación en gestión de proyectos de innovación. De manera similar, Perilla, Monsalve y Tavera (2024) señalan que, aunque las PYMES constituyen un motor de desarrollo económico, presentan dificultades para incorporar procesos tecnológicos avanzados como la liofilización, debido a los altos costos de inversión y a la falta de modelos estructurados de implementación.

Por otra parte, estudios como el de Moreno, Martínez y Restrepo (2025) evidencian que cuando las PYMES logran superar estas limitaciones, se generan impactos positivos en términos de sostenibilidad y competitividad. En este sentido, la liofilización ha demostrado, en experiencias internacionales, ser una tecnología que permite diversificar productos, acceder a mercados de exportación y responder a las nuevas demandas de consumidores orientados hacia alimentos saludables.

Sin embargo, en el contexto colombiano aún existe una limitada evidencia aplicada sobre cómo implementar este tipo de tecnologías desde un enfoque estructurado de gestión de proyectos, lo que dificulta su adopción efectiva en PYMES del sector lácteo y frutícola. Esta situación evidencia una brecha entre el potencial de la tecnología y la capacidad real de las empresas para integrarla en sus procesos productivos.

En consecuencia, la problemática de esta investigación se centra en analizar cómo la adopción de procesos de liofilización, abordada desde estrategias de gestión de proyectos, puede contribuir a mejorar la sostenibilidad y competitividad de las PYMES lácteas y frutícolas en la región andina colombiana.

## 1.2 Pregunta de investigación

¿De qué manera una propuesta de estrategias de gestión de proyectos para la adopción de tecnologías de liofilización puede contribuir al mejoramiento de la competitividad y sostenibilidad de las PYMES lácteas y frutícolas de la región andina colombiana?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General

Proponer estrategias de gestión de proyectos que faciliten la adopción de tecnologías de liofilización en PYMES lácteas y frutícolas de la región andina colombiana.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar las principales barreras y necesidades en la adopción de tecnologías de liofilización en PYMES del sector.
- Analizar estrategias, metodologías y experiencias aplicadas en otros contextos para la adopción tecnológica en PYMES agroalimentarias.
- Diseñar una propuesta de estrategias de gestión de proyectos orientadas a la implementación de tecnologías de liofilización.

## 1.4 Justificación

La industria láctea y frutícola en la región andina colombiana desempeña un papel fundamental en la economía rural, especialmente en la generación de empleo, la dinamización de cadenas productivas y el aprovechamiento de materias primas agrícolas. En los últimos años, la transformación de los sistemas agroalimentarios ha exigido mayores niveles de innovación, sostenibilidad y generación de valor agregado, especialmente en pequeñas y medianas empresas que enfrentan mercados más exigentes y consumidores con

creciente interés en alimentos saludables, nutritivos y diferenciados (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022; Cano & González, 2023). En este contexto, tecnologías como la liofilización adquieren relevancia por su potencial para mejorar la conservación, diversificar productos y responder a nuevas demandas del mercado.

A pesar de su potencial, la liofilización continúa siendo una tecnología poco implementada en el país, particularmente en pequeñas y medianas empresas que carecen de información técnica, acompañamiento especializado y acceso a mecanismos de financiamiento. En consecuencia, muchas de estas organizaciones mantienen métodos tradicionales de conservación y producción, lo que limita su capacidad de generar valor agregado, reducir desperdicios y acceder a mercados más exigentes.

Desde una perspectiva académica, esta investigación es relevante porque contribuye al análisis de la adopción tecnológica en el sector agroindustrial colombiano, incorporando el enfoque de gestión de proyectos como eje central para comprender y abordar las barreras existentes. Este aporte es pertinente si se considera que la competitividad de las PYMES no depende únicamente de su capacidad productiva, sino también de su habilidad para incorporar innovación, transformar procesos y construir modelos de gestión sostenibles en el tiempo (Cruz, 2021; Cano & González, 2023). En este sentido, el estudio no solo analiza una tecnología específica, sino que propone una forma estructurada de aproximarse a su implementación.

En términos sociales y prácticos, los resultados del estudio pueden servir como una guía para emprendedores, productores rurales, instituciones de apoyo y entidades públicas interesadas en fortalecer la innovación y la transformación productiva en el sector agroalimentario. Esto resulta especialmente importante en contextos donde las PYMES cumplen una función clave en la generación de empleo, el sostenimiento de economías locales y la articulación de cadenas productivas regionales. De igual forma, una adopción

tecnológica gestionada de manera adecuada puede contribuir a reducir pérdidas, mejorar el aprovechamiento de materias primas y ampliar oportunidades de comercialización para pequeños y medianos productores, con efectos positivos sobre el desarrollo territorial y la sostenibilidad del sector (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022; Perilla et al., 2024).

Finalmente, esta investigación aporta al fortalecimiento de la gestión de proyectos en el sector agroalimentario, al proponer estrategias orientadas a la adopción de tecnologías como la liofilización. De esta manera, se busca contribuir al cierre de brechas tecnológicas, al mejoramiento de la competitividad empresarial y al desarrollo sostenible de la región andina colombiana. Además, la investigación ofrece una base útil para que actores públicos, privados y académicos promuevan procesos de innovación más incluyentes, viables y contextualizados, en los que la modernización tecnológica no se entienda únicamente como una mejora productiva, sino también como una oportunidad para fortalecer capacidades locales, generar valor agregado en origen y favorecer condiciones de desarrollo económico y social en los territorios (Cruz, 2021; Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023).

# 2. MARCO REFERENCIAL

## 2.1 Marco de antecedentes

### 2.1.1 Estrategia de búsqueda y criterios de selección

La búsqueda de antecedentes se orientó mediante una combinación de palabras clave en español e inglés, entre ellas: liofilización, freeze-drying, adopción tecnológica, innovation adoption, project management, SMEs, PYMES agroalimentarias, food preservation, agroindustry y competitiveness.

La revisión se concentró en publicaciones correspondientes al periodo 2016–2026, en coherencia con el criterio de priorizar literatura reciente dentro de una ventana de observación de siete a diez años. No obstante, se incluyó el trabajo de Sagara (2010) por su relevancia como referente temprano en la evolución de la liofilización aplicada a alimentos.

Las bases de datos y fuentes consultadas incluyeron Scopus, ScienceDirect, MDPI, OECD iLibrary y documentos institucionales oficiales de entidades como DANE y ministerios colombianos. Se priorizaron artículos de revisión, investigaciones empíricas y documentos técnicos o institucionales que abordaran alguno de los siguientes aspectos: aplicación de la liofilización en alimentos, barreras y facilitadores de adopción tecnológica, innovación y competitividad en PYMES agroalimentarias, articulación institucional, financiamiento para innovación y enfoques de gestión aplicables a procesos de implementación tecnológica.

Como criterios de inclusión se consideraron documentos publicados en revistas indexadas, libros académicos o fuentes institucionales oficiales, con relación explícita al sector agroalimentario o a procesos de innovación tecnológica transferibles al contexto de las

PYMES lácteas y frutícolas. Se excluyeron documentos sin trazabilidad bibliográfica, publicaciones sin relación directa con la problemática del estudio y fuentes centradas exclusivamente en contextos clínicos, farmacéuticos o industriales no comparables con el sector agroalimentario.

A partir de esta estrategia se seleccionó un conjunto de antecedentes que permiten identificar tendencias, barreras, lecciones y oportunidades para la adopción de tecnologías de liofilización desde una perspectiva de gestión de proyectos en PYMES agroalimentarias.

### 2.1.2 Antecedentes internacionales y nacionales sobre liofilización, adopción tecnológica e innovación en PYMES agroalimentarias

**Sagara (2010)** constituye uno de los antecedentes más relevantes para comprender la evolución de la liofilización como tecnología de conservación alimentaria. En su trabajo sobre avances en tecnologías de freeze-drying y su aplicación a operaciones industriales, el autor expone que la liofilización permite preservar atributos sensoriales, estructura y calidad del producto final mejor que otros métodos convencionales de deshidratación. No obstante, también advierte que su adopción industrial enfrenta limitaciones asociadas a costos elevados, alta demanda energética y tiempos prolongados de procesamiento. Este antecedente resulta clave para el presente estudio porque vincula de manera explícita la liofilización con el universo de las PYMES y refuerza la idea de que su adopción puede representar una oportunidad real de generación de valor agregado, siempre que existan estrategias adecuadas de implementación.

**Santillán, Rojas y Ramírez (2020)** estudiaron las propiedades fisicoquímicas en yogur liofilizado, aportando evidencia sobre la viabilidad técnica de aplicar esta tecnología a productos lácteos con valor agregado. Su trabajo resalta que la liofilización puede contribuir a

conservar propiedades relevantes del alimento y ampliar su vida útil, generando oportunidades de diferenciación en mercados especializados. Este antecedente es especialmente pertinente para la presente investigación porque se conecta directamente con uno de los sectores analizados, el lácteo, y demuestra que la tecnología no solo tiene valor teórico, sino posibilidades concretas de aplicación en matrices alimentarias sensibles. Además, apoya la idea de que la liofilización puede convertirse en una herramienta estratégica para diversificar portafolios y fortalecer la competitividad empresarial.

**González y Quintero (2021)** abordaron la gestión de la innovación en empresas agroalimentarias emergentes, identificando que la incorporación de mejoras tecnológicas en este tipo de organizaciones depende no solo de la existencia de oportunidades de mercado, sino también de capacidades internas de gestión, aprendizaje organizacional y articulación con el entorno. A partir de este enfoque, los autores muestran que la innovación en empresas agroalimentarias no se limita a la compra de equipos o a cambios operativos puntuales, sino que requiere procesos estructurados, claridad estratégica y fortalecimiento organizacional. Este antecedente aporta a la presente investigación porque ayuda a comprender que la adopción de la liofilización debe abordarse como un proceso de innovación gestionado, y no únicamente como una decisión técnica o productiva.

**Banga y Patel (2022)** analizaron la liofilización como una alternativa para productos agroalimentarios de alto valor, con énfasis en las oportunidades que esta tecnología ofrece a pequeñas y medianas empresas. Su estudio destaca que la liofilización permite desarrollar productos con mayor estabilidad, mejor conservación de calidad y potencial de acceso a nichos de mercado especializados. Al mismo tiempo, señala que la escalabilidad de esta tecnología depende de factores como costos, conocimiento técnico y capacidad de inversión, especialmente en empresas con recursos limitados. Este antecedente resulta clave para el presente estudio porque vincula de manera explícita la liofilización con el universo de las

PYMES y refuerza la idea de que su adopción puede representar una oportunidad real de generación de valor agregado, siempre que existan estrategias adecuadas de implementación.

**Ruiz y Herrera (2022)** trabajaron sobre tecnologías limpias para frutas andinas, aportando una mirada relevante sobre alternativas de transformación agroindustrial aplicables a productos de origen frutícola. Aunque su enfoque no se limita a la liofilización, sí evidencia la importancia de incorporar tecnologías que reduzcan pérdidas, aumenten vida útil y permitan generar productos diferenciados en cadenas agroalimentarias regionales. Este antecedente aporta al presente estudio porque conecta la discusión tecnológica con el sector frutícola, uno de los focos de la investigación, y refuerza la idea de que la modernización productiva en regiones andinas requiere soluciones que combinen innovación, sostenibilidad y viabilidad empresarial.

**Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD (2023)** expuso que las pequeñas y medianas empresas continúan enfrentando barreras persistentes para innovar, particularmente en lo relacionado con acceso a financiamiento, conocimiento, redes de apoyo y articulación con ecosistemas de innovación. Aunque su análisis no se centra exclusivamente en la liofilización, sí ofrece una base sólida para comprender por qué las PYMES suelen tener dificultades al incorporar tecnologías más complejas. Este antecedente resulta relevante para el presente estudio porque permite interpretar la adopción tecnológica como un proceso condicionado por factores estructurales y no solo por la voluntad empresarial. Asimismo, refuerza la necesidad de abordar la incorporación de la liofilización desde estrategias organizadas de gestión, articulación institucional y fortalecimiento de capacidades.

**Torres, Cacabelos y Melo (2023)** estudiaron los retos tecnológicos en PYMES agroindustriales de Boyacá, identificando limitaciones asociadas al acceso a tecnologías modernas, capacidades técnicas y restricciones para la modernización de procesos. Este

antecedente es especialmente relevante para la presente investigación porque se ubica en un contexto regional directamente relacionado con la región andina colombiana y con dinámicas empresariales comparables a las de la población objetivo. Su principal aporte consiste en evidenciar que las dificultades de adopción tecnológica en PYMES no son abstractas ni generales, sino concretas y territoriales, vinculadas a la disponibilidad de recursos, al entorno institucional y a la madurez organizacional. Esto fortalece la pertinencia del estudio al mostrar que el problema abordado tiene un correlato claro en escenarios regionales reales.

**Nwankwo, Okpomor, Dibagar, Wodecki, Zwierz y Figiel (2023)** realizaron una revisión sobre desarrollos recientes en la hibridación de la técnica de liofilización en deshidratación de alimentos, enfocándose en calidad química y sensorial. El estudio muestra que la tendencia actual de la tecnología apunta a mejorar eficiencia del proceso y calidad del producto mediante combinaciones o ajustes tecnológicos que permitan hacer más viable su aplicación industrial. Este antecedente aporta al presente trabajo porque actualiza la discusión sobre la liofilización, mostrando que ya no se trata solo de una técnica tradicional costosa, sino de un campo en evolución que busca responder a las exigencias de escalabilidad, eficiencia y sostenibilidad productiva. Además, refuerza la necesidad de que la adopción tecnológica se acompañe de conocimiento técnico especializado y capacidades de evaluación.

**Perilla, Monsalve y Tavera (2024)** analizaron la innovación y el desarrollo competitivo en PYMES colombianas, destacando que la incorporación de nuevas tecnologías se ve limitada por restricciones financieras, dificultades de acceso a recursos y debilidades estructurales de gestión. Este antecedente resulta clave para la presente investigación porque se ubica directamente en el contexto nacional y permite comprender que las barreras de adopción tecnológica en las PYMES colombianas trascienden el componente técnico, involucrando también capacidades organizativas y condiciones del entorno. Su aporte principal consiste en respaldar la idea de que la competitividad y la innovación no dependen

únicamente del deseo de modernizarse, sino de contar con estrategias y condiciones que hagan viable la implementación.

**Moreno, Martínez y Restrepo (2025)** estudiaron principios, innovaciones de equipos y tendencias emergentes de freeze-drying en alimentos orientados a salud y valor agregado. Este trabajo permite identificar que la liofilización continúa evolucionando como tecnología de alto interés para el desarrollo de productos diferenciados, especialmente en mercados que valoran estabilidad, calidad nutricional y conveniencia. El antecedente aporta a la presente investigación porque actualiza la comprensión del potencial de la tecnología y muestra que su relevancia no ha disminuido, sino que se ha fortalecido en el contexto de los alimentos funcionales y saludables. Al mismo tiempo, confirma que su implementación requiere no solo comprensión técnica, sino también decisiones estratégicas sobre inversión, capacidad operativa y posicionamiento de mercado.

**Uwineza y Zhang (2026)** presentaron una revisión reciente sobre la aplicación de la liofilización en la industria alimentaria, sintetizando principios, ventajas, limitaciones y oportunidades de uso industrial. Entre sus aportes, destacan la capacidad de la tecnología para conservar nutrientes, atributos sensoriales y estabilidad del producto, así como sus limitaciones en términos de consumo energético, costos y tiempos de operación. Este antecedente tiene un valor especial para el presente estudio porque ofrece una visión actualizada y amplia del estado de la tecnología, permitiendo cerrar la revisión de antecedentes con una fuente reciente y directamente alineada con el problema investigado. En conjunto con los trabajos anteriores, refuerza la idea de que la liofilización representa una oportunidad tecnológica real para las PYMES agroalimentarias, pero que su adopción requiere rutas estructuradas de implementación, precisamente el vacío que esta investigación busca abordar.

En conjunto, los antecedentes revisados evidencian que la liofilización posee un alto potencial para generar valor agregado, mejorar la conservación de alimentos y fortalecer la competitividad empresarial. Sin embargo, también muestran que su adopción en PYMES depende de condiciones técnicas, financieras, organizacionales e institucionales que no siempre están presentes. La revisión permite identificar una brecha entre el potencial de la tecnología y la capacidad real de implementación, especialmente en contextos agroalimentarios donde predominan pequeñas y medianas empresas con limitaciones estructurales. En consecuencia, se justifica abordar el problema desde la gestión de proyectos, como un marco que permita estructurar la adopción tecnológica de manera gradual, viable y contextualizada.

Estos hallazgos evidencian que la adopción tecnológica requiere no solo inversión, sino también una adecuada gestión de proyectos y articulación institucional.

## 2.2 Marco teórico

### 2.2.1 Gestión de proyectos en procesos de innovación agroindustrial

La gestión de proyectos se ha consolidado como una disciplina fundamental para planificar, ejecutar y controlar iniciativas orientadas a la innovación. Según el Project Management Institute (2021), la gestión de proyectos permite organizar recursos, definir objetivos, gestionar riesgos y asegurar el cumplimiento de resultados en un tiempo determinado.

En el sector agroindustrial, la implementación de tecnologías como la liofilización implica procesos complejos que requieren estructuración, planificación y control. Factores como la disponibilidad de materias primas, las condiciones logísticas, los requisitos sanitarios

y la inversión tecnológica hacen necesario abordar estos procesos desde un enfoque de gestión de proyectos.

En este contexto, la gestión de proyectos permite reducir la incertidumbre, optimizar recursos y mejorar la toma de decisiones, facilitando la adopción tecnológica en PYMES agroalimentarias.

### 2.2.2 Rol de las PYMES en la gestión de proyectos agroindustriales

Las pequeñas y medianas empresas (PYMES) representan más del 90% del tejido empresarial colombiano y generan una parte significativa del empleo (DANE, 202**2**). En el sector agroindustrial, estas empresas cumplen un papel clave en la transformación productiva y el desarrollo territorial.

No obstante, las PYMES enfrentan limitaciones en capacidades de gestión, acceso a financiamiento y adopción tecnológica (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2022)**.** Estas condiciones dificultan la implementación de proyectos de innovación, especialmente cuando implican tecnologías avanzadas.

Desde la perspectiva de gestión de proyectos, el reto no es únicamente incorporar tecnología, sino desarrollar capacidades organizacionales para planificar, ejecutar y sostener procesos de innovación en el tiempo. En este sentido, el fortalecimiento de capacidades de gestión se convierte en un factor crítico para la competitividad.

### 2.2.3 Innovación y adopción tecnológica en PYMES agroalimentarias

La innovación es un elemento clave para la competitividad empresarial, en la medida en que permite introducir mejoras en productos, procesos y modelos de gestión que fortalecen

el desempeño organizacional. En el caso de las PYMES agroalimentarias, la adopción tecnológica constituye una expresión concreta de innovación, ya que permite aumentar productividad, generar valor agregado y responder con mayor flexibilidad a las exigencias del mercado (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023; Cano & González, 2023).

Sin embargo, distintos estudios muestran que la incorporación de nuevas tecnologías en pequeñas empresas del sector agroindustrial enfrenta barreras persistentes, entre ellas las limitaciones financieras, la falta de conocimiento técnico, las debilidades en capacidades de gestión y la escasa articulación con redes de apoyo o transferencia tecnológica (Muñoz & Carrasco, 2021; Perilla et al., 2024). Estas dificultades hacen que la innovación no dependa únicamente de la disponibilidad de equipos o soluciones técnicas, sino de la capacidad de la empresa para organizar recursos, reducir incertidumbre y sostener procesos de cambio en el tiempo.

En este sentido, la adopción tecnológica puede entenderse como un proceso organizacional que requiere planeación, aprendizaje, acompañamiento y toma de decisiones estratégicas. Desde la perspectiva de la gestión de proyectos, este enfoque permite estructurar la implementación tecnológica de forma gradual, ordenada y viable, lo que resulta especialmente pertinente en contextos donde las empresas reconocen la importancia de innovar, pero no siempre cuentan con condiciones suficientes para hacerlo de manera autónoma.

### 2.2.4 Gestión de recursos y costos en la adopción tecnológica

La implementación de tecnologías en PYMES requiere una adecuada gestión de recursos financieros, humanos y técnicos. La adopción de tecnologías como la liofilización

implica inversiones en maquinaria, capacitación e infraestructura, lo que exige una planificación estructurada.

Según el PMI (2021), la gestión de costos permite estimar, presupuestar y controlar los recursos necesarios para la ejecución de proyectos. Asimismo, la gestión de recursos humanos garantiza la disponibilidad de capacidades técnicas para operar tecnologías complejas.En este sentido, una adecuada gestión de recursos reduce riesgos asociados a sobrecostos, fallas operativas y baja eficiencia en la implementación tecnológica.

### 2.2.5 Gestión de stakeholders en proyectos agroindustriales

La adopción tecnológica en el sector agroindustrial involucra múltiples actores, como productores, empresas, entidades gubernamentales, instituciones académicas y entidades financieras.

La gestión de stakeholders consiste en identificar, analizar y gestionar los intereses de estos actores (PMI, 2021). En el caso de las PYMES, la articulación con actores como el AGROSAVIA, Colombia Productiva y entidades financieras resulta fundamental para facilitar el acceso a recursos, conocimiento y apoyo técnico.

Una adecuada gestión de stakeholders permite fortalecer redes de colaboración, mejorar la implementación de proyectos y aumentar las probabilidades de éxito en la adopción tecnológica.

### 2.2.6 Liofilización como tecnología de transformación agroindustrial

La liofilización es un proceso de deshidratación por sublimación que permite conservar las propiedades nutricionales y sensoriales de los alimentos (Santillán et al., 2020).

En el sector lácteo y frutícola, esta tecnología permite desarrollar productos de alto valor agregado, reducir desperdicios y facilitar la logística de distribución. Sin embargo, su implementación en PYMES requiere procesos estructurados de planificación, gestión de recursos y articulación institucional.

En este sentido, la liofilización no debe entenderse únicamente como una tecnología, sino como un proceso de innovación que requiere ser gestionado mediante metodologías de gestión de proyectos.

### 2.2.7 Competitividad y sostenibilidad desde la gestión de proyectos

La competitividad en el sector agroindustrial está asociada a la capacidad de innovar, generar valor agregado, responder a las transformaciones del mercado y operar bajo criterios de sostenibilidad. En este contexto, las PYMES requieren no solo mejorar sus procesos productivos, sino también fortalecer su capacidad de adaptación frente a exigencias relacionadas con calidad, trazabilidad, eficiencia y responsabilidad ambiental (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022; Cano & González, 2023).

La adopción de tecnologías como la liofilización puede contribuir a estos propósitos, al favorecer la conservación de alimentos, la reducción de pérdidas, el aprovechamiento de excedentes y el desarrollo de productos diferenciados con potencial de inserción en nuevos mercados. No obstante, estos beneficios no se producen de manera automática, sino que dependen de la existencia de procesos organizados de implementación, formación y seguimiento (Cruz, 2021).

Desde la gestión de proyectos, la competitividad y la sostenibilidad pueden fortalecerse mediante la planificación estratégica, el control de recursos, la gestión de stakeholders y la evaluación continua de resultados. De este modo, la innovación tecnológica

no se entiende como una acción aislada, sino como parte de una transformación organizacional más amplia, orientada a consolidar modelos productivos eficientes, resilientes y sostenibles en el tiempo.

## 2.3 Marco legal

El marco normativo colombiano establece las directrices que regulan la creación, funcionamiento y fortalecimiento de las pequeñas y medianas empresas (PYMES), así como los estándares de calidad, inocuidad alimentaria, sostenibilidad y adopción tecnológica aplicables al sector agroindustrial. Este componente resulta fundamental para comprender el entorno legal en el que se enmarca la implementación de tecnologías como la liofilización en empresas lácteas y frutícolas de la región andina colombiana. En consecuencia, el análisis normativo no solo permite identificar obligaciones legales, sino también reconocer oportunidades institucionales y regulatorias que pueden favorecer la formulación de estrategias de gestión de proyectos para la adopción tecnológica.

### 2.3.1 Normatividad para las MIPYMES en Colombia

En Colombia, el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas está respaldado por un conjunto de disposiciones que buscan promover su fortalecimiento, formalización y acceso a instrumentos de apoyo. La **Ley 590 de 2000**, modificada por la **Ley 905 de 2004**, establece lineamientos para fomentar el desarrollo integral de las MIPYMES y promover mecanismos de apoyo empresarial, financiero y tecnológico (Congreso de Colombia, 2000, 2004). Asimismo, el **Decreto 957 de 2019** actualiza la clasificación empresarial por ingresos, facilitando la focalización de políticas públicas e instrumentos de

fortalecimiento productivo (Gobierno de Colombia, 2019). De igual manera, la **Ley 1429 de 2010** promueve la formalización y generación de empleo mediante incentivos para nuevas empresas (Congreso de Colombia, 2010).

Estas disposiciones se articulan con la presente investigación porque la adopción de tecnologías de liofilización en PYMES no depende únicamente de la voluntad empresarial, sino también de la existencia de un entorno legal que favorezca la formalización, el acceso a programas de apoyo, la clasificación adecuada de las empresas y su vinculación a estrategias de modernización productiva. Desde la gestión de proyectos, este marco constituye una base para identificar fuentes de apoyo, condiciones de elegibilidad y mecanismos institucionales que pueden facilitar la implementación tecnológica.

### 2.3.2 Normativa para el sector agroindustrial y alimentario

La producción, transformación y comercialización de alimentos en Colombia está regulada por normas orientadas a garantizar la calidad e inocuidad de los productos destinados al consumo humano. La **Ley 9 de 1979** establece principios generales del Código Sanitario Nacional, mientras que el **Decreto 3075 de 1997** define condiciones sanitarias para la fabricación, procesamiento, almacenamiento y comercialización de alimentos. A su vez, la **Resolución 2674 de 2013** establece requisitos sanitarios y Buenas Prácticas de Manufactura para fábricas de alimentos, y la **Resolución 5109 de 2005** regula el etiquetado o rotulado de alimentos envasados para consumo humano (Congreso de Colombia, 1979; Gobierno de Colombia, 1997; Ministerio de Salud y Protección Social, 2013; Ministerio de la Protección Social, 2005).

Estas normas son directamente pertinentes para la investigación porque la liofilización implica operaciones de transformación y conservación de alimentos que deben cumplir

requisitos sanitarios, condiciones higiénicas de proceso y criterios de rotulado. En otras palabras, la adopción de esta tecnología no puede evaluarse solo desde la rentabilidad o la innovación, sino también desde su viabilidad regulatoria. Por ello, cualquier propuesta de implementación de liofilización en PYMES lácteas y frutícolas debe considerar desde la planeación del proyecto el cumplimiento de BPM, inocuidad, condiciones de planta y exigencias de etiquetado, integrando estos requisitos como parte del alcance técnico y normativo del proyecto.

### 2.3.3 Normativa ambiental y sostenibilidad

La legislación ambiental colombiana también resulta relevante para esta investigación, en la medida en que la transformación agroindustrial y la adopción tecnológica deben avanzar bajo criterios de sostenibilidad y uso eficiente de recursos. La **Ley 99 de 1993** crea el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y establece principios para la gestión ambiental en el país, mientras que la **Ley 1715 de 2014** promueve el uso eficiente de la energía y el desarrollo de fuentes no convencionales de energía renovable (Congreso de Colombia, 1993, 2014). A nivel de política pública, el **CONPES 3934 de 2018**, correspondiente a la Política de Crecimiento Verde, impulsa estrategias relacionadas con productividad sostenible, ecoinnovación y uso eficiente de recursos (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

La articulación de estas normas con el tema del estudio es clara: la liofilización puede aportar a la reducción de pérdidas, al aprovechamiento de excedentes agroalimentarios y al desarrollo de productos con mayor vida útil, pero también exige evaluar sus implicaciones energéticas y operativas. Desde la gestión de proyectos, esto significa que la adopción de la tecnología debe incorporar criterios de sostenibilidad, eficiencia energética y análisis ambiental, de manera que la innovación productiva no se plantee únicamente en términos de

competitividad, sino también de responsabilidad en el uso de recursos y alineación con políticas de crecimiento verde.

### 2.3.4 Normas de Ciencia, Tecnología e Innovación

El desarrollo tecnológico en Colombia cuenta con respaldo normativo e institucional mediante disposiciones orientadas a fortalecer la investigación, la innovación y la transferencia de conocimiento. La **Ley 1286 de 2009** fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, mientras que la **Ley 1876 de 2017** crea el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA), con el propósito de articular actores, capacidades y procesos de innovación en el sector rural y agropecuario (Congreso de Colombia, 2009, 2017). De forma complementaria, políticas y programas de entidades como **Colombia Productiva** y otras instituciones del ecosistema empresarial promueven la modernización productiva y la adopción tecnológica en empresas del país.

Estas disposiciones se relacionan con la investigación porque evidencian que la adopción de tecnologías como la liofilización puede apoyarse en marcos institucionales ya existentes, orientados a la modernización productiva, el fortalecimiento de capacidades y la articulación con actores del conocimiento. Desde la perspectiva de la gestión de proyectos, estas normas y programas pueden interpretarse como fuentes de soporte, aliados estratégicos y condiciones habilitantes para estructurar proyectos de innovación tecnológica en PYMES agroalimentarias.

### 2.3.5 Normas internacionales aplicables

En caso de que las PYMES busquen escalar su producción, acceder a nuevos mercados o proyectarse hacia la exportación, resulta necesario considerar marcos internacionales relacionados con inocuidad y seguridad alimentaria. Entre ellos se destacan el **Codex Alimentarius**, que establece lineamientos internacionales sobre calidad e inocuidad de alimentos (Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization, 2023); la **ISO 22000**, relacionada con sistemas de gestión de inocuidad alimentaria aplicables a organizaciones de la cadena de suministro (International Organization for Standardization, 2018); y el **Reglamento (CE) N.º 178/2002** del Parlamento Europeo y del Consejo, que fija principios generales de la legislación alimentaria en la Unión Europea (Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2002).

Estos referentes no solo orientan la comercialización en mercados exigentes, sino que también sirven como guía para elevar estándares internos de calidad, trazabilidad, control de procesos y documentación técnica. Su relación con la presente investigación radica en que la liofilización puede convertirse en una vía para desarrollar productos de mayor valor agregado y con potencial de acceso a mercados más especializados. Sin embargo, para que esa posibilidad sea real, la adopción tecnológica debe acompañarse de procesos de gestión que integren requisitos de calidad, inocuidad, documentación y cumplimiento normativo. De este modo, las normas internacionales no se entienden aquí como una exigencia externa aislada, sino como un horizonte de calidad que puede orientar la formulación de proyectos de innovación más competitivos y sostenibles.

### 2.3.6 Articulación del marco normativo con la investigación

En conjunto, el marco normativo colombiano e internacional permite identificar que la adopción de tecnologías de liofilización en PYMES lácteas y frutícolas no depende únicamente de su conveniencia técnica o comercial, sino de la capacidad de las empresas para operar dentro de un entorno regulatorio exigente. Las normas revisadas muestran que la implementación de este tipo de tecnología involucra dimensiones empresariales, sanitarias, ambientales, de innovación y de calidad, que deben ser consideradas de forma integrada.

Por ello, la gestión de proyectos adquiere especial relevancia en esta investigación, ya que ofrece un enfoque estructurado para incorporar tales requisitos desde la planeación, la identificación de recursos, la gestión de stakeholders, el cumplimiento normativo y el seguimiento del proceso de adopción. En ese sentido, el marco normativo no solo respalda la pertinencia del estudio, sino que también justifica la necesidad de formular estrategias que permitan a las PYMES adoptar tecnologías como la liofilización de manera organizada, viable y ajustada a las exigencias legales vigentes.

# 3. METODOLOGÍA

## 3.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un **enfoque cuantitativo** de tipo descriptivo, orientado a analizar de manera objetiva las condiciones, barreras, percepciones y posibilidades de adopción de tecnologías de liofilización en PYMES lácteas y frutícolas de la región andina colombiana. Este enfoque permite medir variables relacionadas con conocimiento tecnológico, capacidades empresariales, intención de inversión, acceso a financiamiento y percepción de beneficios, a partir de datos recolectados de manera estructurada (Bernal Torres, 2022; Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

El enfoque cuantitativo resulta pertinente porque facilita la identificación de tendencias, frecuencias, porcentajes y relaciones entre variables, lo que permite comprender el fenómeno de estudio desde una perspectiva empírica y comparable (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). En coherencia con ello, se emplearon como instrumentos de recolección de información una **encuesta estructurada** dirigida a representantes de PYMES del sector y una **revisión documental** de fuentes académicas, técnicas e institucionales, con el fin de complementar la interpretación del problema y contextualizar los hallazgos obtenidos en campo (Bernal Torres, 2022).

Desde esta perspectiva, el estudio no busca demostrar relaciones causales absolutas, sino describir y analizar el estado actual de la adopción tecnológica en el sector, identificando elementos que permitan formular estrategias de gestión de proyectos aplicables al contexto de las empresas participantes (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

### *3.1.1* Alcance de la investigación

La investigación es de alcance **descriptivo**, dado que busca caracterizar las condiciones reales en las que las PYMES lácteas y frutícolas de la región andina colombiana enfrentan la posible adopción de tecnologías de liofilización. En este sentido, el interés principal se centra en reconocer cómo se manifiestan variables como el nivel de conocimiento sobre la tecnología, las barreras de implementación, la disponibilidad de capacidades técnicas, la intención de inversión y la percepción de beneficios asociados a esta innovación (Bernal Torres, 2022).

El estudio se desarrolló durante el periodo comprendido entre **septiembre de 2025 y abril de 2026**, incluyendo las fases de delimitación del problema, revisión documental, diseño del instrumento, aplicación de encuestas, organización y análisis de los datos, así como la formulación de la propuesta final. En términos espaciales, se concentró en la **región andina colombiana**, con referencia principal a empresas ubicadas en departamentos como Cundinamarca, Boyacá, Antioquia y Caldas, seleccionados por su relevancia en la producción láctea y frutícola y por su potencial de transformación agroindustrial (DANE, 2022; Torres et al., 2023).

El alcance descriptivo resulta adecuado porque permite generar un diagnóstico estructurado del fenómeno investigado, identificar patrones y reconocer necesidades del sector sin intervenir directamente sobre las variables. Asimismo, este nivel de alcance aporta una base útil para la formulación de propuestas de gestión de proyectos orientadas a la adopción tecnológica, propósito central de la investigación (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

## 3.2 Población y muestra

La población objetivo de la investigación estuvo conformada por **PYMES del sector lácteo y frutícola de la región andina colombiana**, entendidas como unidades productivas y empresariales vinculadas a procesos de transformación, conservación o comercialización de productos derivados de frutas y lácteos. Este grupo fue seleccionado por su relevancia económica dentro del sector agroalimentario colombiano y por su potencial de incorporar tecnologías de valor agregado como la liofilización (DANE, 2022; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2022).

En coherencia con el enfoque del estudio, la muestra fue de tipo **no probabilístico por conveniencia**, ya que la participación dependió de la accesibilidad a las empresas, de la disposición voluntaria de los participantes y de la posibilidad real de contactar representantes del sector mediante redes institucionales, académicas y empresariales. Este tipo de muestreo es válido en estudios descriptivos cuando se busca obtener información exploratoria y diagnóstica de una población específica con limitaciones de acceso o dispersión territorial (Bernal Torres, 2022).

La muestra final estuvo conformada por **82 respuestas recolectadas**, de las cuales **77 registros válidos** fueron incluidos en el análisis tabular principal, luego del proceso de depuración de datos. Los criterios de inclusión fueron: i) pertenecer a una empresa del sector lácteo, frutícola o mixto; ii) desempeñarse como empresario, gerente, administrador, responsable de producción o persona vinculada a la toma de decisiones; iii) pertenecer a una empresa ubicada en la región andina colombiana o relacionada con el contexto productivo de interés; y iv) aceptar voluntariamente participar en la encuesta. Como criterios de exclusión se consideraron: i) respuestas incompletas; ii) formularios duplicados; iii) registros con

inconsistencias evidentes; y iv) respuestas provenientes de actores que no correspondían al perfil empresarial definido en el estudio.

En cuanto a la revisión documental, se incluyeron fuentes académicas, técnicas e institucionales relacionadas con liofilización, innovación, adopción tecnológica y gestión de proyectos en PYMES agroalimentarias. Se excluyeron documentos sin trazabilidad bibliográfica, fuentes no oficiales y publicaciones sin relación directa con la problemática investigada. De esta manera, la muestra y los documentos seleccionados permitieron construir una base de análisis coherente con el objetivo del estudio (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

### 3.3 Instrumentos de recolección de información

Para el desarrollo de la investigación se emplearon dos instrumentos principales de recolección de información: una **encuesta estructurada** y una **revisión documental**.

La encuesta estructurada fue diseñada para recopilar información cuantitativa sobre el nivel de conocimiento de la liofilización, las capacidades tecnológicas de las empresas, las barreras para la adopción, la percepción de beneficios, la intención de inversión y la disposición hacia procesos de capacitación o implementación. El instrumento estuvo conformado por preguntas cerradas, dicotómicas, de opción múltiple y escalas tipo Likert, lo que permitió obtener información comparable y susceptible de organización estadística (Bernal Torres, 2022). La encuesta completa se incluye en el **Anexo 1** del presente documento.

Por su parte, la revisión documental tuvo como propósito identificar antecedentes, enfoques teóricos, referentes normativos y experiencias previas relacionadas con la adopción tecnológica, la liofilización y la gestión de proyectos en PYMES agroalimentarias. Para

sistematizar esta información se empleó una **matriz documental de revisión**, estructurada con los siguientes campos: autor, año, título, tipo de documento, objetivo, metodología o enfoque, hallazgos principales y aporte al estudio. Esta matriz permitió organizar la información de manera analítica y facilitar su posterior incorporación en el marco referencial, la discusión y la propuesta (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

El uso combinado de ambos instrumentos fortaleció la investigación al permitir, por una parte, recoger evidencia empírica directa de empresas del sector y, por otra, contrastarla con literatura científica, técnica e institucional relevante para el problema estudiado.

## 3.4 Procedimiento

El procedimiento metodológico se desarrolló en dos líneas complementarias: la aplicación de la encuesta y la revisión documental.

### *3.4.1* Procedimiento para la encuesta

En una primera etapa se realizó el diseño del instrumento de encuesta con base en el problema de investigación, la pregunta orientadora, los objetivos y la revisión inicial de literatura. A partir de ello, se definieron preguntas dirigidas a explorar variables relacionadas con conocimiento tecnológico, capacidad empresarial, barreras de adopción, percepción de beneficios, intención de inversión y necesidad de apoyo financiero.

Posteriormente, se efectuó una validación básica de contenido, revisando la claridad, coherencia y pertinencia de las preguntas en relación con los objetivos del estudio. Luego de esta revisión, la encuesta fue digitalizada mediante la plataforma **Google Forms**, lo que facilitó su distribución y recolección.

La difusión del instrumento se realizó a través de redes de contacto académico, empresarial e institucional, así como por medios digitales y canales de comunicación directa con posibles participantes del sector. Las respuestas se recopilaron durante un periodo aproximado de **cuatro semanas**, garantizando la participación voluntaria de empresarios o representantes vinculados a la toma de decisiones dentro de las empresas. Una vez finalizada la fase de recolección, las respuestas fueron exportadas a una base de datos en formato tabular para su revisión, depuración y posterior análisis (Bernal Torres, 2022).

### *3.4.2* Procedimiento para la revisión documental

De manera paralela, se adelantó una revisión documental con el fin de contextualizar el problema investigado y fortalecer el sustento conceptual, normativo y aplicado del estudio. Para ello, se definieron palabras clave en español e inglés relacionadas con liofilización, adopción tecnológica, innovación, PYMES agroalimentarias y gestión de proyectos.

La búsqueda se realizó en bases de datos académicas y fuentes institucionales oficiales, priorizando artículos científicos, libros, informes técnicos, normas y documentos de política pública relevantes para el problema de investigación. Posteriormente, se efectuó una lectura exploratoria para seleccionar aquellos documentos que presentaban mayor relación con los objetivos del estudio.

Los documentos seleccionados fueron analizados mediante una matriz de revisión documental, en la que se registraron los datos bibliográficos, el enfoque del texto, los principales hallazgos y su contribución a la investigación. Esta sistematización permitió incorporar la revisión de manera organizada en el marco de antecedentes, el marco teórico, el marco normativo y la discusión de resultados (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

## 3.5 Análisis de la información

El análisis de la información se desarrolló en varias etapas, atendiendo a la naturaleza de los instrumentos utilizados.

En primer lugar, se realizó una fase de limpieza, organización y preparación de los datos recolectados mediante encuesta. Esta etapa incluyó la revisión de formularios completos, la detección de respuestas duplicadas, la identificación de inconsistencias entre variables y la exclusión de registros que no cumplían con los criterios mínimos de validez para el análisis. Como resultado, de un total de 82 respuestas obtenidas, se trabajó con una base tabular consolidada de 77 registros válidos (Bernal Torres, 2022).

En segundo lugar, se realizó la organización analítica de los datos a partir de categorías que permitieran agrupar variables relacionadas con conocimiento tecnológico, capacidad empresarial, barreras, percepción e intención de adopción. Esta clasificación facilitó la estructuración del análisis cuantitativo y permitió interpretar de manera más ordenada la información recolectada. A su vez, se definió un esquema de codificación para transformar variables categóricas en valores numéricos, con el propósito de hacer posible el procesamiento estadístico descriptivo y relacional de la base de datos.

Tabla 1. Categorías de análisis

| Categoría | Variable | Tipo de dato |
|---|---|---|
| **Conocimiento tecnológico** | Conocimiento de la liofilización | Dicotómico/ordinal |
| **Capacidad empresarial** | Disponibilidad y actualización tecnológica | Ordinal |
| **Barreras** | Tipo de limitación principal | Categórico |

| | | |
|---|---|---|
| **Percepción** | Beneficios esperados de la tecnología | Likert (1-5) |
| **Intención** | Interés en adopción e inversión | Categórico/ordinal |

Nota. Elaboración propia.

Tabla 2. Esquema de codificación de variables

| Variable | Categoría | Código |
|---|---|---|
| **Conocimiento de la liofilización** | Ninguno | 0 |
| **Conocimiento de la liofilización** | Bajo | 1 |
| **Conocimiento de la liofilización** | Medio | 2 |
| **Conocimiento de la liofilización** | Alto | 3 |
| **Intención de inversión** | No | 0 |
| **Intención de inversión** | Depende del apoyo financiero | 1 |
| **Intención de inversión** | Sí | 2 |
| **Apertura de nuevos mercados** | No | 0 |
| **Apertura de nuevos mercados** | Sí | 1 |
| **Capacitación/implementación** | No | 0 |
| **Capacitación/implementación** | Sí | 1 |
| **Personal técnico disponible** | No | 0 |
| **Personal técnico disponible** | Sí | 1 |
| **Conoce proveedores** | No | 0 |
| **Conoce proveedores** | Sí | 1 |

Nota. Elaboración propia.

La construcción de estas categorías y códigos permitió depurar, sistematizar y analizar los datos de manera consistente, facilitando la elaboración de frecuencias, porcentajes, cruces de variables y pruebas de asociación. De este modo, la codificación no solo cumplió una

función técnica, sino que fortaleció la trazabilidad metodológica del estudio y la coherencia entre los datos recolectados y los análisis desarrollados.

En tercer lugar, se desarrolló el análisis estadístico descriptivo, utilizando principalmente Microsoft Excel para el procesamiento de frecuencias, porcentajes, promedios y construcción de tablas y gráficos. Asimismo, se realizaron cruces de variables entre aspectos como conocimiento, tamaño empresarial, disponibilidad de personal técnico, conocimiento de proveedores e intención de inversión, con el fin de profundizar en la comprensión del fenómeno. Como apoyo complementario, se incorporaron pruebas de asociación entre variables categóricas, tales como chi-cuadrado y V de Cramér, lo que permitió identificar relaciones estadísticamente relevantes entre algunos factores y la disposición de adopción tecnológica.

En cuarto lugar, los resultados fueron organizados en tablas, figuras e indicadores comparativos, con el propósito de facilitar su interpretación y fortalecer la argumentación del estudio.

En quinto lugar, la información derivada de la revisión documental fue analizada mediante una lectura analítica, comparativa y temática de los documentos seleccionados, previamente sistematizados en la matriz de revisión documental. A partir de esta matriz se identificaron categorías relacionadas con barreras de adopción tecnológica, capacidades organizacionales, sostenibilidad, articulación institucional, financiamiento, beneficios esperados y condiciones de implementación de tecnologías de liofilización en PYMES agroalimentarias. Posteriormente, los hallazgos fueron comparados entre sí para reconocer tendencias, coincidencias, vacíos de conocimiento y aportes relevantes para la comprensión del problema de estudio. Este proceso permitió complementar los resultados obtenidos mediante encuesta, contrastar la evidencia empírica con los antecedentes revisados y aportar

elementos de sustento para la formulación de la propuesta final (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

Este proceso de análisis permitió no solo describir el fenómeno investigado, sino también interpretar relaciones relevantes entre variables y construir una base empírica y documental sólida para la formulación de estrategias de gestión de proyectos orientadas a la adopción de tecnologías de liofilización en el sector estudiado.

## 3.6 Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló atendiendo principios éticos de voluntariedad, confidencialidad, respeto por los participantes y uso responsable de la información. La participación en la encuesta fue libre y no remunerada, y los encuestados fueron informados sobre el propósito académico del estudio, el uso de los datos y el carácter confidencial de sus respuestas (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

No se recolectó información sensible ni datos personales que permitieran identificar de manera individual a los participantes. La información obtenida fue utilizada únicamente con fines académicos y de investigación, y se trabajó de manera agregada para evitar cualquier afectación a las empresas o personas involucradas.

La encuesta incluyó un consentimiento informado inicial, en el cual se indicó el carácter voluntario de la participación, el uso exclusivamente académico de la información, la no recolección de datos sensibles y la posibilidad de no continuar con el diligenciamiento si el participante no estaba de acuerdo con estas condiciones. De esta manera, la aceptación y autorización para participar se integró al instrumento aplicado, garantizando que cada participante conociera previamente el propósito y alcance de su participación. Este instrumento de aceptación y autorización se presenta en el **Anexo 1** del presente trabajo.

En relación con el tratamiento de la información, las respuestas fueron almacenadas, organizadas y analizadas respetando criterios de privacidad, integridad y uso exclusivo para el desarrollo del proyecto. Del mismo modo, en la revisión documental se respetaron principios de integridad académica, citando adecuadamente las fuentes consultadas y evitando el uso de materiales sin trazabilidad o sin respaldo confiable.

Debido a que el estudio no implicó intervención directa sobre personas, experimentación ni manejo de datos sensibles, se considera una investigación de riesgo mínimo. Sin embargo, se mantuvo el compromiso de preservar la ética investigativa en todas las fases del proceso, desde la recolección de información hasta la presentación final de resultados y conclusiones (Bernal Torres, 2022).

# 4. HIPÓTESIS

En coherencia con el planteamiento del problema, la pregunta de investigación y los objetivos del estudio, la presente investigación formula hipótesis orientadas a examinar la relación entre las estrategias de gestión de proyectos y la adopción de tecnologías de liofilización en PYMES lácteas y frutícolas de la región andina colombiana. Dado que el estudio se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, descriptivo, no experimental y de corte transversal, las hipótesis no se plantean en términos de causalidad absoluta, sino como proposiciones de relación entre variables asociadas al conocimiento tecnológico, la capacidad organizacional, las barreras de adopción y la intención de implementación.

## 4.1 Las variables

Para orientar la formulación de las hipótesis y fortalecer la coherencia entre el problema de investigación, los objetivos, el instrumento de recolección y el análisis de resultados, se identifican las variables principales del estudio. Estas permiten comprender la adopción de tecnologías de liofilización no solo como una decisión técnica, sino como un proceso influido por factores organizacionales, financieros, relacionales y de gestión.

### 4.1.1 Variables independientes

Las variables independientes corresponden a los factores que pueden influir en la adopción de tecnologías de liofilización por parte de las PYMES lácteas y frutícolas. En esta investigación se reconocen las siguientes: nivel de conocimiento sobre la liofilización, capacidad técnica y nivel de actualización tecnológica de la empresa, disponibilidad de

personal técnico, acceso o necesidad de financiamiento, conocimiento de proveedores, percepción de beneficios asociados a la tecnología y articulación con actores institucionales y de apoyo. Estas variables permiten examinar si existen condiciones favorables o limitantes para avanzar hacia procesos de adopción tecnológica en el sector estudiado.

### 4.1.2 Variables dependientes

La variable dependiente principal del estudio es la adopción de tecnologías de liofilización en PYMES lácteas y frutícolas, entendida como la disposición, intención o posibilidad de incorporar esta tecnología en sus procesos productivos. De manera complementaria, también se consideran como variables dependientes asociadas la percepción de competitividad, sostenibilidad, reducción de desperdicios y apertura de nuevos mercados, en la medida en que representan efectos esperados de una adopción tecnológica gestionada de forma estructurada.

Tabla 3. Variables asociadas a las hipótesis del estudio

| Hipótesis | Variable independiente | Variable dependiente | Relación esperada |
|---|---|---|---|
| **Hipótesis general** | Estrategias de gestión de proyectos (planificación, fortalecimiento de capacidades, articulación institucional, | Adopción de tecnologías de liofilización / mejoramiento de competitividad y sostenibilidad | Una estrategia estructurada de gestión de proyectos favorece la adopción tecnológica y contribuye a la competitividad y sostenibilidad |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | estructuración financiera) | | |
| **H1** | Nivel de conocimiento sobre la liofilización | Disposición a invertir / intención de adopción | A mayor conocimiento, mayor disposición de inversión |
| **H2** | Capacidades técnicas y nivel de actualización tecnológica | Probabilidad de adopción de la liofilización | Mejores capacidades aumentan la probabilidad de adopción |
| **H3** | Apoyo financiero, conocimiento de proveedores y articulación institucional | Intención de implementación | Mayor apoyo y articulación incrementan la intención de adopción |
| **H4** | Estrategias estructuradas de gestión de proyectos aplicadas a la adopción | Percepción de competitividad, sostenibilidad, reducción de desperdicios y apertura de mercados | La adopción gestionada estructuradamente se asocia con percepciones favorables de impacto |

Nota. Elaboración propia.

## 4.2 Planteamiento de hipótesis

A partir de las variables identificadas y del propósito de la investigación, se plantea una hipótesis general y varias hipótesis específicas orientadas a examinar relaciones entre conocimiento tecnológico, capacidades organizacionales, apoyo financiero, articulación institucional e intención de adopción de la liofilización.

### 4.2.1 Hipótesis general

La formulación de estrategias de gestión de proyectos orientadas a la planificación, fortalecimiento de capacidades, articulación institucional y estructuración financiera favorece la adopción de tecnologías de liofilización en las PYMES lácteas y frutícolas de la región andina colombiana, contribuyendo al mejoramiento de su competitividad y sostenibilidad.

### 4.2.2 Hipótesis específicas

**H1.** A mayor nivel de conocimiento sobre la liofilización, mayor será la disposición de las PYMES a invertir en esta tecnología.

**H2.** Las PYMES que cuentan con mayores capacidades técnicas y mejores niveles de actualización tecnológica presentan una mayor probabilidad de adoptar tecnologías de liofilización.

**H3.** La disponibilidad de apoyo financiero, el conocimiento de proveedores y la articulación con actores institucionales incrementan la intención de implementación de la liofilización en las PYMES del sector.

**H4.** La adopción de la liofilización, gestionada mediante estrategias estructuradas de gestión de proyectos, se asocia con percepciones favorables de competitividad, sostenibilidad, reducción de desperdicios y apertura de nuevos mercados.

# 5. RESULTADOS

La presente investigación permitió recopilar y analizar información empírica y documental orientada a comprender las condiciones reales de adopción de tecnologías de liofilización en PYMES lácteas y frutícolas de la región andina colombiana. En este capítulo se presentan, en primer lugar, los resultados obtenidos mediante la encuesta aplicada a representantes del sector y los hallazgos derivados de la revisión documental; en segundo lugar, se desarrolla una propuesta de estrategias de gestión de proyectos para favorecer la adopción tecnológica; y, finalmente, se presenta una discusión que contrasta los resultados del estudio con los antecedentes y referentes analizados. Esta organización responde al propósito de diferenciar con claridad la evidencia obtenida, la propuesta formulada y la interpretación académica de los hallazgos, tal como lo exige una monografía de investigación.

## 5.1 Presentación de resultados

### 5.1.1 Resultados de la encuesta

La encuesta aplicada permitió recoger información sobre características empresariales, nivel de conocimiento sobre la liofilización, barreras de adopción, percepción de beneficios, intención de inversión y condiciones organizacionales relacionadas con la implementación de nuevas tecnologías. En total se obtuvieron 82 respuestas, de las cuales 77 fueron consideradas válidas para el análisis tabular luego del proceso de depuración de datos. Este resultado permitió construir una base cuantitativa suficiente para describir tendencias y analizar relaciones entre variables relevantes para la investigación.

### 5.1.2 Caracterización de la muestra

La caracterización de la muestra permite identificar la composición sectorial, el tamaño empresarial y la trayectoria de las empresas participantes en el estudio.

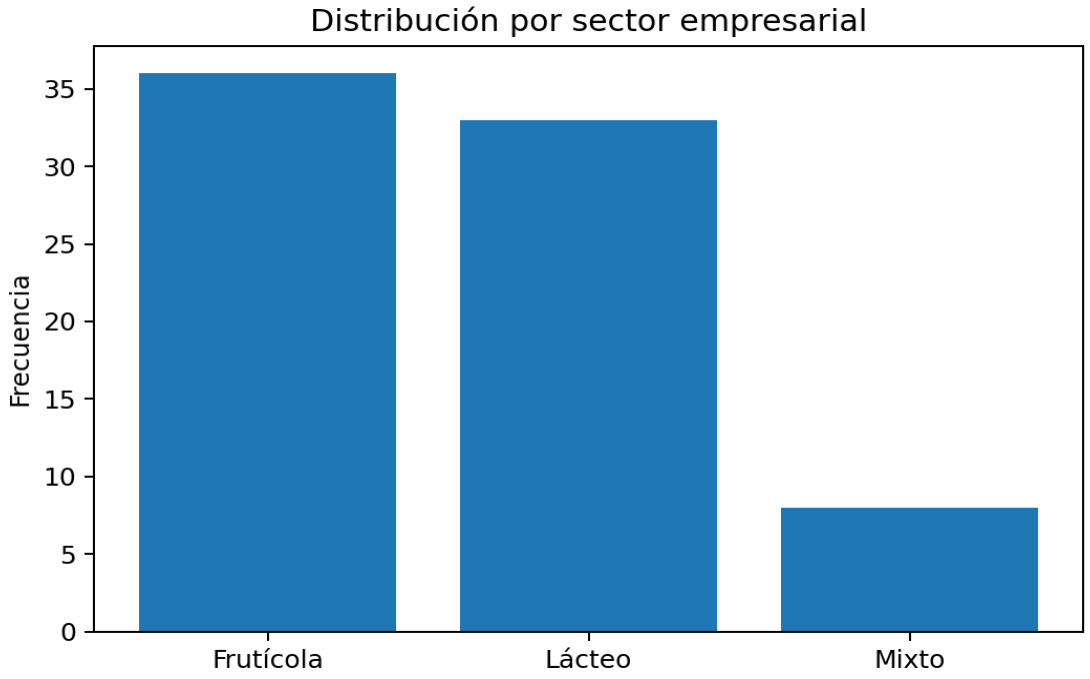
Tabla 4. Caracterización de la muestra con base tabular exportada (n=77).

| Variable | Categoría | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---|---|---|---|
| **Sector empresarial** | Frutícola | 36 | 46.8 |
| **Sector empresarial** | Lácteo | 33 | 42.9 |
| **Sector empresarial** | Mixto | 8 | 10.4 |
| **Tamaño empresa** | Pequeña | 35 | 45.5 |
| **Tamaño empresa** | Mediana | 22 | 28.6 |
| **Tamaño empresa** | Micro | 20 | 26 |
| **Número de empleados** | 6–20 | 33 | 42.9 |
| **Número de empleados** | 21–50 | 21 | 27.3 |
| **Número de empleados** | 1–5 | 19 | 24.7 |
| **Número de empleados** | Más de 50 | 4 | 5.2 |
| **Años de operación** | 4–10 años | 35 | 45.5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Años de operación** | Más de 10 años | 30 | 39 |
| **Años de operación** | 1–3 años | 7 | 9.1 |
| **Años de operación** | Menos de 1 año | 5 | 6.5 |

Nota. Elaboración propia.

Figura 1. Distribución por sector empresarial.




Nota. Elaboración propia.

Los resultados muestran que la muestra está compuesta por empresas del sector frutícola, lácteo y mixto, con una mayor participación del sector frutícola (46,8 %) y del sector lácteo (42,9 %). En cuanto al tamaño empresarial, predominan las empresas pequeñas (45,5 %), seguidas por medianas (28,6 %) y microempresas (26 %). También se observa que la mayoría de las organizaciones encuestadas tienen entre 4 y 10 años de operación (45,5 %) o más de 10 años (39 %), lo que indica que buena parte de la muestra corresponde a empresas con cierta trayectoria en el mercado. Estos resultados evidencian que el estudio se concentra

en organizaciones con experiencia productiva, pero que aún presentan desafíos de modernización tecnológica, lo cual resulta coherente con el objetivo de analizar la adopción de la liofilización en PYMES agroalimentarias.

### 5.1.3 Nivel de conocimiento sobre la liofilización

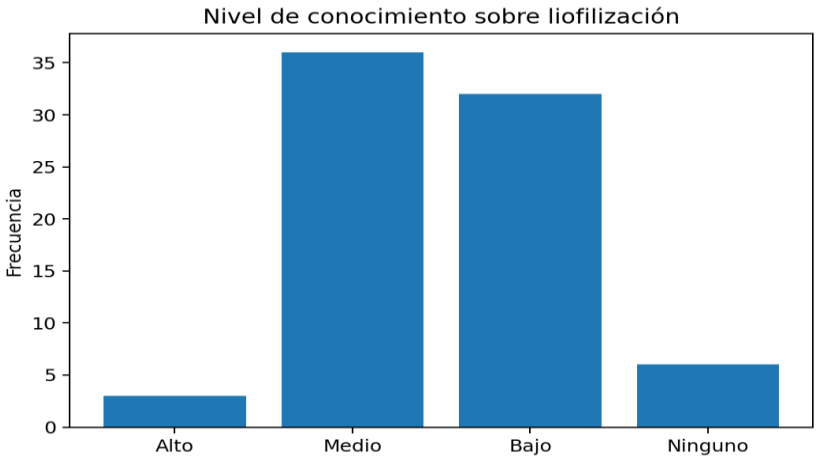
El nivel de conocimiento sobre la liofilización constituye una variable clave para comprender la disposición de las empresas frente a esta tecnología.

Tabla 5. Distribución del nivel de conocimiento.

| Categoría | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---|---|---|
| **Alto** | 3 | 3.9 |
| **Medio** | 36 | 46.8 |
| **Bajo** | 32 | 41.6 |
| **Ninguno** | 6 | 7.8 |

Nota. Elaboración propia.

Figura 2. Nivel de conocimiento sobre liofilización.




Nota. Elaboración propia.

Los resultados muestran que solo el 3,9 % de las empresas reporta un conocimiento alto, mientras que el 46,8 % presenta un conocimiento medio, el 41,6 % un conocimiento bajo y el 7,8 % ningún conocimiento. Estos datos revelan que, aunque la tecnología no es totalmente desconocida en el sector, el dominio técnico profundo sigue siendo muy limitado. Este hallazgo es importante porque el conocimiento funciona como una condición habilitadora de la adopción tecnológica: a mayor comprensión de la tecnología, mayor capacidad para valorar sus beneficios, estimar sus requerimientos y reducir la incertidumbre asociada a su implementación. En consecuencia, el bajo porcentaje de conocimiento alto refleja una brecha de información técnica que afecta directamente la posibilidad de adopción.

### 5.1.4 Capacidad tecnológica y preparación organizacional

La evaluación de la capacidad tecnológica y de la preparación organizacional permite establecer qué tan preparadas se encuentran las empresas para avanzar hacia procesos de innovación más complejos.

Tabla 6. Indicadores promedio de capacidad e innovación.

| Indicador | Promedio | Escala |
|---|---|---|
| **Nivel de actualización tecnológica de la empresa** | 2.95 | /5 |
| **Capacidad técnica para implementar nuevas tecnologías** | 2.91 | /5 |
| **Nivel de prioridad de innovación en la empresa** | 3.58 | /5 |

Nota. Elaboración propia.

En cuanto a la preparación organizacional, los indicadores promedio evidencian niveles intermedios tanto en actualización tecnológica (2,95/5) como en capacidad técnica para implementar nuevas tecnologías (2,91/5). En contraste, la prioridad que las empresas asignan a la innovación alcanza un promedio de 3,58/5. Este contraste indica que existe una disposición favorable hacia la innovación, pero no necesariamente una estructura suficiente para llevarla a cabo. El resultado sugiere que muchas empresas reconocen la importancia de innovar, aunque sus recursos humanos, técnicos y organizacionales aún no son plenamente adecuados para incorporar una tecnología de mayor complejidad como la liofilización. Desde la perspectiva de la gestión de proyectos, esta situación evidencia la necesidad de fortalecer capacidades internas antes de avanzar hacia una implementación más exigente.

### 5.1.5 Barreras para la adopción

La identificación de barreras permite reconocer los factores que limitan la adopción de la liofilización y dificultan su implementación en las empresas encuestadas.

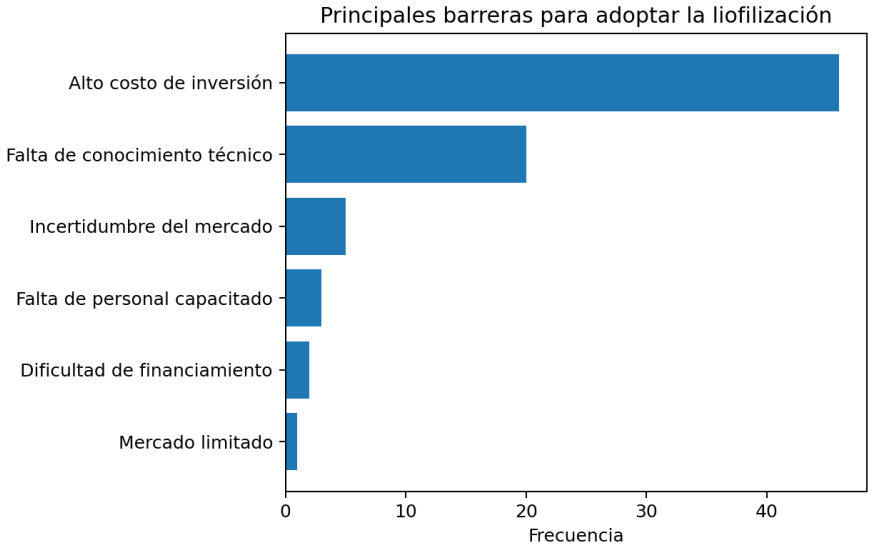
Tabla 7. Barreras principales para adoptar la liofilización.

| Categoría | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---|---|---|
| **Alto costo de inversión** | 46 | 59.7 |
| **Falta de conocimiento técnico** | 20 | 26 |
| **Incertidumbre del mercado** | 5 | 6.5 |
| **Falta de personal capacitado** | 3 | 3.9 |

| | | |
|---|---|---|
| **Mercado limitado** | 1 | 1.3 |
| **Dificultad de financiamiento** | 1 | 1.3 |

Nota. Elaboración propia.

Figura 3. Principales barreras para la adopción.




Nota. Elaboración propia.

La principal barrera identificada para adoptar la liofilización es el alto costo de inversión, con 59,7 % de las respuestas. En segundo lugar aparece la falta de conocimiento técnico, con 26 %. Otras barreras, como la incertidumbre del mercado, la falta de personal capacitado o la dificultad de financiamiento reportada de forma puntual, presentan porcentajes menores. Sin embargo, cuando se analiza el promedio de dificultad para conseguir financiamiento tecnológico, este alcanza 3,69/5, lo que confirma que la dimensión financiera constituye un obstáculo estructural. Estos resultados permiten concluir que la baja adopción de la liofilización no obedece a un rechazo frente a la tecnología, sino a restricciones económicas y de preparación técnica que limitan la viabilidad de su implementación.

### 5.1.6 Percepción de beneficios de la tecnología

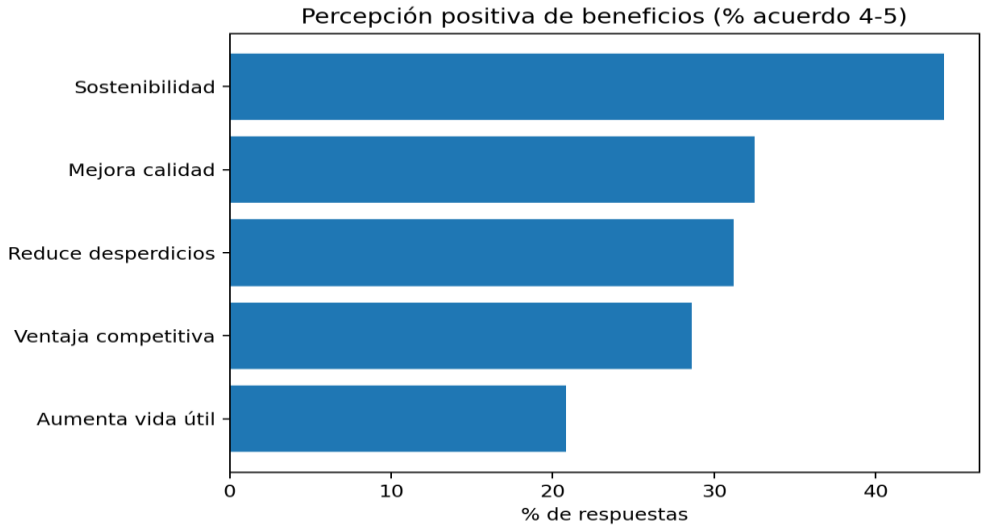
La percepción de beneficios permite evaluar si las empresas identifican valor potencial en la liofilización como herramienta de transformación productiva y competitiva.

Tabla 8. Percepción de beneficios de la liofilización.

| Indicador | Promedio | % acuerdo (4-5) | % total desacuerdo (1-2) |
|---|---|---|---|
| **Mejora calidad** | 3.37 | 32.5 | 9.1 |
| **Aumenta vida útil** | 3.2 | 20.8 | 9.1 |
| **Reduce desperdicios** | 3.28 | 31.2 | 11.7 |
| **Sostenibilidad** | 3.38 | 44.2 | 11.7 |
| **Ventaja competitiva** | 3.35 | 28.6 | 6.5 |

Nota. Elaboración propia.

Figura 4. Porcentaje de acuerdo (niveles 4 y 5) sobre beneficios percibidos.




Nota. Elaboración propia.

La percepción general de la liofilización es favorable. Las empresas encuestadas reconocen beneficios asociados con sostenibilidad, mejora de la calidad, aumento de la vida útil, reducción de desperdicios y ventaja competitiva. Entre estos aspectos, la sostenibilidad presenta el mayor nivel de acuerdo, seguida por la mejora de la calidad y la reducción de desperdicios. Este resultado indica que la tecnología no es vista como una propuesta ajena o poco pertinente, sino como una alternativa con potencial estratégico. El problema central, por tanto, no está en la valoración negativa de la liofilización, sino en las condiciones concretas requeridas para convertir esa percepción positiva en procesos reales de adopción.

### 5.1.7 Intención de adopción e inversión

La intención de inversión constituye un indicador central para valorar la disposición de las empresas a adoptar la liofilización en el corto y mediano plazo.

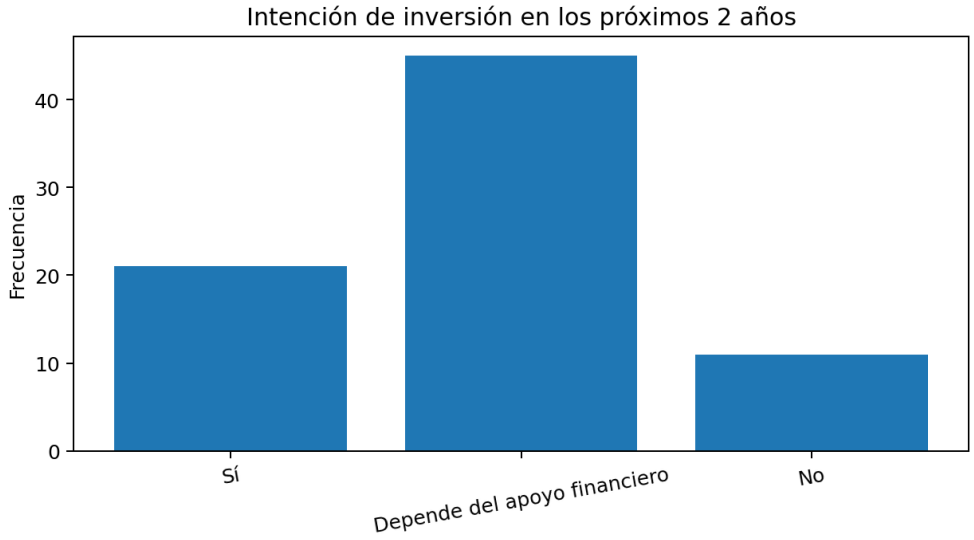
Tabla 9. Intención de inversión en los próximos 2 años.

| Categoría | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| **Sí** | 21 | 27.3 |
| **Depende del apoyo financiero** | 45 | 58.4 |
| **No** | 11 | 14.3 |

Nota. Elaboración propia.

Figura 5. Intención de inversión en los próximos 2 años.




Nota. Elaboración propia.

En relación con la intención de inversión, el 27,3 % de las empresas manifestó que sí invertiría en liofilización durante los próximos dos años, mientras que el 58,4 % indicó que lo haría si contara con apoyo financiero, y el 14,3 % señaló que no invertiría. A esto se suma que el 98,7 % reportó requerir financiamiento para adoptar la tecnología y el 88,3 % afirmó que participaría en procesos de capacitación o implementación. Estos hallazgos muestran que la mayoría de las empresas no rechaza la innovación, pero condiciona su adopción a la existencia de apoyos concretos. En este sentido, la intención de inversión revela un escenario de interés real, aunque claramente dependiente de recursos económicos, acompañamiento técnico y reducción del riesgo percibido.

### 5.1.8 Análisis relacional de variables

El análisis relacional permite profundizar en la comprensión del fenómeno, identificando asociaciones entre variables clave vinculadas a la intención de adopción tecnológica.

Tabla 10. Cruce 1. Conocimiento vs intención de inversión (frecuencias).

| Conocimiento | Depende del apoyo financiero | No | Sí | Total |
|---|---|---|---|---|
| **Alto** | 0 | 0 | 3 | 3 |
| **Medio** | 22 | 0 | 14 | 36 |
| **Bajo** | 20 | 9 | 3 | 32 |
| **Ninguno** | 3 | 2 | 1 | 6 |

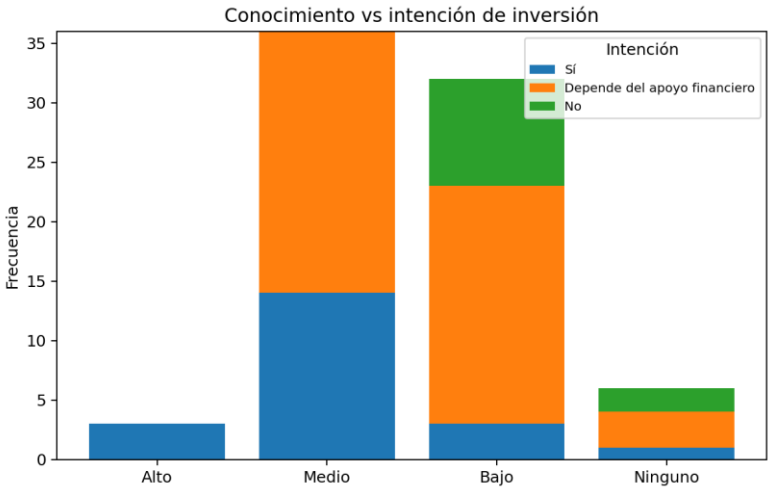
Nota. Elaboración propia.

Tabla 11. Cruce 1A. Conocimiento vs. intención de inversión (porcentaje por fila).

| Conocimiento | Depende del apoyo financiero | No | Sí |
|---|---|---|---|
| **Alto** | 0 | 0 | 100 |
| **Medio** | 61.1 | 0 | 38.9 |
| **Bajo** | 62.5 | 28.1 | 9.4 |
| **Ninguno** | 50 | 33.3 | 16.7 |

Nota. Elaboración propia.

Figura 6. Relación entre conocimiento e intención de inversión




Nota. Elaboración propia.

El cruce entre nivel de conocimiento e intención de inversión muestra una relación clara entre familiaridad con la tecnología y disposición a adoptarla. Todas las empresas con conocimiento alto manifestaron intención directa de inversión, mientras que en el grupo con conocimiento medio esta proporción fue de 38,9 %. En cambio, entre quienes reportan conocimiento bajo, la intención de inversión directa se reduce a 9,4 %. Este patrón sugiere que el conocimiento no elimina por completo las barreras, pero sí reduce la incertidumbre y mejora la disposición a avanzar hacia la adopción.

Tabla 12. Cruce 2. Tamaño de empresa vs intención de inversión (frecuencias).

| Tamaño de empresa | Depende del apoyo financiero | No | Sí | Total |
|---|---|---|---|---|
| **Micro** | 9 | 5 | 6 | 20 |
| **Pequeña** | 28 | 6 | 1 | 35 |
| **Mediana** | 8 | 0 | 14 | 22 |

Nota. Elaboración propia.

Tabla 13. Cruce 2A. Tamaño de empresa vs intención de inversión (porcentaje por fila).

| Tamaño de empresa | Depende del apoyo financiero | No | Sí |
|---|---|---|---|
| **Micro** | 45 | 25 | 30 |
| **Pequeña** | 80 | 17.1 | 2.9 |
| **Mediana** | 36.4 | 0 | 63.6 |

Nota. Elaboración propia.

El tamaño de la empresa también introduce diferencias relevantes en la disposición de inversión. Las empresas medianas presentan la mayor proporción de intención directa de invertir en liofilización (63,6 %), mientras que en las pequeñas predomina de forma amplia la respuesta “depende del apoyo financiero” (80 %). En las microempresas se observa una distribución más equilibrada, aunque con una presencia importante de incertidumbre y negativa a invertir. Estos resultados sugieren que la capacidad de asumir riesgos, movilizar recursos y proyectar procesos de modernización tecnológica varía según el nivel de desarrollo empresarial, lo que refuerza la necesidad de proponer estrategias diferenciadas para la adopción de la tecnología.

Tabla 14. Cruce 3. Personal técnico disponible vs intención de inversión (frecuencias).

| Personal técnico disponible | Depende del apoyo financiero | No | Sí | Total |
|---|---|---|---|---|
| **Sí** | 22 | 0 | 14 | 36 |
| **No** | 23 | 11 | 7 | 41 |

Nota. Elaboración propia.

Tabla 15. Cruce 3A. Personal técnico disponible vs intención de inversión (porcentaje por fila).

| Personal técnico disponible | Depende del apoyo financiero | No | Sí |
|---|---|---|---|
| **Sí** | 61.1 | 0 | 38.9 |
| **No** | 56.1 | 26.8 | 17.1 |

Nota. Elaboración propia.

La disponibilidad de personal técnico constituye un habilitador relevante para la adopción de la liofilización. Entre las empresas que sí cuentan con este recurso, el 38,9 % invertiría directamente, mientras que entre aquellas que no cuentan con personal técnico esta cifra se reduce al 17,1 %. Esto sugiere que la existencia de capacidades técnicas mínimas dentro de la organización reduce la incertidumbre y mejora la disposición para avanzar hacia procesos de implementación tecnológica.

Tabla 16. Cruce 4. Conocimiento de proveedores vs intención de inversión (frecuencias).

| Conoce proveedores | Depende del apoyo financiero | No | Sí | Total |
|---|---|---|---|---|
| **Sí** | 11 | 0 | 15 | 26 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **No** | 34 | 11 | 6 | 51 |

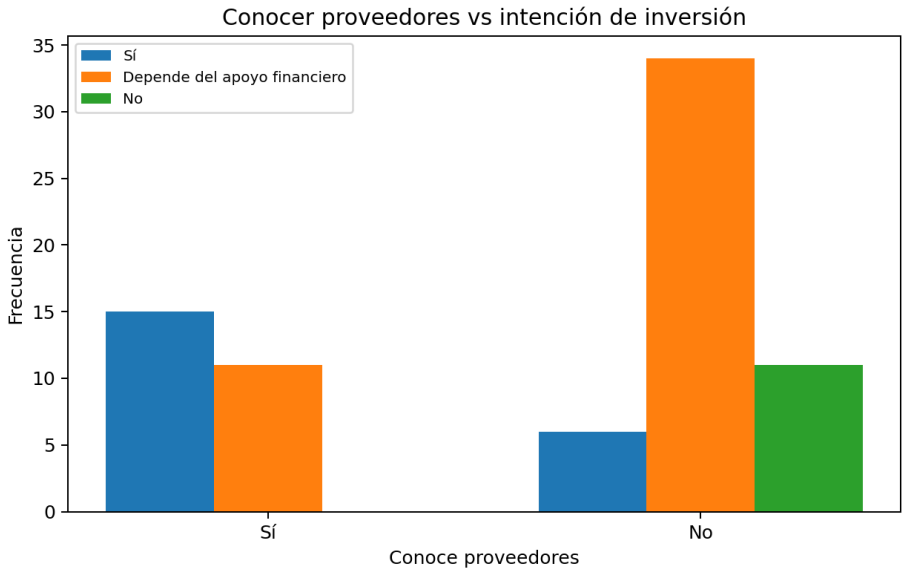
Nota. Elaboración propia.

Tabla 17. Cruce 4A. Conocimiento de proveedores vs intención de inversión (porcentaje por fila).

| Conoce proveedores | Depende del apoyo financiero | No | Sí |
|---|---|---|---|
| **Sí** | 42.3 | 0 | 57.7 |
| **No** | 66.7 | 21.6 | 11.8 |

Nota. Elaboración propia.

Figura 7. Conocer proveedores vs intención de inversión.




Nota. Elaboración propia.

El conocimiento de proveedores aparece como una de las variables más determinantes para la intención de adopción. Entre las empresas que conocen proveedores de liofilización, el 57,7 % invertiría directamente, mientras que entre quienes no los conocen esa proporción cae al 11,8 %. Este hallazgo muestra que la articulación con actores del ecosistema tecnológico no es un factor secundario, sino una condición práctica que facilita la evaluación de alternativas, disminuye la incertidumbre y hace más viable la toma de decisiones.

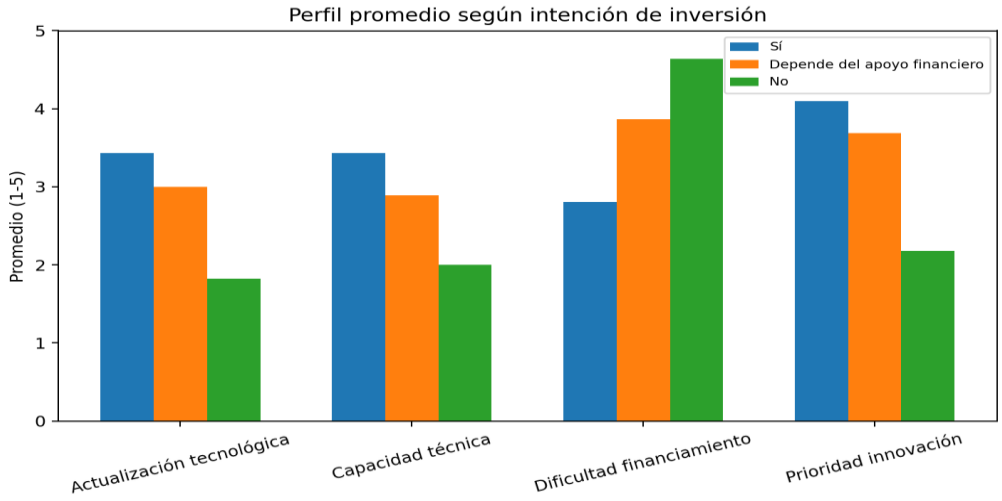
En conjunto, estos resultados evidencian que la adopción de la liofilización no depende de una sola condición, sino de la combinación de factores económicos, técnicos, organizacionales y relacionales.

Tabla 18. Perfil promedio según intención de inversión.

| Intención de inversión | Actualización tecnológica | Capacidad técnica | Dificultad financiamiento | Prioridad innovación Conocimiento (0-3) | Impacto esperado de apoyos públicos | Beneficios percibidos (1-5) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Depende del apoyo financiero** | 3 | 2.89 | 3.87 | 3.69 | 4.8 | 1.42 | 3.54 |
| **No** | 1.82 | 2 | 4.64 | 2.18 | 3.82 | 0.82 | 2.95 |
| **Sí** | 3.43 | 3.43 | 2.81 | 4.1 | 4.14 | 1.9 | 3.41 |

Nota. Elaboración propia.

Figura 8. Perfil promedio de los grupos según intención de inversión.




Nota. Elaboración propia.

Tabla 19. Evidencia estadística complementaria para los análisis cruzados.

| Relación evaluada | Chi-cuadrado | gl | p-valor | V de Cramér | Interpretación |
|---|---|---|---|---|---|
| **Conocimiento vs intención** | 24.95 | 6 | 0 | 0.4 | Asociación moderada y significativa |
| **Tamaño de empresa vs intención** | 28.56 | 4 | 0 | 0.43 | Asociación moderada y significativa |
| **Personal técnico vs intención** | 13.09 | 2 | 0 | 0.41 | Asociación moderada y significativa |
| **Conocer proveedores vs intención** | 20.68 | 2 | 0 | 0.52 | Asociación fuerte y significativa |

Nota. Elaboración propia.

Tabla 20. Indicadores críticos para la toma de decisiones.

| Indicador | Valor | Unidad/Fuente |
|---|---|---|
| **Respuestas del resumen visual** | 82 | Resumen PDF |
| **Registros en archivo tabular exportado** | 77 | Archivo XLSX |
| **Participación sector frutícola** | 46.8 | % |
| **Participación sector lácteo** | 42.9 | % |
| **Conocimiento alto** | 3.9 | % |
| **Conocimiento medio o bajo** | 88.3 | % |
| **Actualización tecnológica promedio** | 2.95 | /5 |
| **Capacidad técnica promedio** | 2.91 | /5 |
| **Dificultad de financiamiento** | 3.69 | /5 |
| **Perciben apertura de nuevos mercados** | 84.4 | % |
| **Requerirían financiamiento** | 98.7 | % |
| **Participarían en capacitación** | 88.3 | % |
| **Invertirían directamente** | 27.3 | % |
| **Invertirían si reciben apoyo financiero** | 58.4 | % |

Nota. Elaboración propia.

Los indicadores complementarios y la evidencia estadística refuerzan la interpretación de los cruces anteriores. Se identifican asociaciones moderadas y significativas entre conocimiento, tamaño de empresa, disponibilidad de personal técnico y conocimiento de

proveedores con la intención de inversión. Estos resultados permiten sostener que la disposición hacia la adopción tecnológica no depende únicamente del interés por innovar, sino de la convergencia entre capacidades internas, acceso a información especializada y posibilidad de financiación.

### 5.1.9 Síntesis de los resultados de la encuesta

En síntesis, los resultados de la encuesta muestran que la liofilización es percibida como una tecnología valiosa, pero su adopción se encuentra condicionada por barreras de costo, conocimiento, capacidades internas y articulación con proveedores y fuentes de apoyo. También se evidencia que existe una disposición favorable hacia la innovación, aunque esta no siempre se traduce en capacidad real de implementación. Estos hallazgos permiten afirmar que la tecnología posee potencial para el sector, pero su incorporación requiere una estrategia estructurada de gestión que reduzca incertidumbres y aumente la viabilidad de adopción.

### 5.1.10 Resultados de la revisión documental

La revisión documental permitió consolidar un corpus de conocimiento compuesto por antecedentes internacionales y nacionales relacionados con la liofilización, la adopción tecnológica, la innovación y la gestión en PYMES agroalimentarias. Con el fin de sistematizar esta información y facilitar su análisis, se construyó una matriz documental en la que se resumieron los objetivos, hallazgos principales y aportes de los trabajos seleccionados.

Tabla 21. Matriz de revisión documental sobre liofilización, adopción tecnológica e innovación en PYMES agroalimentarias

| Autor(es) y año | Objetivo del trabajo | Hallazgos principales | Aporte a la investigación |
|---|---|---|---|
| **Sagara (2010)** | Analizar los avances de la liofilización y su aplicación en operaciones industriales de alimentos. | La liofilización conserva calidad sensorial y nutricional, pero presenta limitaciones en costos, consumo energético y tiempo de proceso. | Permite comprender que la liofilización tiene alto potencial técnico, pero su adopción exige planeación, recursos y evaluación de viabilidad. |
| **Santillán, Rojas y Ramírez (2020)** | Evaluar propiedades fisicoquímicas en yogur liofilizado. | La liofilización favorece la conservación de propiedades relevantes del producto y amplía su vida útil. | Aporta evidencia aplicada al sector lácteo, mostrando que la tecnología puede generar valor agregado en productos sensibles. |
| **González yQuintero (2021)** | Analizar la gestión de la innovación en empresas agroalimentarias emergentes. | La innovación depende de capacidades internas, aprendizaje organizacional y articulación con el entorno. | Sustenta que la adopción de la liofilización debe entenderse como un proceso de innovación |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | gestionado, no solo técnico. |
| **Banga y Patel (2022)** | Examinar la liofilización como alternativa para productos agroalimentarios de alto valor en pequeñas y medianas empresas. | La tecnología ofrece ventajas en calidad, estabilidad y diferenciación, pero su implementación depende de inversión y conocimiento técnico. | Refuerza la pertinencia de estudiar la liofilización en PYMES y su potencial para generar valor agregado. |
| **Ruiz y Herrera (2022)** | Analizar tecnologías limpias aplicables a frutas andinas. | Las tecnologías de transformación pueden reducir pérdidas, ampliar vida útil y mejorar el aprovechamiento de materias primas. | Aporta al componente frutícola del estudio y conecta innovación con sostenibilidad agroindustrial. |
| **OECD (2023)** | Examinar condiciones, barreras y oportunidades para la innovación en PYMES. | Las PYMES enfrentan barreras de financiamiento, conocimiento, redes y articulación institucional para innovar. | Ayuda a interpretar la adopción tecnológica como un proceso condicionado por factores estructurales, no solo por interés empresarial. |
| **Torres, Cacabelos** | Identificar retos tecnológicos en | Persisten dificultades de acceso a tecnologías | Refuerza la pertinencia regional |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **y Melo (2023)** | PYMES agroindustriales de Boyacá. | modernas, financiamiento y capacidades de modernización productiva. | del estudio y evidencia que las barreras observadas tienen expresión concreta en la región andina. |
| **Nwankwo et al. (2023)** | Revisar desarrollos recientes en la hibridación de la liofilización en deshidratación de alimentos. | La tecnología evoluciona hacia procesos más eficientes, buscando mejorar calidad química y sensorial y reducir limitaciones operativas. | Actualiza la discusión técnica y muestra que la liofilización sigue siendo un campo de innovación vigente. |
| **Perilla, Monsalve y Tavera (2024)** | Analizar la relación entre innovación y desarrollo competitivo en PYMES colombianas. | Las restricciones de acceso a tecnología, recursos y gestión limitan el desempeño innovador de las PYMES. | Aporta evidencia nacional sobre barreras estructurales de innovación, coherentes con los hallazgos de la encuesta. |
| **Moreno, Martínez y Restrepo (2025)** | Examinar principios, innovaciones y tendencias emergentes de freeze-drying en alimentos. | La liofilización mantiene vigencia como tecnología para alimentos saludables y de alto valor agregado, aunque sigue exigiendo | Actualiza el marco técnico del estudio y refuerza la relevancia de la tecnología para mercados de |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | capacidad técnica y evaluación de costos. | alimentos diferenciados. |
| **Uwineza y Zhang (2026)** | Revisar la aplicación de la liofilización en la industria alimentaria. | La liofilización conserva nutrientes y atributos del producto, pero su adopción se limita por costos, energía y complejidad operativa. | Cierra la revisión con una fuente reciente y directamente alineada con el problema de investigación. |

Nota. Elaboración propia.

En el plano internacional, los antecedentes revisados muestran que la liofilización se ha consolidado como una tecnología con alto potencial para la conservación de alimentos, la generación de valor agregado y el acceso a nichos de mercado especializados. No obstante, también se evidencia que su aplicación industrial se encuentra condicionada por costos elevados, requerimientos técnicos complejos y necesidades de planificación y evaluación rigurosa.

En el contexto de innovación y adopción tecnológica, los documentos revisados coinciden en señalar que las PYMES enfrentan barreras persistentes asociadas al financiamiento, el conocimiento técnico, la articulación con ecosistemas de innovación y la capacidad de gestión. La literatura también muestra que los procesos de adopción tecnológica tienen mayores probabilidades de éxito cuando se apoyan en transferencia de conocimiento, acompañamiento institucional, pilotos de validación y redes de colaboración. Este hallazgo resulta especialmente significativo para la presente investigación, ya que coincide con lo reportado por las empresas encuestadas.

A nivel nacional, la revisión evidencia que el contexto colombiano aún presenta una limitada apropiación de tecnologías avanzadas en PYMES agroalimentarias, a pesar de la

existencia de programas e instrumentos institucionales orientados a la modernización productiva. Asimismo, los antecedentes muestran que en regiones andinas persisten debilidades en la adopción tecnológica, relacionadas con capacidades internas, acceso a financiación y gestión organizacional. En conjunto, la revisión documental permite concluir que el problema de investigación no es aislado, sino que se inserta en una tendencia estructural donde el potencial de la innovación convive con limitaciones reales de implementación.

Como se observa en la matriz, los antecedentes coinciden en señalar que la liofilización tiene un alto potencial para generar valor agregado y mejorar la competitividad en el sector agroalimentario, pero su adopción en pequeñas y medianas empresas está condicionada por factores técnicos, financieros, organizacionales e institucionales. En ese sentido, la revisión documental respalda los hallazgos obtenidos en la encuesta y confirma la necesidad de plantear estrategias de gestión de proyectos que faciliten una implementación gradual, viable y contextualizada de esta tecnología en PYMES lácteas y frutícolas de la región andina colombiana.

### 5.1.11 Análisis integrador de resultados por objetivos

En relación con el **primer objetivo específico**, orientado a identificar las principales barreras y necesidades en la adopción de tecnologías de liofilización, los resultados muestran que las limitaciones del sector se concentran en tres dimensiones principales: financiera, técnica y organizacional. El alto costo de inversión y la dependencia del financiamiento externo constituyen la barrera más fuerte, pero también resultan determinantes la baja profundidad del conocimiento técnico, la limitada disponibilidad de personal capacitado y la débil conexión con proveedores especializados. Esto permite afirmar que las necesidades del

sector no se reducen al acceso a maquinaria, sino que incluyen acompañamiento técnico, formación, articulación institucional y planificación de procesos de innovación.

En cuanto al **segundo objetivo específico**, relacionado con el análisis de estrategias, metodologías y experiencias aplicadas en otros contextos, la revisión documental permitió establecer que la adopción tecnológica en PYMES es más viable cuando se desarrolla en entornos con transferencia de conocimiento, apoyo institucional, validación piloto y mecanismos de financiación. Los resultados de la encuesta confirman esa misma tendencia: muchas empresas estarían dispuestas a avanzar si contaran con apoyo financiero, capacitación y orientación técnica. De este modo, la evidencia empírica y documental converge en la idea de que la adopción de la liofilización requiere un proceso planificado y acompañado, y no una decisión espontánea o aislada.

Respecto al **tercer objetivo específico**, enfocado en el diseño de una propuesta de estrategias de gestión de proyectos para la implementación de tecnologías de liofilización, los resultados ofrecen una base clara para plantear una ruta gradual de adopción. Dado que la mayoría de empresas no invertiría de manera inmediata, pero sí participaría en capacitación y sí consideraría avanzar con apoyo financiero, resulta razonable formular una propuesta escalonada que articule diagnóstico, fortalecimiento de capacidades, estructuración financiera, implementación piloto y seguimiento. En consecuencia, los resultados no solo describen una problemática, sino que orientan directamente la construcción de una propuesta aplicable al sector.

## 5.2 Propuesta al sector

Con base en los resultados obtenidos en la encuesta y en la revisión documental, se formula una propuesta de estrategias de gestión de proyectos orientadas a facilitar la

adopción de tecnologías de liofilización en PYMES lácteas y frutícolas de la región andina colombiana. La propuesta parte del supuesto de que la adopción tecnológica no debe abordarse como una acción aislada, sino como un proceso gradual y estructurado que requiere diagnóstico, planificación, articulación de actores, fortalecimiento de capacidades y gestión de recursos. En este sentido, la propuesta busca responder a las barreras identificadas y convertirlas en líneas de acción realizables para el sector.

Esta orientación coincide con antecedentes que destacan la importancia del acompañamiento, la articulación institucional, la validación piloto y la financiación como condiciones para la adopción tecnológica en PYMES agroalimentarias (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023; Banga & Patel, 2022; Torres et al., 2023).

### 5.2.1 Estrategia 1. Sensibilización y diagnóstico empresarial

La primera estrategia consiste en desarrollar procesos de sensibilización y diagnóstico orientados a que las empresas identifiquen su nivel de preparación para adoptar la liofilización. Esta estrategia responde al hallazgo de que solo el 3,9 % de las empresas reportó un conocimiento alto sobre la tecnología, mientras que el 46,8 % presentó un conocimiento medio, el 41,6 % un conocimiento bajo y el 7,8 % ningún conocimiento. Estos resultados evidencian una brecha importante de información técnica, que limita la comprensión de los beneficios, requerimientos y condiciones de implementación de la liofilización.

El diagnóstico debe incluir revisión de capacidades internas, infraestructura disponible,experiencia en innovación, interés de mercado, nivel de actualización tecnológica y disponibilidad de recursos. Desde la lógica de gestión de proyectos, esta etapa corresponde a la identificación inicial del problema, el análisis del contexto y la definición de condiciones

de viabilidad. La literatura muestra que los procesos de adopción tecnológica en PYMES tienen mayores posibilidades de éxito cuando parten de diagnósticos previos que permitan reconocer brechas organizacionales y niveles de madurez empresarial (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023; Cruz, 2021).

Esta estrategia puede desarrollarse mediante jornadas de sensibilización, diagnósticos empresariales breves y herramientas de autoevaluación tecnológica, con participación de universidades, entidades de formación, cámaras de comercio y actores del ecosistema de innovación.

**Recursos necesarios:**

**Recursos humanos:** facilitadores, docentes, extensionistas o consultores con conocimientos en innovación agroindustrial y gestión de proyectos.

**Recursos tecnológicos:** formularios digitales de diagnóstico, presentaciones, material pedagógico y plataformas virtuales para socialización.

**Recursos económicos:** costos de logística, desplazamiento, impresión de materiales y horas de acompañamiento técnico.

**Recursos institucionales:** apoyo de universidades, cámaras de comercio, SENA, centros de innovación y entidades territoriales.

**Resultado esperado:** Identificar el nivel de madurez de las empresas y las brechas iniciales para la adopción de la liofilización, generando una base objetiva para priorizar acciones posteriores.

### 5.2.2 Estrategia 2. Fortalecimiento de capacidades técnicas y gerenciales

La segunda estrategia se orienta al fortalecimiento de capacidades mediante programas de formación técnica y gerencial dirigidos a empresarios, responsables de

producción y personal clave. Esta recomendación se sustenta en que la falta de conocimiento técnico fue identificada como la segunda barrera más importante para la adopción de la liofilización, con un 26 %, y en que los indicadores promedio de actualización tecnológica (2,95/5) y capacidad técnica para implementar nuevas tecnologías (2,91/5) evidencian niveles intermedios de preparación organizacional.

La capacitación debe abordar no solo aspectos operativos de la liofilización, sino también fundamentos de evaluación de costos, riesgos, calidad, trazabilidad y gestión de proyectos. Su propósito es aumentar la capacidad de las empresas para comprender la tecnología, reducir incertidumbre y mejorar la toma de decisiones frente a su posible implementación. Este enfoque coincide con estudios que muestran que la innovación en PYMES requiere procesos de aprendizaje organizacional y fortalecimiento de capacidades internas para sostener cambios tecnológicos en el tiempo (González & Quintero, 2021; Perilla et al., 2024).

Su implementación puede realizarse a través de programas de capacitación, talleres prácticos, acompañamiento técnico y formación en gestión de proyectos, con apoyo de instituciones de educación superior, centros de investigación y entidades de fomento empresarial.

**Recursos necesarios:**

**Recursos humanos:** formadores en liofilización, expertos en calidad e inocuidad, asesores en costos y formulación de proyectos.

**Recursos tecnológicos**: aulas virtuales, simuladores básicos, videos, guías técnicas y materiales de apoyo.

**Recursos físicos y de equipo:** espacios de formación, laboratorios o plantas piloto para prácticas demostrativas.

**Recursos económicos:** honorarios de formadores, materiales, transporte, refrigerios y apoyo logístico.

**Resultado esperado:**

Fortalecer la capacidad de las empresas para comprender la tecnología, evaluar su pertinencia y gestionar de manera más informada su posible implementación.

### 5.2.3 Estrategia 3. Articulación con proveedores y actores institucionales

La tercera estrategia propone fortalecer la articulación entre PYMES, proveedores de tecnología, entidades de apoyo empresarial, centros de investigación, programas de innovación y organismos de formación. Esta estrategia se fundamenta en el hallazgo de que el conocimiento de proveedores es una de las variables más asociadas a la intención de inversión. Asimismo, los resultados muestran que muchas empresas perciben valor en la tecnología, pero no cuentan con suficiente información sobre alternativas técnicas, acompañamiento o redes de apoyo.

En este sentido, la creación de redes de colaboración puede reducir la incertidumbre, ampliar las alternativas de implementación y facilitar el acceso a información técnica y comercial. Desde la gestión de proyectos, esta línea se relaciona con la gestión de stakeholders, entendida como la identificación y articulación de actores clave para el logro de objetivos del proyecto. La literatura especializada señala que las PYMES enfrentan mayores dificultades de innovación cuando trabajan de forma aislada y que la articulación con ecosistemas institucionales puede facilitar procesos de adopción tecnológica y transferencia de conocimiento (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023; Torres et al., 2023).

Esta estrategia puede materializarse mediante ruedas de articulación, directorios de proveedores, espacios de relacionamiento y alianzas con entidades de apoyo a la innovación.

**Recursos necesarios:**

**Recursos humanos:** gestores de alianzas, articuladores institucionales y coordinadores sectoriales.

**Recursos tecnológicos:** bases de datos de proveedores, directorios sectoriales, plataformas de networking y canales de comunicación.

**Recursos económicos:** organización de encuentros, convocatorias, ruedas de negocio y actividades de intermediación.

**Recursos institucionales:** participación de cámaras de comercio, universidades, centros de investigación, entidades de fomento y programas de innovación.

**Resultado esperado:** Ampliar el acceso de las PYMES a información técnica, opciones tecnológicas y redes de acompañamiento que reduzcan la incertidumbre frente a la adopción de la liofilización.

### 5.2.4 Estrategia 4. Estructuración financiera y acceso a mecanismos de apoyo

La cuarta estrategia está dirigida a la estructuración financiera de la adopción tecnológica. Dado que la barrera principal identificada es el alto costo de inversión, señalado por el 59,7 % de las empresas, y que el 98,7 % manifestó requerir financiamiento para adoptar la tecnología, se propone promover mecanismos de cofinanciación, acceso a convocatorias, programas públicos de apoyo, esquemas de innovación empresarial y análisis gradual de inversiones.

Esta estrategia reconoce que la adopción de la liofilización no será viable en muchas empresas si se plantea únicamente como compra inmediata de equipos. Por ello, la gestión

financiera del proyecto debe incluir escenarios de inversión progresiva, búsqueda de aliados, evaluación de retorno esperado y priorización de fases de implementación. Esta perspectiva coincide con la literatura que señala que las principales restricciones para innovar en PYMES agroalimentarias se relacionan con dificultades de financiamiento, acceso a recursos y debilidades en la estructuración de proyectos de inversión (Banga & Patel, 2022; Perilla et al., 2024; Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023).

Para su desarrollo se requiere identificar convocatorias, líneas de cofinanciación, programas de modernización productiva y alternativas de inversión progresiva, así como orientar a las empresas en la formulación básica de proyectos de innovación.

**Recursos necesarios:**

**Recursos humanos:** asesores financieros, formuladores de proyectos, gestores de convocatorias y acompañantes técnicos.

**Recursos tecnológicos:** plantillas de costos, simuladores financieros, matrices de inversión y herramientas de formulación.

**Recursos económicos:** horas de asesoría, formulación de proyectos, estudios de factibilidad y acompañamiento en postulaciones.

**Recursos institucionales:** acceso a convocatorias, programas de cofinanciación, fondos de innovación y líneas de crédito.

**Resultado esperado:** Mejorar la viabilidad financiera de la adopción tecnológica y reducir la barrera económica que hoy limita la decisión de inversión en la mayoría de las empresas encuestadas.

### 5.2.5 Estrategia 5. Implementación piloto, seguimiento y escalamiento

La quinta estrategia propone que la adopción tecnológica se desarrolle mediante pilotos controlados, seguidos de procesos de evaluación, aprendizaje y escalamiento gradual. Esta recomendación se sustenta en que la mayoría de las empresas no rechaza la tecnología, pero sí percibe riesgo en asumir una implementación plena sin apoyos ni experiencia previa. Además, el 58,4 % de las empresas afirmó que invertiría en la tecnología si contara con apoyo financiero, lo que sugiere que existe una disposición condicionada que puede gestionarse mejor mediante procesos piloto y etapas progresivas de validación.

Los pilotos permitirían validar condiciones de operación, estimar costos, medir resultados y ajustar procesos antes de una adopción más amplia. Desde la perspectiva de la gestión de proyectos, esta lógica gradual mejora el control del riesgo, fortalece la planificación y aumenta la probabilidad de sostenibilidad de la innovación. La literatura sobre adopción tecnológica y transformación agroindustrial sugiere que los procesos piloto son especialmente útiles en contextos empresariales con incertidumbre técnica o financiera, ya que permiten generar evidencia práctica antes de realizar inversiones de mayor escala (Banga & Patel, 2022; Moreno et al., 2025).

Esta estrategia puede llevarse a cabo mediante pruebas controladas, evaluación de resultados técnicos y económicos, seguimiento a indicadores clave y ajustes progresivos antes de una adopción a mayor escala.

**Recursos necesarios:**

**Recursos humanos:** personal técnico, operadores, asesores de calidad, gestores de proyecto y evaluadores.

**Recursos tecnológicos y de equipo:** acceso a equipos de liofilización o plantas piloto, instrumentos de medición, sistemas de registro y control.

**Recursos económicos:** insumos para prueba, alquiler o uso de equipos, transporte, análisis de costos y seguimiento.

**Recursos metodológicos:** indicadores de desempeño, formatos de seguimiento, cronograma de validación y criterios de escalamiento.

**Resultado esperado:**

Validar la factibilidad de la tecnología en contextos reales, reducir el riesgo percibido por las empresas y generar aprendizajes que faciliten procesos de escalamiento sostenibles.

En conjunto, la propuesta formulada permite traducir los hallazgos del estudio en una ruta de acción gradual, viable y contextualizada para el sector. Las estrategias planteadas no se limitan a recomendar la adopción de la liofilización, sino que organizan condiciones previas, actores, capacidades y recursos necesarios para hacerla posible en contextos empresariales con restricciones reales. De este modo, la propuesta articula diagnóstico, fortalecimiento interno, apoyo institucional, estructuración financiera e implementación piloto como componentes complementarios de una estrategia de gestión de proyectos orientada al mejoramiento de la competitividad y sostenibilidad de las PYMES lácteas y frutícolas de la región andina colombiana.

# 6. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la encuesta confirman que la adopción de tecnologías de liofilización en PYMES agroalimentarias no depende únicamente del potencial técnico de la tecnología, sino de la existencia de condiciones organizacionales, técnicas, financieras e institucionales que hagan viable su implementación. En la presente investigación, esta situación se evidencia en que el 59,7 % de las empresas identificó el alto costo de inversión como principal barrera, el 26 % señaló la falta de conocimiento técnico, y el 98,7 % manifestó que requeriría financiamiento para adoptar la tecnología. Estos hallazgos coinciden con la categoría temática de barreras estructurales de adopción identificada en la revisión documental, en la cual se agrupan factores como costos elevados, restricciones de financiamiento y debilidades de gestión. A su vez, estos resultados son consistentes con lo expuesto por Banga y Patel (2022), OECD (2023) y Uwineza y Zhang (2026), quienes sostienen que la liofilización ofrece ventajas significativas en términos de conservación, calidad y valor agregado, pero su adopción continúa limitada por requerimientos económicos y capacidades especializadas.

De manera complementaria, los resultados muestran que la tecnología no es percibida de manera negativa por las empresas, sino que existe una valoración favorable de sus beneficios. En efecto, la percepción sobre sostenibilidad, mejora de la calidad y reducción de desperdicios fue positiva, y el 58,4 % de las empresas afirmó que invertiría en la tecnología si contara con apoyo financiero. Este hallazgo dialoga con la categoría documental de beneficios esperados de la innovación, en la que se destacan ventajas como la conservación de propiedades nutricionales, la ampliación de vida útil y la posibilidad de generar productos

diferenciados. En este punto, los resultados del estudio respaldan los planteamientos de Santillán et al. (2020), Moreno et al. (2025) y Banga y Patel (2022), quienes señalan que la liofilización puede constituirse en una alternativa de alto valor agregado para alimentos sensibles, especialmente cuando se articula con estrategias de mercado y procesos de transformación agroindustrial. Desde esta perspectiva, la evidencia sugiere que el problema central no es la falta de reconocimiento del potencial de la tecnología, sino la ausencia de condiciones suficientes para convertir ese interés en una adopción efectiva.

Los hallazgos también permiten profundizar en la relación entre capacidades internas y posibilidad de implementación. Solo el 3,9 % de las empresas reportó un conocimiento alto sobre la liofilización, mientras que la mayoría se ubicó en niveles medios o bajos, lo que revela una brecha importante de información técnica. A esto se suma que los indicadores promedio de actualización tecnológica y capacidad técnica para implementar nuevas tecnologías se ubicaron en niveles intermedios, lo que sugiere una preparación organizacional todavía limitada para asumir procesos de innovación más complejos. Esta situación coincide con la categoría de capacidades organizacionales para la adopción, identificada en la revisión documental, y con lo planteado por González y Quintero (2021), Torres et al. (2023) y Perilla et al. (2024), quienes destacan que la innovación en PYMES no depende únicamente de la disponibilidad de equipos, sino también del aprendizaje organizacional, la preparación interna y la capacidad de sostener procesos de cambio. En este sentido, los resultados del estudio no contradicen la literatura, sino que la confirman en un contexto aplicado, mostrando que las limitaciones técnicas y gerenciales siguen siendo una condición crítica para la adopción tecnológica en el sector.

Otro aspecto relevante es que la intención de inversión no parece explicarse únicamente por el factor financiero, sino también por variables asociadas a la articulación y al acceso a información especializada. El análisis relacional mostró que el conocimiento de

proveedores y la disponibilidad de personal técnico guardan relación con la intención de inversión, lo que sugiere que la adopción tecnológica se vuelve más factible cuando las empresas cuentan con redes de apoyo, referentes técnicos y actores con los cuales interactuar. Este hallazgo se relaciona con la categoría documental de articulación institucional y redes de apoyo, según la cual la innovación en PYMES se fortalece cuando existen vínculos con proveedores, entidades de apoyo, centros de investigación y programas de fortalecimiento empresarial. En ese sentido, los resultados obtenidos respaldan lo señalado por OECD (2023) y Torres et al. (2023), quienes indican que la articulación con el ecosistema de innovación reduce incertidumbre, facilita la transferencia de conocimiento y mejora las condiciones para implementar tecnologías más complejas. Así, la presente investigación aporta una lectura más aplicada del problema, al mostrar que la liofilización no debe entenderse únicamente como una decisión de compra o de inversión, sino como un proceso de adopción que exige gestión de actores, fortalecimiento interno y construcción progresiva de viabilidad.

A partir de lo anterior, puede sostenerse que la principal contribución del estudio no radica únicamente en describir barreras, sino en traducir los hallazgos en una ruta de acción contextualizada para el sector. Las cifras de la encuesta y las categorías temáticas derivadas de la revisión documental muestran que la adopción de la liofilización en PYMES lácteas y frutícolas de la región andina colombiana requiere combinar formación, articulación institucional, estructuración financiera e implementación gradual. Desde esta perspectiva, la gestión de proyectos ofrece un marco pertinente para transformar una tecnología de alto potencial en una propuesta de adopción más realista para empresas con restricciones de recursos, capacidades y redes de apoyo. De este modo, la investigación no solo confirma tendencias descritas en la literatura, sino que aporta una lectura aplicada al contexto colombiano y orientada a la formulación de estrategias viables para el sector.

# 7. CONCLUSIONES

La presente investigación permitió analizar las condiciones para la adopción de tecnologías de liofilización en PYMES lácteas y frutícolas de la región andina colombiana desde la perspectiva de la gestión de proyectos. En términos generales, los resultados muestran que la liofilización es percibida como una alternativa con alto potencial para mejorar la competitividad, ampliar mercados, reducir desperdicios y fortalecer la sostenibilidad empresarial. Sin embargo, su implementación no depende únicamente del reconocimiento de sus beneficios, sino de un conjunto de condiciones organizacionales, técnicas, financieras e institucionales que actualmente limitan su incorporación efectiva.

En relación con el primer objetivo específico, orientado a identificar las principales barreras y necesidades en la adopción de tecnologías de liofilización, se concluye que los principales obstáculos del sector son de carácter financiero, técnico y organizacional. El alto costo de inversión fue reportado como la barrera principal por el 59,7 % de los encuestados, y el 98,7 % manifestó requerir financiamiento para adoptar la tecnología. A esto se suma que solo el 3,9 % reportó un nivel alto de conocimiento sobre la liofilización, mientras que la mayoría se ubicó entre niveles medio y bajo. Estos resultados permiten concluir que la dificultad no radica en una falta total de interés por innovar, sino en una insuficiente preparación para asumir una tecnología de mayor complejidad sin apoyos externos.

En cuanto al segundo objetivo específico, relacionado con el análisis de estrategias, metodologías y experiencias aplicadas en otros contextos, se concluye que la revisión documental y los resultados de la encuesta convergen en un mismo punto: la adopción tecnológica en PYMES agroalimentarias es más viable cuando existe transferencia de

conocimiento, articulación institucional, acceso a proveedores, validación piloto y mecanismos de financiación. Los antecedentes revisados muestran que la liofilización ofrece oportunidades de valor agregado y acceso a mercados diferenciados, pero también que su incorporación requiere procesos planificados y acompañados. Esta conclusión resulta especialmente importante para el contexto colombiano, donde la tecnología es percibida como valiosa, pero todavía distante de la realidad operativa de muchas empresas.

Respecto al tercer objetivo específico, orientado al diseño de una propuesta de estrategias de gestión de proyectos para la implementación de tecnologías de liofilización, se concluye que la adopción no debe concebirse como una compra puntual de equipos, sino como un proceso gradual y estructurado. La evidencia obtenida permite justificar una propuesta basada en diagnóstico empresarial, fortalecimiento de capacidades técnicas y gerenciales, articulación con proveedores y actores institucionales, estructuración financiera e implementación piloto con seguimiento y escalamiento. Esta conclusión fortalece el aporte aplicado de la investigación, ya que traduce el diagnóstico empírico en una ruta de intervención concreta y contextualizada para el sector.

De manera específica, los resultados cuantitativos muestran una brecha clara entre el interés por innovar y la capacidad real para hacerlo. Aunque el 27,3 % de las empresas invertiría directamente en liofilización y el 58,4 % lo haría si recibiera apoyo financiero, la mayoría condiciona la adopción a la existencia de recursos, acompañamiento técnico y redes de provisión. Asimismo, el análisis relacional evidenció que variables como el conocimiento de proveedores, la disponibilidad de personal técnico y el nivel de conocimiento sobre la tecnología están asociadas con una mayor intención de inversión. Esto confirma que la adopción de la liofilización no depende de una sola variable, sino de una combinación de capacidades internas y condiciones del entorno.

En relación con la hipótesis general, se concluye que la evidencia del estudio respalda la idea de que una estrategia estructurada de gestión de proyectos puede favorecer la adopción de tecnologías de liofilización en las PYMES del sector, al contribuir a la planificación, organización de recursos, reducción del riesgo y articulación de actores clave. De igual manera, las hipótesis específicas encuentran sustento en los resultados al evidenciar que el conocimiento, la capacidad técnica, el acceso a financiamiento y la articulación con proveedores e instituciones influyen en la disposición de adopción. Esto reafirma la pertinencia de la gestión de proyectos como enfoque para abordar la problemática tecnológica estudiada.

Finalmente, se concluye que la principal contribución de esta investigación no es únicamente describir barreras, sino demostrar que la liofilización puede abordarse como una oportunidad real de innovación siempre que su adopción se gestione de manera planificada, gradual y contextualizada. En este sentido, el estudio aporta una mirada que integra diagnóstico sectorial, sustento documental y propuesta aplicada, lo que fortalece su pertinencia académica y práctica dentro del campo de la gerencia de proyectos en el sector agroalimentario colombiano.

# 8. RECOMENDACIONES

Se recomienda que las PYMES interesadas en incorporar tecnologías de liofilización no conciban este proceso únicamente como una adquisición tecnológica, sino como un proyecto de innovación que requiere diagnóstico, planeación, fortalecimiento de capacidades, evaluación financiera, acompañamiento técnico y seguimiento. Esta perspectiva permite reducir la incertidumbre, organizar mejor los recursos y aumentar la factibilidad de implementación.

Asimismo, se recomienda promover programas de formación y transferencia de conocimiento dirigidos a empresarios, responsables de producción y personal técnico del sector, con el fin de reducir la brecha de conocimiento identificada en el estudio. Estos programas deberían integrar contenidos técnicos, operativos, financieros y gerenciales, de manera que la comprensión de la liofilización no se limite al proceso industrial, sino que incluya también sus implicaciones económicas y estratégicas.

También se sugiere fortalecer la articulación entre PYMES, proveedores de tecnología, centros de investigación, instituciones de formación, programas de innovación y entidades de apoyo empresarial. La construcción de estas redes puede facilitar el acceso a información, asesoría, pruebas piloto y mecanismos de cofinanciación, respondiendo directamente a una de las variables que más se asoció con la intención de inversión: el conocimiento de proveedores.

De igual manera, se recomienda diseñar e implementar esquemas de apoyo financiero específicos para la adopción tecnológica en PYMES agroalimentarias, considerando que la principal barrera identificada en el estudio fue el costo de inversión. Estos esquemas podrían

incluir convocatorias, cofinanciación, programas de innovación empresarial, asistencia para formulación de proyectos y acompañamiento en estructuración financiera. La existencia de este tipo de mecanismos sería coherente con el hecho de que más de la mitad de las empresas encuestadas consideraría invertir si contara con apoyo económico.

Se recomienda, además, que la implementación de la liofilización en el sector se desarrolle mediante pilotos controlados y procesos de escalamiento gradual. Esta lógica resulta especialmente adecuada para PYMES, dado que reduce el riesgo percibido, permite validar la viabilidad del proceso, facilita el aprendizaje organizacional y mejora la toma de decisiones antes de asumir inversiones más amplias. Desde la gestión de proyectos, esta recomendación es coherente con la necesidad de avanzar por fases, con seguimiento y evaluación continua.

Finalmente, para futuras investigaciones se recomienda ampliar la muestra, profundizar en análisis comparativos entre subsectores lácteos y frutícolas, incorporar estudios de caso y complementar el enfoque cuantitativo con metodologías cualitativas o mixtas. Esto permitiría profundizar en las trayectorias reales de adopción tecnológica y enriquecer la comprensión de las decisiones empresariales más allá de los datos descriptivos obtenidos en la presente investigación.

## Referencias

Banga, S., & Patel, R. (2022). Freeze-drying as an alternative for high-value agro-food products: Opportunities for small and medium enterprises. Journal of Food Processing and Preservation, 46(8), e16721.

Bernal Torres, C. A. (2022). Metodología de la investigación (5.ª ed.). Pearson Educación.

Cano, J., & González, P. (2023). Innovación, transformación productiva y competitividad en mipymes agroalimentarias. Revista Latinoamericana de Desarrollo Empresarial, 18(2), 55–74.

Colombia Productiva. (2022). Diagnóstico de brechas tecnológicas en la agroindustria colombiana. Colombia Productiva.

Congreso de Colombia. (1979). Ley 9 de 1979. Secretaría del Senado.

Congreso de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993. Secretaría del Senado.

Congreso de Colombia. (2000). Ley 590 de 2000. Secretaría del Senado.

Congreso de Colombia. (2004). Ley 905 de 2004. Secretaría del Senado.

Congreso de Colombia. (2009). Ley 1286 de 2009. Secretaría del Senado.

Congreso de Colombia. (2010). Ley 1429 de 2010. Secretaría del Senado.

Congreso de Colombia. (2014). Ley 1715 de 2014. Secretaría del Senado.

Congreso de Colombia. (2017). Ley 1876 de 2017. Secretaría del Senado.

Cruz, L. (2021). Transformación digital y sostenibilidad en pymes agroindustriales. Ecoe Ediciones.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2022). Demografía y dinámica empresarial en Colombia. DANE.

Departamento Nacional de Planeación. (2018). Documento CONPES 3934: Política de crecimiento verde. DNP.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). The state of food and agriculture 2022. FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, & World Health Organization. (2023). Codex Alimentarius.

Gobierno de Colombia. (1997). Decreto 3075 de 1997. SUIN-Juriscol.

Gobierno de Colombia. (2019). Decreto 957 de 2019. SUIN-Juriscol.

González, L., & Quintero, M. (2021). Gestión de la innovación en empresas agroalimentarias emergentes. Revista Venezolana de Gerencia, 26(94), 233–251.

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.

International Organization for Standardization. (2018). ISO 22000: Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2022). Política de desarrollo productivo y apoyo a mipymes. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Ministerio de la Protección Social. (2005). Resolución 5109 de 2005. SUIN-Juriscol.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución 2674 de 2013. SUIN-Juriscol.

Moreno, P., Martínez, J., & Restrepo, D. (2025). Freeze-drying in food: Principles, equipment innovations and emerging trends for health-focused products. Trends in Food Science & Technology, 157, 104721.

Muñoz, F., & Carrasco, V. (2021). Barreras de innovación en pymes del sector agroalimentario latinoamericano. Revista de Economía y Administración, 68(1), 41–60.

Nwankwo, C. S., Okpomor, E. O., Dibagar, N., Wodecki, M., Zwierz, W., & Figiel, A. (2023). Recent developments in the hybridization of the freeze-drying technique in food dehydration: A review on chemical and sensory qualities. Foods, 12(18), 3437. https://doi.org/10.3390/foods12183437

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). Innovation policies for agri-food SMEs. OECD.

Parlamento Europeo, & Consejo de la Unión Europea. (2002). Reglamento (CE) N.º 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo.

Perilla, A., Monsalve, N., & Tavera, J. (2024). Innovación y desarrollo competitivo en PYMES colombianas. Revista Gestión y Región, 20(2), 64–80.

Project Management Institute. (2021). The standard for project management and a guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (7th ed.). Project Management Institute.

Ruiz, S., & Herrera, J. (2022). Tecnologías limpias para frutas andinas. Revista Agroindustrial Colombiana, 14(2), 50–68.

Sagara, Y. (2010). Advances in freeze-drying technologies for foods and their application to industrial operations. Japan Journal of Food Engineering, 11, 1–11. https://doi.org/10.11301/jsfe.11.1

Santillán, M., Rojas, F., & Ramírez, P. (2020). Propiedades fisicoquímicas en yogur liofilizado. Journal of Functional Foods, 68, 103901.

Tique Luna, D. (2024). Estrategias de exportación para frutas liofilizadas colombianas. Revista Comercio Exterior, 16(1), 112–132.

Torres, L., Cacabelos, A., & Melo, J. (2023). Retos tecnológicos en PYMES agroindustriales de Boyacá. Revista Agro y Desarrollo, 10(1), 122–140.

Uwineza, A., & Zhang, X. J. (2026). Application of freeze-drying technology in the food industry: A review. Foods, 15(4), 790. https://doi.org/10.3390/foods15040790

## Anexos

### Anexo 1. Instrumento de encuesta con consentimiento informado

**Encuesta sobre adopción de tecnologías de liofilización en PYMES agroalimentarias**

Descripción

Esta encuesta hace parte de un proyecto académico de la Especialización en Gerencia de Proyectos de UNIMINUTO.

Objetivo

Analizar las barreras y oportunidades para la adopción de tecnologías de liofilización en PYMES del sector agroalimentario de la región andina colombiana.

Duración estimada

5 a 6 minutos.

Confidencialidad

La información recolectada será tratada de forma confidencial y utilizada únicamente con fines académicos.

Consentimiento informado

La participación en esta encuesta es voluntaria. La información recolectada será utilizada únicamente con fines académicos en el marco del proyecto de investigación. No se solicitarán datos personales sensibles ni información que permita identificar individualmente a los participantes. Antes de continuar, por favor indique si acepta participar de manera libre e informada.

1. ¿Acepta participar voluntariamente en esta encuesta?

- Sí, acepto participar

- No acepto participar

Datos generales de la empresa

2. Municipio / Departamento

Respuesta corta

3. Sector empresarial

Opción múltiple

- Lácteo
- Frutícola
- Mixto

4. Tamaño de la empresa

Opción múltiple

- Micro
- Pequeña
- Mediana

5. Número de empleados

Opción múltiple

- 1 a 5
- 6 a 20
- 21 a 50
- Más de 50

6. Años de operación

Opción múltiple

- Menos de 1 año
- 1 a 3 años
- 4 a 10 años

- Más de 10 años

Conocimiento y experiencia previa

7. ¿Qué nivel de conocimiento tiene sobre la liofilización?

Opción múltiple

- Ninguno
- Bajo
- Medio
- Alto

8. ¿Ha utilizado o probado productos liofilizados?

- Sí
- No

Capacidades y condiciones tecnológicas

9. Nivel de actualización tecnológica de su empresa

Escala de 1 a 5

10. Métodos de conservación más utilizados en su empresa

Casillas de verificación

- Refrigeración
- Congelación
- Secado convencional
- Pasteurización
- Ninguno
- Otro

11. Capacidad técnica para implementar nuevas tecnologías

Escala de 1 a 5

12. Nivel de dificultad para acceder a financiamiento tecnológico

Escala de 1 a 5

13. ¿Conoce proveedores de tecnología de liofilización?

- Sí
- No

14. Principal barrera para adoptar la liofilización

Opción múltiple

- Alto costo de inversión inicial
- Falta de conocimiento técnico
- Falta de personal capacitado
- Incertidumbre del mercado
- Otra

Percepción sobre beneficios de la liofilización

15. Indique su nivel de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre la liofilización

Escala de 1 a 5, donde 1 = totalmente en desacuerdo y 5 = totalmente de acuerdo

- La liofilización mejora la calidad del producto
- La liofilización prolonga la vida útil
- Reduce desperdicios
- Es una tecnología sostenible
- Representa una ventaja competitiva

16. ¿Considera que la liofilización puede abrir nuevos mercados?

- Sí
- No

17. Incremento esperado en ingresos con la liofilización

Opción múltiple

- 0 a 10 %
- 10 a 30 %
- 30 a 50 %
- Más del 50 %
- No sabe

Intención de adopción

18. ¿Estaría dispuesto a invertir en esta tecnología en los próximos 2 años?

- Sí
- No
- Depende del apoyo financiero

19. Nivel de prioridad de la innovación en su empresa

Escala de 1 a 5

20. ¿Participaría en procesos de capacitación o implementación sobre esta tecnología?

- Sí
- No

21. ¿Cuenta con personal técnico disponible en la empresa?

- Sí
- No

22. ¿Requeriría financiamiento externo para adoptar esta tecnología?

- Sí
- No

23. Impacto esperado de apoyos públicos o institucionales en la adopción de la tecnología

Escala de 1 a 5

24. Observaciones adicionales

Respuesta corta opcional