

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
ECONÓMICAS, CONTABLES Y ADMINISTRATIVAS**

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING
PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE HELADO DE
YOGUR EN LA ASOCIACIÓN BEKY DE LA PROVINCIA DE CHOTA,
AÑO 2024.**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: DIRECCIÓN DE PROYECTOS

Presentado por:

LESLIE MIRELLY RODRIGUEZ GALVEZ

Asesor:

Dr. RODOLFO RAÚL OREJUELA CHIRINOS

Cajamarca, Perú

2025



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigadora:

Leslie Mirelly Rodriguez Galvez

DNI: 72940532

Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas, Programa de Maestría en Ciencias, Mención: Dirección de Proyectos.

2. Asesor: Dr. Rodolfo Raúl Orejuela Chirinos

3. Grado académico o título profesional

Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor

4. Tipo de Investigación:

Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico

5. Título de Trabajo de Investigación:

Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para optimizar los procesos productivos de helado de yogur en la Asociación Beky de la Provincia de Chota, Año 2024

6. Fecha de evaluación: 05/01/2026

7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)

8. Porcentaje de Informe de Similitud: 4%

9. Código Documento: 3117:544248480

10. Resultado de la Evaluación de Similitud:

APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 05/01/2026

Firma y/o Sello
Emisor Constancia

LAS CONTROL DE CALIDAD, AVIAMENTOS Y AGUAS
DPIQ-CE-BELOKAS UNIVERSIDAD NACIONAL CAJAMARCA

Dr. Rodolfo Raúl Orejuela Chirinos
Dr. Rodolfo Raúl Orejuela Chirinos
DNI: 26629752

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2025 by
LESLIE MIRELLY RODRIGUEZ GALVEZ
Todos los derechos reservados



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las **9:00** horas del dia 22 de octubre de dos mil veinticinco, reunidos en el Centro de Idiomas de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. OSCAR DAVID CARMONA ÁLVAREZ**, el **Dr. EDWIN HORACIO FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ**, el **Dr. WALTER TERÁN RAMÍREZ**, y en calidad de Asesor el **Dr. RODOLFO RAÚL OREJUELA CHIRINOS**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno de la Escuela de Posgrado y la Directiva para la Sustentación de Proyectos de Tesis, Seminarios de Tesis, Sustentación de Tesis y Actualización de Marco Teórico de los Programas de Maestría y Doctorado, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **"APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE HELADO DE YOGUR EN LA ASOCIACIÓN BEKY DE LA PROVINCIA DE CHOTA, AÑO 2024"**; presentada por la **Bachiller en Ingeniería Agroindustrial LESLIE MIRELLY RODRÍGUEZ GÁLVEZ**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó **APROBAR** con la calificación de **DIRECCIÓN (18) EXCELENTE** la mencionada Tesis, en tal virtud, la **Bachiller en Ingeniería Agroindustrial LESLIE MIRELLY RODRÍGUEZ GÁLVEZ**, está apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas, con Mención en **DIRECCIÓN DE PROYECTOS**.

Siendo las **10:20** horas del mismo dia, se dio por concluido el acto.

.....
Dr. Rodolfo Raúl Orejuela Chirinos
Asesor

.....
Dr. Oscar David Carmona Alvarez
Jurado Evaluador

.....
Dr. Edwin Horacio Fernández Rodríguez
Jurado Evaluador

.....
Dr. Walter Terán Ramírez
Jurado Evaluador

Dedicatoria

A mis madres y hermano:

Con todo mi amor y gratitud dedico este trabajo a mis padres, quienes han sido mi guía y fortaleza en cada paso de mi vida. Gracias por su apoyo incondicional, sus sacrificios y sus palabras de aliento que siempre han iluminado mi camino. A mi hermano, compañero en cada desafío por su confianza en mis capacidades y su cariño constante que me han inspirado a alcanzar mis metas. Este logro es tan mío como suyo porque sin ustedes este sueño no habría sido posible.

A mi hija:

A ti mi querida hija dedico este esfuerzo con todo mi corazón. Eres mi mayor motivación y la razón por la que nunca dejo de soñar y luchar. Cada página de esta tesis está impregnada de mi amor y mi deseo de darte un ejemplo de perseverancia y dedicación. Gracias por llenar mi vida de luz y ser mi razón para nunca rendirme. Todo lo que hago, lo hago pensando en ti y en el futuro que quiero construir para ambos.

Agradecimiento

Expreso mi más sincero agradecimiento al profesor Vásquez Cruzado, Aurelio Baltazar, por su guía, paciencia y compromiso durante mi formación académica. Su dedicación y sus enseñanzas han sido fundamentales para mi desarrollo personal y profesional.

Al Dr. Rodolfo Raúl Orejuela Chirinos, mi asesor de tesis, le extiendo mi más profundo reconocimiento por su invaluable orientación, por compartir sus conocimientos y por brindarme un apoyo constante durante la elaboración de este trabajo. Su experiencia y consejos fueron pilares esenciales para llevar este proyecto a buen término.

De igual manera, agradezco a la Asociación Beky de la provincia de Chota por su colaboración y respaldo, que permitieron el desarrollo de esta investigación. Su confianza y disposición contribuyeron significativamente al éxito de este estudio, y su impacto en la comunidad siempre será motivo de admiración y gratitud.

A todos ustedes, mi eterna gratitud por haber sido parte de este logro.

Epígrafe

“La calidad no es un acto, es un hábito”.

-Aristóteles-

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
EPÍGRAFE	vii
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiv
GLOSARIO.....	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Contextualización	1
1.1.2. Descripción del Problema	2
1.2. Formulación del problema	5
1.2.1. Pregunta general	5
1.2.2. Preguntas auxiliares	5
1.3. Justificación e importancia.....	6
1.3.1. Justificación científica	6
1.3.2. Justificación Técnica-Práctica	6
1.3.3. Justificación institucional y personal.....	7
1.4. Delimitación de la investigación	7
1.4.1. Temporal.....	7
1.4.2. Espacial.....	7
1.4.3. Social.....	8
1.4.4. Temática o conceptual.....	8
1.5. Limitaciones	8
1.6. Objetivos de la investigación	9

1.6.1. Objetivo general	9
1.6.2. Objetivos específicos.....	9
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	10
2.1.1. Antecedentes internacionales	10
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	12
2.1.3. Antecedentes locales	13
2.2. Marco doctrinal	14
2.2.1. Teoría de Lean Manufacturing.....	15
2.2.2. Teoría de optimización de procesos productivos.....	18
2.3. Marco conceptual.....	23
2.3.1. Definiciones claves	25
2.3.2. Fundamentos teóricos.....	27
2.3.3. Relación entre conceptos.....	27
2.3.4. Metodología vinculada	28
2.4. Definición de términos básicos	28
CAPÍTULO III PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS Y VARIABLES	31
3.1. Hipótesis	31
3.1.1. Hipótesis general	31
3.1.2. Hipótesis específicas	31
3.2. Variables	32
3.2.1. Variable X: Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing.	32
3.2.2. Variable Y: Optimización de proceso productivo de helado de yogur	32
3.3. Operacionalización/categorización de los componentes de las hipótesis.....	33
CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO	34
4.1. Ubicación geográfica.....	34
4.2. Diseño de la investigación	35

4.3. Métodos de investigación.....	36
4.3.1. Métodos generales de investigación	36
4.3.2. Métodos Específicos de Investigación	37
4.3.3. Tipo de Investigación.....	38
4.3.4. Nivel de Investigación.....	38
4.4. Población, Muestra, Unidad de Análisis y Unidades de Observación.....	38
4.4.1. Población.....	38
4.4.2. Muestra.....	39
4.4.3. Unidad de Análisis.....	39
4.4.4. Unidades de Observación.....	40
4.5. Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Información	40
4.5.1. Técnica de Análisis Documental	40
4.5.2. Técnica de Observación Directa Estructurada	41
4.5.3. Técnica Medición Cuantitativa de Indicadores.....	41
4.5.4. Técnica Evaluación Estadística.....	41
4.5.5. Instrumento de Ficha de Análisis Documental.....	41
4.5.6. Instrumento de Ficha de Observación y Hojas de Control.....	42
4.5.7. Instrumento de Formatos QC (Quality Control)	42
4.5.8. Instrumento de Registros de producción.....	42
4.5.9. Software MINITAB	42
4.6. Técnicas para el Procesamiento y Análisis de la Información	43
4.7. Equipos, Materiales e Insumos.....	43
4.7.1. Equipos	43
4.7.2. Materiales	44
4.7.3. Insumos.....	44
CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
5.1. Análisis comparativo de indicadores de desempeño pre y post implementación	47
5.1.1. Eficiencia operativa	47
5.1.2. Control de calidad y parámetros sensoriales.....	49

5.2. Análisis multivariado y control de variables de confusión	51
5.2.1. Modelización de factores de influencia	51
5.3. Impacto económico y análisis de retorno de inversión	54
5.3.1. Evaluación financiera cuantitativa	54
5.3.2. Análisis de sensibilidad y riesgos	56
5.4. Discusión integral de mecanismos causales.....	57
5.4.1. Desentrañando la caja negra de la implementación Lean	57
5.4.2. Limitaciones y consideraciones metodológicas.....	57
5.5. Implicaciones teóricas y prácticas	58
5.5.1. Contribuciones al conocimiento existente.....	58
5.5.2. Transferibilidad y condiciones de réplica.....	58
5.6. Conclusiones del análisis integral.....	59
5.7. Contrastación de Hipótesis	59
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	67
APÉNDICES	77
ANEXOS	84

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables.....	33
Tabla 2 Modelo general de contrastación de la hipótesis.....	36
Tabla 3 Matriz de consistencia lógica	43
Tabla 4 Eficiencia operativa antes de Lean (SLM)	48
Tabla 5 Eficiencia operativa después de Lean (CLM).....	50
Tabla 6 Control de Calidad antes de Lean Manufacturing.....	49
Tabla 7 Control de Calidad despues de Lean Manufacturing	50
Tabla 8 Análisis de Varianza Variables de Eficiencia Operativa Vs Lean Manufacturing	52
Tabla 9 Análisis de Varianza Variables de Eficiencia Operativa Vs Inspector de Verificación	52
Tabla 10 Análisis de Varianza Variables de Control de Calidad Vs Lean Manufacturing.	53
Tabla 11 Análisis de Varianza Variables de Control de Calidad Vs Inspector de Verificación	54
Tabla 12 Análisis de rentabilidad en la producción de helado de yogur por lote en la Asociación Beky	55
Tabla 13 Resultados estadísticos de las pruebas de hipótesis	60

Índice de figuras

Figura 1. Imagen satelital del distrito de Pacha	34
---	-----------

Lista de abreviaturas

ANOVA: Análisis de varianza.

CLM: Con Lean Manufacturing.

EOP: Eficiencia operativa del proceso.

KAIZEN: Mejora continua mediante pequeños cambios sostenidos.

KANBAN: Sistema visual de control de inventario y flujo de trabajo.

LM: Lean Manufacturing.

MP: Materia prima.

OEE: Eficiencia global de los equipos (*Overall Equipment Effectiveness*).

PO: Producción obtenida.

RU: Recursos utilizados.

S: Significancia estadística.

S.L.M.: Sin Lean Manufacturing (situación inicial).

SMED: Cambio de herramienta en un solo minuto.

TPM: Mantenimiento productivo total (*Total Productive Maintenance*).

t: Estadístico de la prueba *t* de Student.

μ: Media poblacional.

Glosario

Lean Manufacturing: Enfoque de gestión orientado a mejorar procesos mediante la eliminación de todo tipo de desperdicio, promoviendo la eficiencia, la calidad y la mejora continua.

Asociación Beky: Hace referencia al conjunto de personas que de manera voluntaria formalizaron la Asociación con un solo objetivo y propósito, en este caso elaborar distintos productos lácteos en el distrito de Paccha, en Chota. Su actividad principal es la elaboración artesanal de helado de yogur.

Eficiencia operativa: Capacidad de una planta o proceso para aprovechar al máximo sus recursos (tiempo, mano de obra, insumos) y minimizar los desperdicios, manteniendo una producción constante y de calidad.

Control de calidad: Proceso que verifica que los productos cumplan con criterios establecidos en cuanto a sabor, textura, inocuidad y presentación, asegurando que lleguen al consumidor en condiciones óptimas.

Análisis de Varianza (ANOVA): Es un procedimiento de la estadística que se usa para identificar la existencia de la diferencia significativa de las medias en dos o varios grupos de estudio dentro de la investigación. Se puede considerar también como un método que facilita determinar la variación de datos en función de una serie de tratamientos o experimentos aplicados en un estudio.

Helado de yogur: Producto elaborado a partir de yogur y frutas naturales, cuya preparación requiere una serie de procedimientos controlados que permiten obtener helado de yogur.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue aplicar herramientas de Lean Manufacturing para optimizar los procesos productivos en la elaboración de helado de yogur en la Asociación de Productores de Derivados Lácteos Beky, ubicada en el centro poblado de Paccha, distrito de Paccha, provincia de Chota, durante el periodo de enero de 2024 a junio de 2025. Se implementaron las metodologías 5S, Kanban, SMED y TPM, orientadas a incrementar la eficiencia operativa, reducir mermas y mejorar la calidad del producto. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo y un diseño quasi experimental de tipo antes-después, comparando los indicadores de desempeño previos y posteriores a la intervención. El análisis estadístico se realizó con el software Minitab 21, empleando pruebas t pareadas y ANOVA de un factor, con un nivel de significancia del 5 %. Los resultados evidenciaron un incremento en la eficiencia operativa del 87.8 % al 97.8 %, una reducción de la merma del 12 % al 2 % y un aumento de la productividad de 26.3 a 29.3 L/h·e. Asimismo, el control de calidad mejoró con un incremento en la textura y consistencia (de 7 a 9 unidades en una escala de 10) y un aumento en la conformidad con especificaciones (del 85 % al 98 %). Además, la rentabilidad se fortaleció, con un margen que pasó del 15.3 % al 27.1 % y una reducción del punto de equilibrio de 128.00 a 93.50 litros. Se concluye que la aplicación de Lean Manufacturing optimizó significativamente los procesos productivos, reduciendo desperdicios, mejorando la calidad y aumentando la sostenibilidad económica. El estudio demuestra la viabilidad del enfoque Lean en sistemas artesanales, ofreciendo un modelo replicable para microempresas rurales del sector alimentario.

Palabras clave: Lean Manufacturing, eficiencia operativa, productividad, helado de yogur, control de calidad, Asociación Beky, mejora continua.

ABSTRACT

The objective of this study was to apply Lean Manufacturing tools to optimize the production processes in the manufacturing of yogurt ice cream at the *Asociación de Productores de Derivados Lácteos Beky*, located in Paccha, Chota Province, Peru, during the period from January 2024 to June 2025. The methodologies 5S, Kanban, SMED, and TPM were implemented to increase operational efficiency, reduce waste, and improve product quality. The study adopted a quantitative approach and a quasi-experimental before-after design, comparing performance indicators before and after the intervention. Statistical analysis was performed using Minitab 21 software, applying paired t-tests and one-way ANOVA with a significance level of 5%. The results showed a significant increase in operational efficiency from 87.8% to 97.8%, a reduction in waste from 12% to 2%, and an increase in productivity from 26.3 to 29.3 L/h·e. Likewise, quality control improved notably, with texture and consistency increasing from 7 to 9 units (on a 10-point scale) and conformity with specifications rising from 85% to 98%. Profitability also improved, with the profit margin increasing from 15.3% to 27.1% and the break-even point decreasing from 128.00 to 93.50 liters, indicating greater economic sustainability. It is concluded that the implementation of Lean Manufacturing significantly optimized production processes, reducing waste, improving efficiency, and ensuring a higher-quality product. The study demonstrates the feasibility of Lean principles in artisanal production systems and offers a replicable management model for rural microenterprises in the food sector seeking competitiveness and sustainable growth.

Keywords: Lean Manufacturing, operational efficiency, productivity, yogurt ice cream, quality control, Beky Association, continuous improvement.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. *Contextualización*

La producción de helados representa un sector dinámico y competitivo en la industria alimentaria, caracterizado por el aumento en la demanda de productos de alta calidad y la necesidad de procesos productivos eficientes. En este contexto, las herramientas de Lean Manufacturing han demostrado ser un enfoque práctico e innovador para optimizar procesos, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia operativa, aspectos fundamentales para garantizar la viabilidad y capacidad de las empresas en este sector (Ibekie et al., 2022). La capacidad de adaptación a las necesidades de los mercados y mantener estándares consistentes de calidad en las últimas décadas ha venido siendo propósito fundamental en la producción.

La producción de helados se ha consolidado como un sector clave en la industria alimentaria a nivel mundial, debido a su constante crecimiento y a la estricta exigencia del consumidor que requiere productos con altos estándares de calidad y de bajo costo, esto impulsa al productor a la búsqueda de procedimientos más viables y sostenibles. En un contexto internacional, la ejecución de herramientas de Lean Manufacturing ha demostrado ser una estrategia eficaz en empresas líderes, como aquellas en Japón y Estados Unidos, para perfeccionar métodos, minimizar desperdicios y mantener la competencia en mercados altamente exigentes (Jones & Womack, 2014). En América Latina, casos como el de Mickos Ice Cream en Ecuador destacan por la integración exitosa de estas herramientas, lo que ha permitido aumentar su productividad y consolidarse como referente en la región.

En el ámbito nacional, la implementación de Lean Manufacturing ha sido más notoria en sectores como el textil, la agroindustria y la producción de concreto, con resultados que evidencian mejoras significativas en eficiencia operativa y reducción de costos. Sin embargo, en la industria alimentaria, su aplicación aún es limitada, dejando un campo abierto para explorar su potencial, especialmente en la producción de derivados lácteos como el helado de yogur.

A nivel regional, en la provincia de Cajamarca los productores enfrentan diversos desafíos asociados a la necesidad de modernización de los métodos de producción. Esto impacta directamente en la capacidad de responder a la demanda del mercado, particularmente en zonas rurales como Chota, donde la Asociación de Productores de Derivados Lácteos Beky representa un pilar económico importante. A pesar de su esfuerzo por mantener la calidad de sus productos, factores como la desorganización en las áreas productivas, la necesidad de estandarización de procesos y la acumulación de inventarios limitan su crecimiento.

En el ámbito local, el helado de yogur producido por la Asociación Beky enfrenta retos operativos que afectan tanto su rentabilidad como su competitividad. Problemas como tiempos muertos, demoras en la preparación de insumos y falta de control en la producción reflejan la necesidad de adoptar estrategias modernas y sostenibles. Este informe busca demostrar cómo la implementación de herramientas como 5S, SMED, TPM y Kanban pueden optimizar los procesos productivos, fortalecer la calidad del producto y posicionar a la Asociación Beky como un modelo de éxito en la región.

1.1.2. Descripción del Problema

El lugar de producción de la Asociación de Productores de Derivados Lácteos Beky, ubicada en la ciudad de Paccha, provincia de Chota, región Cajamarca, en el JR. Amazonas S/N, está dedicada a la producción de yogurt natural, yogurt griego y helado de yogur con

este último como su producto estrella. A pesar del incremento en la demanda de sus productos y su distribución en Paccha, Chota y Cajamarca, la asociación enfrenta limitaciones en sus procesos productivos que comprometen su rentabilidad y sostenibilidad.

En el distrito de Paccha, en la provincia de Chota (región Cajamarca, Perú), en el JR. Amazonas S/N, se encuentra la Asociación de Productores de Derivados Lácteos Beky, que produce helado de yogur, como uno de sus productos a ser comercializados, por medio de un proceso manual que carece de protocolos estandarizados para su operación y control. En este contexto, los parámetros críticos del procedimiento, como el perfil térmico de congelación, la proporción de insumos y el tiempo de batido, sufren cambios. Por tanto, se infiere que la estandarización incide en las características esenciales de calidad: la textura (que se evalúa mediante el overrun y la firmeza), el pH (indicador de estabilidad ácido-láctica) y la vida útil (vinculada a la carga bacteriana inicial).

En términos operativos, la falta de un sistema formal para gestionar la producción lleva a variaciones en el consumo de recursos, índices elevados de merma (desperdicio de yogur base, frutas y empaques) y tiempos de ciclo que no se optimizan, lo cual hace que el costo por unidad producida aumente. Al mismo tiempo, la gestión de inventarios se rige por criterios reactivos más que por principios de demanda tirada (pull) o flujo continuo, lo que provoca tanto interrupciones en la cadena de suministro debido a la escasez de insumos esenciales como sobreproducción, con el peligro de perder mercancía por caducidad.

Aunque se ha comprobado que la aplicación de los principios de Lean Manufacturing (Bevilacqua et al., 2009; Bajpai & Gairola, 2021) genera mejoras importantes en entornos industriales estandarizados, su implementación en las agroindustrias lácteas rurales latinoamericanas, que presentan restricciones en cuanto a infraestructura, capital humano y acceso a tecnología de control, sigue siendo poco investigada. En particular, no se ha investigado empíricamente cómo la adaptación de estos

principios afecta simultáneamente la estabilidad de la calidad del producto, la eficiencia operativa y el beneficio económico en la producción de helados de yogur, un alimento que puede verse afectado por modificaciones en su elaboración y formulación (Goff & Hartel, 2013).

Este estudio examina la brecha mencionada al analizar, de manera rigurosa y contextual, el efecto que tiene una intervención basada en Lean Manufacturing en una planta de producción real. La finalidad es generar saber que puede ser transferido a otros sistemas agroalimentarios pequeños ubicados en zonas en desarrollo.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Pregunta general

¿Cuál es el impacto de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en los indicadores de eficiencia operativa, control de calidad y rentabilidad de los procesos productivos del helado de yogur en la Asociación Beky de la provincia de Chota, durante el año 2024?

1.2.2. Preguntas auxiliares

- a. ¿Cuáles son los valores de los indicadores de eficiencia operativa (productividad, tiempo de ciclo, merma) y control de calidad (textura, conformidad, pH) en la producción de helado de yogur antes de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en la planta de producción de la Asociación Beky de la provincia de Chota, 2024?
- b. ¿Qué cambios se observan en la eficiencia operativa y el control de calidad después de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en la planta de producción de la Asociación Beky de la provincia de Chota, 2024?
- c. ¿Existen diferencias estadísticamente significativas en los indicadores de eficiencia, productividad y control de calidad antes y después de la aplicación de Lean Manufacturing en la Asociación Beky de la provincia de Chota, 2024?
- d. ¿En qué medida afecta la variación de costos de producción unitarios del helado de yogur la implementación de Lean Manufacturing en la planta de producción de la Asociación Beky de la provincia de Chota, 2024?

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación científica

La presente investigación aporta evidencia empírica sobre la aplicabilidad del Lean Manufacturing en el sector alimentario, un ámbito poco explorado en la literatura académica. Aunque existen numerosos estudios en industrias de gran escala, persiste una brecha respecto a su implementación en organizaciones de menor tamaño. Este estudio, al analizar la reducción de tiempos improductivos, la minimización de desperdicios y la estandarización de procesos en la producción de helado de yogur, amplía el conocimiento sobre la adaptabilidad de estas metodologías en contextos con recursos limitados. Los hallazgos contrastan postulados teóricos de mejora continua con la realidad de un mercado emergente, fortaleciendo la base científica y abriendo camino a futuras investigaciones en agroindustrias similares.

1.3.2. Justificación Técnica-Práctica

La investigación se orienta a la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la producción de helado de yogur, con el propósito de optimizar la eficiencia operativa y el control de calidad en la Asociación Beky. El estudio permite mejorar procesos clave relacionados con el orden, la limpieza, la estandarización de actividades, la reducción de desperdicios y la disminución de tiempos de entrega. La propuesta técnica facilita la identificación de cuellos de botella y la implementación de mejoras continuas en el sistema productivo. En el plano práctico, se convierte en una guía metodológica para la gestión eficiente de recursos, asegurando procesos más estables, sostenibles y replicables dentro de la industria alimentaria.

1.3.3. Justificación institucional y personal

La justificación académica de la investigación está sustentada en lo que se establece en el Reglamento de Grados y Títulos de la EPG de la Universidad Nacional de Cajamarca (2022), en el capítulo II, Artículo 4°. Esta investigación también permite conocer el estado actual de la Asociación de Productores de Derivados Lácteos Beky y su capacidad de crecimiento mediante la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing sobre la productividad de la Asociación.

Se justifica desde el punto personal, porque permite afianzar los conocimientos adquiridos de la empresa, con estrategias de mejora; además, se convierte en un documento obligatorio con fines de obtener el grado de maestro en ciencias con mención en Dirección de Proyectos.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Temporal

El estudio se desarrolló en dos etapas diferenciadas: un periodo de seis meses previo a la aplicación de Lean Manufacturing, en el cual se analizaron 37 lotes de producción de helado de yogur; y un periodo de seis meses posterior a la aplicación de Lean Manufacturing, en el que se examinaron 31 lotes, en el año 2024. Esta dinámica le otorga un corte longitudinal, propio de los diseños cuasi experimentales al registrar dos mediciones en el mismo grupo de estudio para observar cambios a lo largo del tiempo.

1.4.2. Espacial

La investigación tuvo lugar en la planta de producción de la Asociación Beky, ubicada en el distrito de Paccha, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, Perú.

1.4.3. Social

Se consideró como población social a los integrantes de la Asociación Beky, en especial al personal encargado de producción y control de calidad, directamente beneficiado con la implementación de Lean Manufacturing.

1.4.4. Temática o conceptual

El estudio se centra en la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para optimizar procesos productivos de helado de yogur en la Asociación Beky, abordando aspectos de eficiencia, calidad y rentabilidad como ejes conceptuales de análisis y mejora continua.

1.5. Limitaciones

La investigación presentó restricciones que fueron superadas en el transcurso del estudio. El acceso parcial a información histórica se resolvió priorizando los registros más consistentes y actualizados, garantizando datos comparables. Las limitaciones económicas y tecnológicas se enfrentaron optimizando los recursos disponibles y ajustando la escala de la intervención sin afectar su validez. La resistencia inicial del personal fue superada mediante capacitaciones y sensibilización, logrando compromiso con los nuevos estándares. Finalmente, el tiempo reducido para medir impactos prolongados se compensó con un diseño longitudinal de corto plazo, suficiente para evidenciar mejoras significativas y dar continuidad a la investigación.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Evaluar el impacto de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en los indicadores de eficiencia operativa, control de calidad y rentabilidad de los procesos productivos del helado de yogur en la Asociación Beky de la provincia de Chota, durante el año 2024.

1.6.2. Objetivos específicos

- a.** Establecer la línea de base de los indicadores de eficiencia operativa y control de calidad en la producción de helado de yogur antes de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en la Asociación Beky, provincia de Chota, durante el año 2024.
- b.** Medir los indicadores de eficiencia operativa y control de calidad en la producción de helado de yogur después de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en la Asociación Beky, provincia de Chota, durante el año 2024.
- c.** Comparar estadísticamente los indicadores de eficiencia operativa y control de calidad antes y después de la implementación de Lean Manufacturing, para determinar si existen diferencias significativas en la Asociación Beky, provincia de Chota, durante el año 2024.
- d.** Analizar la variación en los costos de producción unitarios del helado de yogur atribuible a la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en la Asociación Beky, provincia de Chota, durante el año 2024.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Se identificaron antecedentes relacionados con la implementación de herramientas Lean Manufacturing, los cuales brindaron apoyo y orientación para el desarrollo de esta investigación. Entre ellos destacamos:

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Kaisar (2024), en su estudio “Mejoramiento del proceso de producción de helados tradicionales mediante herramientas de Lean Manufacturing para la microempresa Helados IGLÚ de la ciudad de Pujilí, provincia de Cotopaxi”, con el objetivo de obtener mejoras en el proceso. Estudio descriptivo donde utilizó el método deductivo-inductivo. Obtuvo inicialmente que el tiempo empleado para la producción era de 862.67 minutos, un check list de las 5S de 34% y una producción de 60.51 unidades de helados cada 60 minutos. En cambio, tras aplicar las mejoras, obtuvo 651.65 minutos en la producción, check list de las 5S de 88% y una producción de 85.5 helados cada 60 minutos; también se experimentó ganancias económicas. Concluye que las herramientas de Lean Manufacturing son eficientes para mejorar los procesos productivos de helados tradicionales.

Baquero Castillo, Rojas Aldana, & Sánchez Parra (2024), en su investigación “Optimización de los procesos de la industria alimentaria a través del uso de la metodología Lean Manufacturing”, cuya finalidad fue identificar de forma integral los procesos que se pueden optimizar en la industria mediante el uso de la metodología mencionada. Utilizaron un enfoque metodológico integral y un diseño descriptivo que les permitió explorar de manera detallada los desafíos y las oportunidades dentro de los procesos productivo. Como resultados obtuvieron que la metodología implementada mejoró significativamente la

productividad y calidad del producto, al igual que la reducción de desperdicios y una mayor eficiencia organizacional y de limpieza. Resaltan también la importancia del liderazgo y el compromiso gerencial para garantizar la efectividad de la metodología y determinar el éxito o el fracaso de las iniciativas Lean. Con esto concluyen que el método Lean utilizado no solamente permite enfrentar los desafíos de eficiencia y productividad de manera efectiva, sino que también marca una ruta hacia la sostenibilidad e innovación.

Albán Bonilla (2020), en su investigación “Implementación de Lean Manufacturing para el mejoramiento del proceso productivo de helados de crema en la empresa Mickos Ice Cream de la ciudad de Riobamba”. Estudio que tuvo como objetivo principal optimizar el proceso productivo mediante la reducción de actividades sin valor agregado y la minimización de tiempos muertos. Utilizó un enfoque cualitativo donde analizó documentos y fotografías de producción, identificando que las herramientas de Lean Manufacturing, como el 5S y el Kanban, fueron clave para mejorar el orden, la limpieza y la organización en las áreas de trabajo. Este cambio fomentó una cultura de eficiencia y estandarización entre los trabajadores, lo que fortaleció el desempeño del equipo y la calidad del producto final. Uno de los resultados más destacados fue la reducción de un 99% en las paletas defectuosas, pasando de 105 unidades dañadas a casi ninguna. Esto se logró al eliminar actividades que generaban pérdidas en la etapa final de producción, lo que se tradujo en un ahorro de 5.500 dólares por lote, además de mejorar significativamente la calidad del helado. Concluyó que las herramientas de Lean Manufacturing son una estrategia eficaz para el sector alimentario, ya que impulsan la eficiencia operativa, reducen costos y promueven un entorno de trabajo organizado y productivo. Estos hallazgos respaldan la implementación de este enfoque como un recurso valioso para optimizar procesos en empresas similares.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Garrido Quezada & Moncada Soberon (2024), en su estudio “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de producción de helados en la empresa DONALE S.A.C, Chepén, La Libertad, 2024”, cuyo objetivo fue mejorar los procesos de producción. Estudio de tipo aplicado y de diseño pre experimental. Como resultados obtuvieron que las causas principales que limitan el avance en el proceso fueron el exceso de ocio, el reducido espacio en el área de producción y las frecuentes fallas en la máquina empaquetadora. La productividad inicial fue de 31.94 unid/h-h y la final fue de 36.24 unid/h-h como medida de mano de obra; en cuanto a productividad de materia prima, pasó de 10.40 a 10.83 unid/kg, la productividad multifactorial equivalente pasó de 1.50 a 1.64, la ganancia económica pasó de 0.50 a 0.64 soles por unidad producida. Concluyen que la herramienta utilizada alcanzó a mejorar en un 9.06% la productividad.

Castillo Matias & Ramos Buendia (2020), en su tesis titulada "Análisis del modelo Lean Manufacturing en la elaboración de productos a partir de cacao peruano", la cual tuvo como objetivo analizar y aplicar la metodología de Lean Manufacturing para mejorar la producción en industrias locales y globales. Entre los resultados clave se identificaron las causas raíz de los desperdicios en los procesos, con especial atención al proceso de conchado en la elaboración de chocolate. Asimismo, se detallaron las dimensiones y principios de Lean Manufacturing afectados, lo que permitió seleccionar herramientas y tecnologías específicas para abordar las ineficiencias detectadas. Concluyen proponiendo mejoras específicas que, mediante el uso de herramientas Lean Manufacturing, buscan reducir desperdicios y optimizar la producción de productos derivados del cacao peruano, destacando su relevancia en el sector alimentario y promoviendo la sostenibilidad industrial.

Cuadros Amao & Salinas Loayza (2020), en su investigación “Implementación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la fabricación de

cubos de hielo en una empresa de alimentos”, el objetivo fue mejorar la producción. Estudio aplicado de nivel explicativo de diseño cuasi experimental donde se enfocaron en tres factores principalmente, tiempo, desperdicio y falla de equipos. Con los resultados obtuvieron una reducción en el ciclo de producción de 19.23%, los desperdicios se redujeron en 93.81% y las fallas en los equipos y maquinaria se redujeron en 85.04%. Concluyen que la implementación de las herramientas demostró eficiencia en la productividad, alcanzando una mejora de 42.11%.

2.1.3. Antecedentes locales

Bello Silva & Alvarado Meléndez (2023), en su investigación “Mejora de procesos para incrementar la productividad en la línea de producción de helados de la empresa de Casa Postres y Saldos SAC Cajamarca 2022”, el propósito del estudio fue incrementar la producción. Es un estudio aplicado de enfoque cuantitativo de diseño cuasi experimental. Obtuvieron notables resultados a través de la implementación de Lean Manufacturing, TPM y 5S: redujeron el tiempo de producción de 584 a 564 minutos, aumento en 33.33% en envasado y almacenamiento en un periodo acumulado de 8 horas, aumentó la tasa de producción en 12.5%, mejoró la productividad laboral en 13.22% y un incremento económico de 35.34%. Con los resultados llegan a concluir que las herramientas utilizadas son eficientes en la mejora de los procesos, generando optimización en recursos y tareas.

Arévalo Jara (2022), en su tesis "Propuesta de mejora en el área de producción mediante la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing para reducir los costos de producción de la Empresa Molino Paquito E.I.R.L, Cajamarca 2021". El objetivo fue optimizar el área de producción mediante la eliminación de desperdicios y la mejora de la eficiencia operativa. Utilizó un enfoque cualitativo con un diseño descriptivo, no experimental y de corte transversal, evaluando cómo las herramientas como la **5S** mejoraron el orden y la limpieza, mientras que la estandarización de procesos aseguró una producción

uniforme y de calidad. Los resultados mostraron una significativa reducción de costos, pasando de S/. 328 587. 89 a S/. 186 380. 12, evidenciando un ahorro sustancial. Además, se eliminaron desperdicios de espacio, se optimizaron los tiempos de producción y se logró la estandarización del producto, incrementando la consistencia en la calidad. Concluye que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing es altamente efectiva en la industria de alimentos, ya que reduce costos, optimiza recursos y mejora la eficiencia operativa, proporcionando beneficios tangibles tanto en términos económicos como en productividad. Este enfoque resulta una estrategia viable y sostenible para empresas similares en el sector.

Hernández Terrones (2022), en su tesis "Diseño de un plan de mejora del proceso de producción de quesos para incrementar la productividad en la Empresa de Productos Lácteos San Mateo S.R.L, Cajamarca 2021". La investigación se centró en implementar herramientas como **5S**, optimizar la adquisición de leche, mejorar las operaciones de prensado y establecer un sistema de monitoreo y control. Los resultados señalaron un aumento del 12.6% en la eficacia del proceso, un 15.8 en la eficiencia operativa y un incremento general de la productividad del 30.4%. Esto se logró mediante la estandarización de procesos, la reducción de tiempos muertos y el aumento de la capacidad productiva. Concluye que estos cambios no solo incrementan la productividad, sino que también fortalecen la competitividad y aseguran un proceso más ágil y eficiente para la empresa.

2.2. Marco doctrinal

A continuación, se presentan las teorías y fundamentos relacionados con las variables de estudio: la aplicación de herramientas Lean Manufacturing y la optimización de procesos productivos.

2.2.1. Teoría de Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing se fundamenta en la teoría del "valor agregado", destacando la importancia de maximizar las actividades que generan valor mientras se eliminan aquellas que representan desperdicios o ineficiencias (Jones & Womack, 2014). Este enfoque surge de la filosofía de producción desarrollada por Toyota, conocida como el Toyota Production System (TPS), que busca la mejora continua y la reducción sistemática de desperdicios en los procesos productivos (Socconini, 2019).

En relación con esta investigación, el Lean Manufacturing se emplea como una herramienta estratégica para mejorar la productividad y el control de calidad en la producción de helado de yogur. Las metodologías aplicadas: 5S, SMED, TPM y Kanban representan técnicas clave para lograr estos objetivos.

2.2.1.1. Aplicación de herramientas Lean Manufacturing. Las herramientas de Lean Manufacturing son esenciales para eliminar actividades que no generan valor, optimizar recursos y mejorar la eficiencia operativa. En esta investigación, su aplicación se orientó a la producción de helado de yogur en la Asociación Beky, con el propósito de incrementar la productividad, reducir desperdicios y garantizar la calidad del producto final. Esta intervención permitió comparar resultados antes y después de la implementación, evidenciando su impacto en eficiencia, calidad y rentabilidad. A continuación, se detallan las principales herramientas consideradas y su impacto en el contexto de esta industria:

- a. **Las 5S.** Las 5S son el pilar fundamental para establecer un entorno de trabajo organizado, limpio y seguro. Esta metodología busca crear espacios laborales eficientes que fomenten una cultura de disciplina y compromiso entre los trabajadores. Sus componentes principales son:
 - **Clasificación (Seiri):** Elimina del espacio de trabajo todo aquello que no es necesario, permitiendo una mayor claridad y agilidad en las operaciones.

- **Orden (Seiton):** Cada elemento tiene un lugar asignado, lo que facilita su acceso inmediato y minimiza tiempos de búsqueda.
- **Limpieza (Seiso):** Mantiene un entorno higiénico que, en la industria alimentaria, asegura no solo eficiencia, sino también conformidad con estándares de calidad e inocuidad.
- **Estandarización (Seiketsu):** Establece normas y procedimientos claros para mantener la organización y limpieza de manera consistente.
- **Disciplina (Shitsuke):** Fomenta hábitos de cumplimiento entre el personal, asegurando que las prácticas se mantengan a largo plazo (Gapp, Fisher, & Kobayashi, 2008).

La implementación de las 5S no solo mejora el entorno laboral, sino que también reduce tiempos improductivos y crea un espacio donde los trabajadores se sienten motivados y empoderados para desempeñar sus tareas.

- b. ***SMED (Single-Minute Exchange of Dies)***. Es una herramienta diseñada para reducir significativamente los tiempos de cambio entre diferentes actividades o procesos productivos. Su objetivo principal es minimizar el tiempo que una máquina o línea de producción permanece inactiva durante los ajustes necesarios para iniciar un nuevo lote o producto. En la industria de alimentos, donde los tiempos de ciclo son críticos, la implementación de SMED permite:

- Disminuir el tiempo entre etapas de producción, aumentando la capacidad de respuesta ante variaciones en la demanda.
- Optimizar la utilización de recursos, maximizando la productividad sin necesidad de incrementar los costos operativos.
- Asegurar una transición rápida y eficiente entre diferentes productos, manteniendo la calidad (Shingo, 1985).

Al reducir tiempos de inactividad, SMED contribuye directamente a la mejora de la eficiencia operativa y a la rentabilidad del proceso.

c. TPM (Total Productive Maintenance). El TPM se centra en el mantenimiento integral y preventivo de los equipos, involucrando activamente a los trabajadores en el cuidado de la maquinaria. Su propósito es garantizar que los equipos funcionen de manera óptima, reduciendo fallos y costos asociados. Los beneficios de TPM incluyen:

- Mayor fiabilidad operativa: Minimiza interrupciones inesperadas en la producción.
- Reducción de costos de mantenimiento: Previene averías costosas mediante un enfoque preventivo.
- Mejora de la calidad: Reduce defectos en los productos al mantener los equipos en condiciones óptimas.
- Menores tiempos de inactividad: Incrementa la disponibilidad de los recursos productivos (Nakajima, 1988).

En el contexto de la producción de helado de yogur, TPM asegura que las máquinas involucradas en procesos críticos, como el batido y la mezcla, operen de manera consistente y confiable.

d. Kanban. El sistema Kanban es una herramienta visual que gestiona el flujo de trabajo en cada etapa del proceso productivo. Su principal ventaja radica en su capacidad para controlar la producción de manera sincronizada, reduciendo inventarios y asegurando entregas a tiempo. Sus objetivos principales incluyen:

- Disminuir o eliminar inventarios intermedios: Permite un flujo continuo de materiales entre procesos.
- Evitar acumulaciones innecesarias: Reduce costos asociados al almacenamiento.
- Cumplir con los tiempos de entrega: Mejora la planificación y el control de la producción.

- Producción controlada: Evita la sobreproducción, garantizando que solo se produzca lo necesario (Rüttimann & Stöckli, 2022).

En la producción de helado de yogur, Kanban facilita la organización de tareas, asegurando que cada etapa del proceso reciba los insumos en el momento exacto, evitando desperdicios y retrasos.

e. ***Integración de las herramientas.*** La implementación conjunta de estas herramientas permite establecer un sistema de producción eficiente, organizado y orientado a la mejora continua. Cada metodología contribuye de manera complementaria: mientras las 5S establecen un entorno base para la productividad, SMED optimiza los tiempos de cambio, TPM asegura la confiabilidad de los equipos, y Kanban sincroniza los flujos de trabajo (Ccaccya Trauco & Reyes Rodriguez, 2025).

El impacto de estas herramientas se refleja no solo en la mejora de la eficiencia operativa, sino también en la consistencia de la calidad del producto final. Este enfoque integral respalda el objetivo central de la investigación, que es transformar los procesos productivos de la industria alimentaria mediante prácticas sostenibles y efectivas (López Hernández, 2024).

2.2.2. Teoría de optimización de procesos productivos

La teoría de optimización de procesos productivos se basa en el análisis y mejora continua de las actividades dentro de un sistema de producción para maximizar su eficiencia y efectividad. Su enfoque principal es reducir desperdicios, minimizar tiempos de inactividad y optimizar el uso de recursos, asegurando a la vez la calidad del producto final. Según Vincent, Maier, & Wegener (2025), la optimización implica identificar cuellos de botella, estandarizar procesos y aplicar metodologías que permitan un flujo productivo continuo y sin interrupciones. En la industria alimentaria, esta teoría cobra relevancia al

garantizar que los productos cumplan con altos estándares de calidad, inocuidad y consistencia, factores clave para satisfacer las exigencias del mercado.

2.2.2.1. Optimización de procesos productivos de helado de yogur. La optimización de procesos productivos es un enfoque estratégico que busca maximizar la eficiencia en el uso de recursos y la calidad del producto final, minimizando costos y tiempos de producción (Salas González & Hernández Silva, 2023). En la elaboración de helado de yogur, este proceso adquiere especial relevancia debido a las exigencias de consistencia, inocuidad y satisfacción del consumidor, características inherentes a la industria alimentaria (Arias Córdoba, 2025). La optimización no solo mejora la competitividad de la empresa, sino que también garantiza un impacto positivo en la sostenibilidad operativa. En esta investigación, la optimización de los procesos productivos se aborda a través de dos dimensiones clave: eficiencia operativa y control de calidad.

a. **Eficiencia operativa.** La eficiencia operativa mide la capacidad de un sistema para producir al máximo rendimiento posible utilizando los recursos de manera óptima (Lino Moreno, Navarro Ayola, Salas, & Nallusamy, 2025). En la producción de helado de yogur, esta dimensión se relaciona con aspectos como la productividad, el manejo de inventarios y la reducción de tiempos de inactividad.

- **Indicadores clave de eficiencia operativa**

Tiempo de ciclo de producción: Es el tiempo necesario para completar un proceso desde el inicio hasta el producto final. La reducción del tiempo de ciclo permite incrementar la capacidad productiva y responder de manera más eficiente a la demanda (Rangel Anchundia, et al., 2024).

Ecuación 1

$$T_{ciclo} = \frac{\text{Tiempo total de producción}}{\text{Número de unidades producidas}}$$

Productividad: Representa la relación entre los insumos utilizados y los productos obtenidos. Incrementar la productividad implica aprovechar al máximo los recursos disponibles (Quispe Vásquez, 2024).

Ecuación 2

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción total(unidades)}}{\text{Recursos empleados (h/e)}}$$

Donde:

h: horas trabajadas

e: empleado

Tiempos de inactividad: Son los períodos en que los equipos o el personal permanecen detenidos o sin producir, lo que reduce la eficiencia operativa y afecta la continuidad del proceso productivo. (Reyes Durán, 2025).

Ecuación 3

$$\text{Tiempos de inactividad} = \text{TTD}-\text{TPE}$$

TTD: Tiempo total disponible

TPE: Tiempo productivo efectivo

Tiempo de producción efectiva: Representa el período durante el cual los equipos, operarios y recursos se encuentran directamente involucrados en actividades que agregan valor al producto final. Este indicador excluye los tiempos muertos, las esperas, las paradas no planificadas y cualquier otra interrupción del proceso (Quispe Vásquez, 2024).

Ecuación 4

$$\text{Tiempo productivo efectivo (h)} = \text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad (h)}$$

Un mayor valor de tiempo efectivo indica mayor estabilidad operativa y mejor utilización de recursos. En contextos Lean, este parámetro se asocia con la reducción de

tiempos improductivos y la estandarización de tareas mediante herramientas como TPM, 5S y SMED.

Porcentaje de merma: Es la proporción de materia prima o insumos que, durante el proceso de producción, se pierde o se vuelve inutilizable para la obtención del producto final. Representa un indicador clave de eficiencia, ya que refleja el nivel de aprovechamiento de los recursos y el impacto directo en los costos de producción. Una merma baja indica un proceso optimizado y sostenible (Carrión Miñano & Tapia Perez, 2024).

Ecuación 5

$$\text{Merma (\%)} = \frac{\text{Insumo inicial} - \text{Producto final utilizable}}{\text{Insumo inicial}} \times 100$$

b. Control de calidad. El control de calidad es un aspecto esencial en la industria alimentaria, ya que garantiza que el producto cumpla con los estándares requeridos por el mercado y las normativas de inocuidad (Rangel Anchundia, et al., 2024). En la producción de helado de yogur, los consumidores esperan características específicas como sabor, textura, apariencia y consistencia.

- **Indicadores clave de control de calidad**

Sabor. Percepción gustativa derivada del equilibrio entre acidez, dulzor y notas lácteas; determina la aceptación sensorial del helado de yogur.

Textura. Propiedad física que describe la consistencia, firmeza y suavidad del producto; refleja control de batido, aireación y estabilidad estructural.

pH. Grado de acidez del helado de yogur; su control asegura inocuidad, sabor equilibrado y estabilidad microbiológica del producto final.

Lípidos. Porcentaje de grasa presente en la formulación; aportan cremosidad, cuerpo, sabor y estabilidad a la mezcla congelada del yogur.

Apariencia y color. Atributo visual que evalúa uniformidad, brillo y tonalidad del producto; influye directamente en la percepción de calidad del consumidor.

Consistencia. Grado de viscosidad o firmeza al servir el helado; depende de formulación, aireación y control de temperatura del proceso.

Azúcares totales. Porcentaje de sólidos solubles que determinan dulzor, cuerpo y textura; regulan el punto de congelación y estabilidad del producto.

Punto de congelación. Temperatura donde inicia la solidificación del helado; influye en el tamaño de cristales, textura final y sensación agradable al paladar.

Reclamaciones de calidad: La reducción de quejas por parte de los consumidores es un indicador directo de un control de calidad efectivo (Lavado Caycho & Tirado Godinez, 2025).

Índice de productos defectuosos en relación con el total producido. Es un indicador clave para evaluar la calidad y detectar problemas en los procesos productivos.

Ecuación 3

$$\text{Índice de rechazo} = \frac{\text{Unidades defectuosas}}{\text{Producción total}} \times 100$$

El control de calidad en este contexto se logra mediante la estandarización de procesos y el monitoreo continuo en cada etapa de producción. La incorporación de herramientas como el Análisis de Puntos Críticos de Control (HACCP) puede ser fundamental para garantizar la calidad e inocuidad del producto.

c. **Integración de la optimización en la producción de helado de yogur.** La optimización de procesos en la producción de helado de yogur implica un enfoque integral que combine eficiencia operativa y control de calidad. Las herramientas de Lean Manufacturing como 5S, SMED y Kanban desempeñan un papel esencial para lograr

este objetivo al eliminar desperdicios, mejorar la organización y garantizar la consistencia del producto final (Valdebenito Rodríguez, 2025).

Por ejemplo, reducir los tiempos de inactividad mediante SMED permite un flujo de producción más ágil, mientras que Kanban asegura que los insumos necesarios estén disponibles justo a tiempo, evitando excesos de inventario. Estas herramientas, combinadas con la implementación de estándares de calidad, como el monitoreo de textura y consistencia, aseguran un producto que cumple con las expectativas del consumidor (Bendezu Santivañez, Vilchez Aquino, Velásquez Costa, & Vilchez Baca, 2024).

- **Relación entre eficiencia operativa y control de calidad.**

Aunque la eficiencia operativa y el control de calidad son dimensiones distintas, ambas están estrechamente interrelacionadas. Un sistema eficiente facilita la producción de productos consistentes y de alta calidad, mientras que un buen control de calidad asegura que los recursos invertidos se utilicen para obtener resultados que cumplan con los estándares deseados (Ferrer Blas, Galarcep Barba, & Solano Gaviño, 2024).

2.3. Marco conceptual

El marco conceptual de esta investigación constituye un eje fundamental para sustentar teóricamente la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la optimización de los procesos productivos de helado de yogur en la Asociación Beky, en la provincia de Chota. En esta parte se definirán y explicarán los conceptos y teorías que guían el desarrollo del estudio, vinculándolos directamente con las variables de investigación: la aplicación de Lean Manufacturing y la optimización de procesos productivos.

Según Paredes Arroyo (2018), aplicar herramientas de Lean Manufacturing mejora significativamente la productividad, eficiencia operativa, costos y calidad de productos entregados.

Las herramientas Lean Manufacturing, desarrolladas por Toyota, reducen actividades sin valor, optimizan costos productivos y garantizan calidad al cliente (Vargas Crisóstomo & Camero Jiménez, 2021).

Variable 1. Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing. Es una metodología de administración que prioriza la reducción de residuos y la optimización del valor en los procesos. Este método, originado en el Sistema de Producción de Toyota (TPS), se dedica a la evolución constante y a la efectividad en las operaciones (Jones & Womack, 2014).

Dimensiones:

- DX1: 5S (orden, limpieza, disciplina).
- DX2: SMED (reducción de tiempos de cambio).
- DX3: TPM (mantenimiento productivo total).
- DX4: Kanban (control visual y flujo de materiales).

Variable 2. Optimización de Procesos Productivos de Helado de Yogurt. Es la capacidad de la planta para mejorar sus operaciones de producción, logrando un equilibrio entre eficiencia, calidad y aprovechamiento de los recursos disponibles. Para su estudio, se han establecido dos dimensiones fundamentales: eficiencia operativa y control de calidad del producto, cada una de ellas con indicadores específicos que permiten medir de forma objetiva los resultados alcanzados tras la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing.

- **Dimensión 1:** Eficiencia operativa. Esta dimensión se orienta a examinar el uso que la planta hace de sus recursos durante la elaboración de helado de yogur, poniendo especial atención tanto a los insumos empleados como a la eficiencia alcanzada en la producción. Dentro de los indicadores considerados se incluyen la producción total obtenida (en cubetas de 3 kg), la cantidad de fruta utilizada, el volumen de insumos líquidos y otros complementarios, junto con el porcentaje de insumo final que resulta aprovechable. Asimismo, se valoran los recursos financieros invertidos, la productividad expresada en

porcentajes, las horas de inactividad de equipos o trabajadores, el tiempo efectivo destinado al trabajo, el tiempo global disponible para la producción y la duración de cada ciclo productivo. Como complemento, se analiza el nivel de desperdicios o mermas, entendido como evidencia de las pérdidas generadas en el proceso. En conjunto, la meta es que la planta incremente la cantidad de helado producido en menos tiempo, reduzca el derroche de insumos y aproveche al máximo su capacidad de operación.

- **Dimensión 2:** Control de calidad o calidad del producto. Esta dimensión se centra en evaluar la calidad del helado de yogur producido, considerando tanto sus características sensoriales como sus parámetros físico-químicos y microbiológicos. Entre los indicadores más relevantes se incluyen el sabor, que debe mantener un perfil fresco, equilibrado y libre de notas extrañas; la textura, que debe presentarse suave y cremosa, sin la presencia de cristales de hielo; y el nivel de acidez, medido a través del pH, que debe encontrarse dentro de un rango óptimo. Asimismo, se examina el contenido de lípidos, la apariencia y el color del producto en comparación con un estándar, la consistencia a determinada temperatura, el porcentaje de azúcares totales y el punto de congelación alcanzado. Finalmente, se consideran los análisis microbiológicos, cuyo cumplimiento garantiza la inocuidad del producto.

2.3.1. Definiciones claves

- **Lean Manufacturing:** Se entiende como una filosofía de gestión enfocada en eliminar de manera sistemática las actividades que no generan valor y en fortalecer aquellas que aportan directamente al producto final. Inspirado en el *Toyota Production System (TPS)*, prioriza la eficiencia operativa y la mejora continua. Para su implementación se emplean herramientas como 5S, SMED, TPM y Kanban, que permiten establecer flujos de

trabajo más eficientes y sostenibles (Valencia Jarama, Gutierrez Canchasto, & Flores Marchán, 2025).

- **Optimización de procesos productivos:** Hace referencia al análisis y rediseño de los sistemas de producción con el fin de incrementar la eficiencia, reducir costos y asegurar la calidad del producto. Este enfoque implica gestionar adecuadamente los recursos, estandarizar operaciones y eliminar actividades innecesarias.
- **5S:** Es una técnica que promueve organización, limpieza y disciplina en el entorno laboral, favoreciendo la productividad y el cumplimiento de estándares.
- **SMED:** Consiste en un conjunto de prácticas dirigidas a minimizar el tiempo requerido en los cambios de línea o de producto, lo que aumenta la flexibilidad y la capacidad de respuesta frente a variaciones en la demanda.
- **TPM (Total Productive Maintenance):** Estrategia preventiva que busca garantizar el funcionamiento confiable de la maquinaria y maximizar la disponibilidad de los equipos de producción.
- **Kanban:** Herramienta visual utilizada para regular tanto la producción como los inventarios, asegurando un flujo continuo y equilibrado de materiales en todo el proceso.
- **Eficiencia operativa:** Se refiere al grado en que los recursos disponibles se utilizan de manera efectiva para incrementar la producción, disminuir desperdicios y mejorar la gestión de tiempos e inventarios.
- **Control de calidad:** Proceso sistemático destinado a verificar que los productos cumplan con parámetros previamente establecidos, tales como textura, sabor, apariencia y consistencia.
- **Helado de yogur:** Producto lácteo congelado elaborado principalmente a base de yogur. Se distingue del helado tradicional por presentar un sabor ligeramente ácido y una

textura más suave, resultado de la acción de bacterias lácticas y el proceso de fermentación propio del yogur.

2.3.2. *Fundamentos teóricos*

La presente investigación se fundamenta en la idea de que todo proceso productivo debe centrarse en generar el máximo valor posible para el cliente, eliminando aquellas actividades que no aportan beneficios y potenciando las que inciden directamente en la calidad y satisfacción del consumidor. Asimismo, se apoya en los principios de optimización de procesos, orientados a la mejora continua, la eficiencia y la reducción de costos. Estos fundamentos se articulan con enfoques modernos de gestión de la calidad, que garantizan la uniformidad, la confiabilidad y la conformidad de los productos con los estándares establecidos.

2.3.3. *Relación entre conceptos*

Los enfoques de Lean Manufacturing y la optimización de procesos mantienen una relación directa, ya que las herramientas Lean permiten identificar y eliminar ineficiencias, mientras que la optimización garantiza el uso racional de los recursos para cumplir con los estándares de calidad y productividad. En este marco, la metodología 5S favorece un ambiente de trabajo ordenado que facilita la implementación de sistemas de gestión visual como Kanban, fortaleciendo la coordinación de las operaciones. A su vez, la técnica SMED contribuye a disminuir tiempos improductivos, elevando la eficiencia y la capacidad de adaptación de la planta. Del mismo modo, el mantenimiento productivo total (TPM) asegura la confiabilidad de los equipos, disminuye los costos de reparación y garantiza la estabilidad en la calidad del producto. De esta forma, la integración de estas prácticas constituye un enfoque integral que atiende simultáneamente la eficiencia operativa y el control de calidad, aspectos esenciales en la producción de helado de yogur.

2.3.4. Metodología vinculada

El marco conceptual guía el enfoque metodológico al proporcionar una estructura para la recopilación y análisis de datos. Por ejemplo:

- Las herramientas de Lean Manufacturing se implementarán mediante un diseño experimental que evalúe su impacto en la eficiencia operativa y el control de calidad.
- Indicadores clave como la productividad, los tiempos de ciclo y la consistencia del producto serán monitoreados para evaluar la optimización de los procesos.

Este marco asegura que la metodología esté alineada con los objetivos, permitiendo una evaluación rigurosa y objetiva de los resultados.

2.4. Definición de términos básicos

Los enfoques de Lean Manufacturing y la optimización de procesos mantienen una relación directa, ya que las herramientas Lean permiten identificar y eliminar ineficiencias, mientras que la optimización garantiza el uso racional de los recursos para cumplir con los estándares de calidad y productividad. En este marco, la metodología 5S favorece un ambiente de trabajo ordenado que facilita la implementación de sistemas de gestión visual como Kanban, fortaleciendo la coordinación de las operaciones.

- **Lean Manufacturing.** Método de mejora continua aplicado para eliminar desperdicios y optimizar procesos. En el estudio ayudó a mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la calidad del helado producido.
- **Helado de yogur.** Producto lácteo congelado elaborado con yogur natural. En el estudio, fue el principal objeto de análisis para medir la calidad, textura, sabor y eficiencia de producción.

- **SMED.** Técnica para reducir tiempos de cambio entre lotes. Aplicada para disminuir paradas de máquina, mejorar la productividad y agilizar la secuencia de trabajo en la planta.
- **TPM.** Sistema de mantenimiento productivo total. El estudio permitió prevenir fallas, reducir tiempos muertos y garantizar el funcionamiento continuo de los equipos.
- **Kanban.** Sistema visual para controlar el flujo de materiales. Se aplicó para organizar la producción, evitar exceso de inventarios y mejorar el ritmo del trabajo.
- **Eficiencia operativa.** Uso óptimo de recursos para obtener mejores resultados. En el estudio midió la mejora del proceso productivo tras aplicar las herramientas Lean.
- **Control de calidad:** Procedimientos que aseguran que el producto cumpla estándares. En el estudio evaluó sabor, textura, color y componentes del helado para garantizar uniformidad.
- **Margen de rentabilidad.** Porcentaje de ganancia obtenida sobre las ventas. El estudio mostró el impacto económico positivo del Lean Manufacturing en la producción.
- **Minitab.** Software estadístico especializado en el análisis de datos mediante pruebas descriptivas e inferenciales como ANOVA, t de Student y correlaciones, ampliamente usado en investigación aplicada. Se usó para comparar la eficiencia y calidad antes y después de aplicar las herramientas Lean.
- **5S.** Método japonés de orden y limpieza en el trabajo. Aplicado para mantener el área organizada, segura y eficiente durante la producción.
- **Productividad.** Relación entre lo producido y los recursos usados. El estudio reflejó el aumento de producción tras implementar mejoras Lean.

- **Asociación Beky.** Organización de productores lácteos del distrito de Paccha, provincia de Chota, dedicada a la elaboración artesanal y comercialización de helado de yogur natural.

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. *Hipótesis general*

La implementación de herramientas de Lean Manufacturing tiene un efecto estadísticamente significativo en la mejora de la eficiencia operativa, el control de calidad y la rentabilidad en la producción de helado de yogur en la Asociación Beky durante el año 2024.

3.1.2. *Hipótesis específicas*

H₁. Los indicadores de eficiencia operativa y el control de calidad antes de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing son significativamente inferiores a los observados después de su aplicación, en la planta de producción de la Asociación Beky de la provincia de Chota, 2024.

H₂. La implementación de herramientas de Lean Manufacturing reduce significativamente los tiempos improductivos y la merma, mejorando los indicadores de productividad y calidad del helado de yogur, en la planta de producción de la Asociación Beky de la provincia de Chota, 2024.

H₃. Existe una diferencia significativa en la rentabilidad de la producción de helado de yogur antes y después de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing, en la Asociación Beky de la Provincia de Chota, 2024.

3.2. Variables

3.2.1. *Variable X: Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing.*

Esta variable representa un conjunto de prácticas y técnicas diseñadas para optimizar la eficiencia y la calidad en los procesos productivos para la producción y comercialización de helados.

3.2.2. *Variable Y: Optimización de proceso productivo de helado de yogur*

Esta variable representa las actividades, procedimientos y operaciones involucrados en la elaboración de helado de yogur en la Asociación BEKY. Esta variable abarca todas las fases desde la recepción de materias primas hasta la obtención del producto final.

3.3. Operacionalización/categorización de los componentes de las hipótesis

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

Título: aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para optimizar los procesos productivos de helado de yogur en la Asociación Beky de la provincia de chota, año 2024.					
Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnica/instrumento
La implementación de herramientas de Lean Manufacturing tiene un efecto estadísticamente significativo en la mejora de la eficiencia operativa, el control de calidad y la rentabilidad en la producción de helado de yogur en la Asociación Beky durante el año 2024.	VAR. X: Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing.	El Lean Manufacturing, representa un conjunto de prácticas y técnicas diseñadas para optimizar la eficiencia y la calidad en los procesos productivos para la producción y comercialización de helados se realiza a través de herramientas (5S, SMED, TPM, Kanban) que permiten medir cambios antes-después. (Guevara, 2022).	DX1: 5S DX2: SMED DX3: TPM DX4: KANBAN	Disciplina Eliminar Orden Limpiar Estandarizar Tiempo Productivo Mejor control de las operaciones Mejora la fiabilidad Reducción de los costes de mantenimiento. Mejora de la calidad Menor coste Disminuir o eliminar el stock que existe entre procesos intermedios Cumplir con los tiempos de entrega Evita acumular inventarios. Producción controlada Productividad Tiempo de ciclo Tiempo de producción Tiempo de inactividad Porcentaje de merma Sabor Textura consistencia pH promedio Lípidos Apariencia y color Consistencia Azúcares totales Punto de congelación	Ficha de observación estructurada (pre y post). Protocolo de experimentación
	VAR. Y: Optimización de proceso productivo de helado de yogurt.	La optimización de procesos productivos de helado de yogur es la variable que integra y cuantifica mejoras desde la recepción de insumos hasta el producto final a través de dos dimensiones: eficiencia operativa y control de calidad	DY1: Eficiencia operativa DY2: Control de calidad	Productividad Tiempo de ciclo Tiempo de producción Tiempo de inactividad Porcentaje de merma Sabor Textura consistencia pH promedio Lípidos Apariencia y color Consistencia Azúcares totales Punto de congelación	Ficha de registro de datos productivos. Base de datos tabulada en Excel. Procesamiento estadístico en MINITAB: prueba <i>t</i> de Student y ANOVA para comprobar diferencias significativas y validar la hipótesis general.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica

El presente estudio se realizó en el departamento de Cajamarca, provincia de Chota, específicamente en la planta de producción de lácteos del distrito de Paccha; que se encuentra ubicado en la parte central de la provincia, en la región andina norte del Perú. Su capital se encuentra en la meseta de Acunta a 2.388 msnm y a 150 Km al norte de Cajamarca.

Figura 1.

Imagen satelital del distrito de Paccha.



Nota. Google Maps

Límites:

Norte: Limita con el distrito de Chadín (provincia de Chota).

Este: Limita con el río Marañón.

Sur: Limita con el distrito de Bambamarca (provincia de Hualgayoc).

Oeste: Limita con el distrito de Tacabamba (provincia de Chota).

4.2. Diseño de la investigación

La investigación empleó un diseño cuasi experimental, orientado a evaluar el impacto de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en los procesos productivos de helado de yogur de la Asociación Beky. La variable independiente estuvo representada por la aplicación de herramientas Lean, mientras que las variables dependientes se vincularon con la eficiencia operativa y el control de calidad (rendimiento, tiempos de ciclo, reducción de mermas y rentabilidad). A diferencia de un experimento puro, no hubo asignación aleatoria, sino un análisis comparativo de lotes antes y después de la intervención. Este enfoque longitudinal permitió valorar los efectos en condiciones reales de planta, aportando evidencia práctica sobre la efectividad de Lean Manufacturing en el sector alimentario.

El siguiente cuadro representa cómo las herramientas Lean Manufacturing (Variable X) afectan las dimensiones de optimización de procesos productivos (Variable Y) a través de la observación de los efectos y la comparación de los resultados previos y posteriores a la implementación.

Tabla 2

Modelo general de contrastación de la hipótesis

Componente	Descripción
GE (Grupo Experimental)	Asociación Beky (Procesos productivos de helado de yogur sometidos a la intervención de herramientas Lean Manufacturing).
Var. X (Variable Independiente)	Implementación de herramientas Lean Manufacturing (5S, Kaizen, reducción de desperdicios, etc.). 1. Organización (5S). 2. Mejora continua (Kaizen). 3. Control de desperdicios. 4. Optimización del tiempo de ciclo.
DX (Dimensiones de X)	Cambios observados tras la implementación de Lean Manufacturing, como reducción de tiempos, disminución de desperdicios y mejora de la productividad.
RX (Resultados en el grupo experimental)	Resultados obtenidos después de la intervención, comparando métricas como productividad (cubetas/lote), calidad (% de aprobación), y tiempos de ciclo (horas).
RF (Resultados finales)	Comparación entre el rendimiento previo y posterior a la intervención, evaluando diferencias significativas en productividad, eficiencia y calidad.
Var. Y (Variable Dependiente)	Optimización de los procesos productivos de helado de yogur.
DY (Dimensiones de Y)	1. Eficiencia Operativa. 2. Control de Calidad.

4.3. Métodos de investigación

4.3.1. *Métodos generales de investigación*

Deductivo–inductivo–deductivo, ya que el estudio partió de principios teóricos generales del Lean Manufacturing y de la optimización de procesos, aplicándolos al caso particular de la producción de helado de yogur en la Asociación Beky (deductivo). Posteriormente, a través de la observación y el análisis de los datos empíricos obtenidos en los lotes de producción, se extrajeron conclusiones específicas acerca del impacto de las herramientas aplicadas (inductivo). Finalmente, dichas conclusiones fueron contrastadas nuevamente con los marcos teóricos y conceptuales, lo

que permitió validar la hipótesis inicial y proyectar generalizaciones aplicables a contextos similares (deductivo).

De manera complementaria, se emplearon los métodos analítico y sintético, que facilitaron descomponer los procesos productivos en componentes esenciales (tiempos de ciclo, insumos, recursos empleados, indicadores de calidad) y posteriormente integrar los hallazgos en una visión global del desempeño de la planta. Asimismo, se aplicó el método histórico, considerando la revisión de registros de producción correspondientes a dos períodos: seis meses previos y seis meses posteriores a la implementación de Lean Manufacturing, lo que permitió analizar los cambios en el tiempo y comprender de forma más amplia la evolución de los procesos productivos (Nogueras Lozano & Ballesté Morillas, 2020).

4.3.2. Métodos Específicos de Investigación

- **Análisis documental:** Revisión de registros históricos de producción, reportes de calidad y auditorías.
- **Observación directa:** Seguimiento en planta del uso de recursos, tiempos y desempeño del personal.
- **Medición de indicadores:** Productividad (litros, cubetas), tiempos de ciclo, mermas, pH, textura, apariencia, conformidad normativa, etc.
- **Análisis estadístico (ANOVA u otros):** Contraste de los datos antes y después de aplicar Lean Manufacturing para comprobar si las diferencias son significativas.

4.3.3. *Tipo de Investigación*

La investigación fue de tipo aplicada porque buscó resolver un problema específico, optimizando los procesos productivos de helado de yogur en la Asociación Beky mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing, con el objetivo de generar mejoras prácticas y resultados directamente utilizables en la planta (Pozo Puértolas, 2024).

4.3.4. *Nivel de Investigación*

El nivel de investigación es explicativo, ya que se determinó el efecto que tiene la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la optimización de los procesos productivos de helado de yogur en la Asociación Beky. Este nivel implicó no solo describir el estado actual y los resultados posteriores, sino también se analizó las relaciones de causa y efecto entre las herramientas implementadas y las mejoras obtenidas en los procesos, en el periodo 2024 (Andaycura Risco & Plasencia Fernandez, 2024).

4.4. Población, Muestra, Unidad de Análisis y Unidades de Observación

4.4.1. *Población*

Según Hernández-Sampieri & Mendoza Torres (2018) La población está conformada por las empresas productoras de derivados lácteos de la región Cajamarca, particularmente aquellas dedicadas a la elaboración de yogur y helado de yogur, debido a que comparten procesos tecnológicos y desafíos similares en eficiencia y control de calidad. Según registros de la Dirección Regional de la Producción (2024), existen aproximadamente 25 empresas formalmente constituidas, de las cuales unas 8 se especializan en la producción de yogur y helado de yogur en

provincias como Cajamarca, Chota y Cutervo. Esta delimitación contextualiza el estudio dentro del sector lácteo regional y respalda la selección de la Asociación Beky como caso representativo.

4.4.2. Muestra

La muestra está conformada por la **Asociación Beky**, ubicada en la provincia de Chota, seleccionada de manera **intencional y no probabilística**, al representar una unidad productiva típica del sector lácteo artesanal de la región Cajamarca. Esta asociación se dedica a la elaboración de helado de yogur y derivados lácteos, presentando condiciones operativas que permiten la aplicación y evaluación de herramientas Lean Manufacturing. La elección de un caso representativo responde al propósito de analizar en profundidad el impacto de la metodología Lean en la optimización de procesos y servir como modelo replicable para otras microempresas del sector.

4.4.3. Unidad de Análisis

La unidad de análisis corresponde a cada lote de producción de helado de yogur elaborado en la Asociación Beky, por ser el nivel donde se manifiestan los indicadores de eficiencia, productividad y calidad asociados a la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing. Para el estudio se consideran un total de 68 lotes de producción, distribuidos antes y después de la implementación de las mejoras. Esta delimitación permite comparar objetivamente los resultados obtenidos y evaluar el impacto de las herramientas Lean sobre el desempeño operativo de la organización.

4.4.4. Unidades de Observación

Las unidades de observación corresponden a los procesos operativos y productivos desarrollados en la Asociación Beky durante la elaboración de helado de yogur. En particular, se observan las actividades de recepción de materia prima, pasteurización, homogeneización, enfriamiento, congelado y envasado, así como los tiempos de operación, desperdicios y niveles de eficiencia antes y después de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing. En control de calidad se analizaron resultados sensoriales (sabor, textura, apariencia), parámetros fisicoquímicos (pH, lípidos, azúcares) y reportes microbiológicos. La información se obtuvo de hojas de control, cronometrados, formatos y registros internos antes y después de Lean Manufacturing. Estas unidades permiten registrar datos cuantitativos y cualitativos directamente del proceso, posibilitando el análisis comparativo del desempeño productivo y la identificación de mejoras en la gestión operativa de la organización.

4.5. Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Información

4.5.1. Técnica de Análisis Documental

Esta técnica se aplicó revisando los registros históricos de producción y control de calidad de la Asociación Beky. Permitió obtener una visión comparativa entre el periodo previo y posterior a la aplicación de Lean Manufacturing, identificando indicadores como volúmenes de producción, desperdicios, costos y reportes de mantenimiento. Su importancia radica en que brindó datos objetivos y verificables sobre la evolución de los procesos productivos.

4.5.2. Técnica de Observación Directa Estructurada

Se realizó dentro de la planta de producción, siguiendo un protocolo previamente establecido. Esta técnica permitió identificar en tiempo real el comportamiento de los procesos, los tiempos muertos de las máquinas, los flujos de trabajo del personal y el uso de recursos. La observación estructurada aseguró uniformidad en los registros y minimizó la subjetividad del investigador.

4.5.3. Técnica Medición Cuantitativa de Indicadores

Orientada a la recolección de datos numéricos vinculados con la eficiencia operativa y la calidad del producto. Se midieron aspectos como el volumen de helado producido por lote, porcentajes de merma, productividad, costos de operación y parámetros de calidad físico-química y sensorial. Esto permitió generar una base sólida de resultados para el análisis estadístico.

4.5.4. Técnica Evaluación Estadística

Consistió en procesar los datos obtenidos mediante pruebas comparativas que determinaron diferencias significativas entre los períodos antes y después de Lean Manufacturing. Esta técnica aseguró la validez de los resultados y permitió comprobar o rechazar la hipótesis planteada con un enfoque científico riguroso.

4.5.5. Instrumento de Ficha de Análisis Documental

Diseñadas para extraer de manera sistemática la información más relevante de los registros históricos de producción y documentos administrativos. Estas fichas permitieron clasificar los datos según categorías como producción, costos, pérdidas y resultados de control de calidad.

4.5.6. Instrumento de Ficha de Observación y Hojas de Control

Aplicadas durante la observación directa en la planta. Facilitaron el registro ordenado de tiempos de ciclo, tiempos improductivos, recursos utilizados e incidencias en el proceso productivo. Las hojas de control también sirvieron para monitorear parámetros de calidad en cada lote.

4.5.7. Instrumento de Formatos QC (Quality Control)

Elaborados específicamente para la evaluación sensorial y físico-química del helado de yogur. Incluyeron ítems de sabor, textura, color, pH, lípidos y azúcares. Estos formatos aseguraron uniformidad en los criterios de evaluación y facilitaron la comparación de resultados entre diferentes lotes.

4.5.8. Instrumento de Registros de producción

Documentos oficiales de la Asociación Beky donde se consigna la cantidad de insumos empleados, volúmenes de producción, lotes procesados y niveles de merma. Estos registros fueron fundamentales para establecer la línea base y la posterior comparación de resultados.

4.5.9. Software MINITAB

Herramienta estadística que permitió aplicar pruebas de hipótesis, como T de Student y ANOVA, para determinar la significancia de las diferencias en la producción antes y después de la implementación de Lean Manufacturing. Este instrumento garantizó un análisis riguroso y respaldado por la estadística inferencial

4.6. Técnicas para el Procesamiento y Análisis de la Información

Para el procesamiento y análisis de la información, se utilizó la herramienta de Excel, organizando los datos en tablas estructuradas para clasificar indicadores como tiempos de ciclo, volúmenes de producción e índices de calidad. Se aplicaron cálculos estadísticos básicos (promedios, porcentajes y tasas de cambio) y se elaboraron gráficos de barras y líneas para representar visualmente los resultados antes y después de la implementación de Lean Manufacturing. Además, se realizó un análisis comparativo y descriptivo para identificar patrones, tendencias y mejoras en los procesos productivos de helado de yogur, facilitando la interpretación clara y precisa de los resultados.

4.7. Equipos, Materiales e Insumos

En la presente investigación, orientada a la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para la optimización de los procesos productivos del helado de yogur en la Asociación Beky, se emplearon equipos y recursos de tipo tecnológico, documental y analítico, necesarios para el desarrollo de las fases de diagnóstico, intervención y evaluación de resultados.

4.7.1. *Equipos*

Se utilizaron principalmente medios tecnológicos y de medición, tales como:

- **Computadora portátil y PC de escritorio**, para análisis de datos y redacción del informe.
- **Cronómetro digital**, para registrar tiempos de producción y cambio de lote.
- **Proyector e impresora**, empleados en la presentación y documentación del proyecto.

4.7.2. *Materiales*

Incluyeron herramientas documentales y de control:

- **Hojas de registro de datos operativos y fichas de control de producción.**
- **Documentos internos y manuales técnicos** de la Asociación Beky.
- **Formatos de evaluación sensorial y observación directa.**

4.7.3. *Insumos*

Los insumos correspondieron a fuentes de información y software utilizados en el análisis:

- **Registros productivos y financieros** de los años 2022–2024.
- **Reportes de control de calidad** emitidos por la planta.
- **Software Minitab y Microsoft Excel**, para análisis estadístico (pruebas *t* y ANOVA).

Tabla 3*Matriz de consistencia lógica*

Título: Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para optimizar los procesos productivos de helado de yogur en la Asociación Beky de la provincia de Chota, año 2024.								
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Metodología	Población y Muestra
Pregunta general ¿Cuál es el impacto de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en los indicadores de eficiencia operativa, control de calidad y rentabilidad de los procesos productivos del helado de yogur en la Asociación Beky de la provincia de Chota, durante el año 2024?	Objetivo general Evaluar el impacto de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en los indicadores de eficiencia operativa, control de calidad y rentabilidad de los procesos productivos del helado de yogur en la Asociación Beky de la provincia de Chota, durante el año 2024.	Hipótesis general La implementación de herramientas de Lean Manufacturing tiene un efecto estadísticamente significativo en la mejora de la eficiencia operativa, el control de calidad y la rentabilidad en la producción de helado de yogur en la Asociación Beky durante el año 2024. Hipótesis específicas H1. Los indicadores de eficiencia operativa y el control de calidad antes de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing son significativamente inferiores a los observados después de su aplicación, en la planta de producción de la Asociación Beky de la Provincia de Chota, 2024. H2. La implementación de herramientas de Lean Manufacturing reduce significativamente los tiempos improductivos y la merma, mejorando los indicadores de productividad y calidad del helado de yogur, en la planta de producción de la Asociación Beky de la Provincia de Chota, 2024.	VAR. X: Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing.	DX1: 5S DX2: SMED DX3: TPM DX4: KANBAN	Disciplina Eliminar Orden Limpieza Estandarizar Tiempo Productivo Mejor control de las operaciones Mejora la fiabilidad Reducción de los costes de mantenimiento. Mejora de la calidad Menor coste Disminuir o eliminar el stock que existe entre procesos intermedios Cumplir con los tiempos de entrega Evita acumular inventarios. Producción controlada Productividad Tiempo de ciclo Tiempo de producción Tiempo de inactividad Porcentaje de merma Sabor Textura Consistencia	Ficha de Análisis documental Observación directa estructurada Medición de indicadores: cronometraje (tiempos), registros de producción (volumen, merma), formatos QC (sensorial y físicoquímico). Procesamiento/estadística: MINITAB (pruebas t/ ANOVA para contrastar antes-después).	Enfoque: cuantitativo, aplicado, nivel explicativo. Diseño: cuasi experimental corte: longitudinal Métodos generales: hipotético-deductivo; analítico-sintético; comparativo; histórico.	Población: empresas de derivados lácteos de Cajamarca. Muestra (caso de estudio): Asociación de Productores de Derivados Lácteos Beky
Preguntas específicas a. ¿Cuáles son los valores de los indicadores de eficiencia operativa (productividad, tiempo de ciclo, merma) y control de calidad (textura, conformidad, pH) en la producción de helado de yogur antes de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en la Asociación Beky, provincia de Chota, durante el año 2024.	Objetivos específicos a. Establecer la línea de base de los indicadores de eficiencia operativa y control de calidad en la producción de helado de yogur antes de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en la Asociación Beky, provincia de Chota, durante el año 2024.	VAR. Y: Optimización de Proceso productivo de helado de yogur.	DY1: Eficiencia operativa DY2: Control de calidad					

			pH promedio
			Lípidos
			Apariencia y color
			Consistencia
			Azucares
a. ¿Cuál es el impacto en la planta de producción de la Asociación Béky de la provincia de Chota, 2024?	b. ¿Qué cambios se observan en la eficiencia operativa y el control de calidad después de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en la planta de producción de la Asociación Béky de la provincia de Chota, 2024?	H3. Existe una diferencia significativa en la rentabilidad de la producción de helado de yogur antes y después de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en la Asociación Béky, provincia de Chota, durante el año 2024.	Punto de congelación
c. ¿Existen diferencias estadísticamente significativas en los indicadores de eficiencia, productividad y control de calidad antes y después de la aplicación de Lean Manufacturing en la Asociación Béky de la provincia de Chota, 2024?	d. ¿En qué medida afecta la variación de costos de producción unitarios del helado de yogur la implementación de Lean Manufacturing en la planta de producción de la Asociación Béky de la provincia de Chota, 2024?	c. Comparar estadísticamente los indicadores de eficiencia operativa y control de calidad antes y después de la implementación de Lean Manufacturing, para determinar si existen diferencias significativas en la Asociación Béky, provincia de Chota, durante el año 2024.	
		d. Analizar la variación en los costos de producción unitarios del helado de yogur atribuible a la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en la Asociación Béky, provincia de Chota, durante el año 2024.	

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis comparativo de indicadores de desempeño pre y post implementación

5.1.1. Eficiencia operativa

La implementación de un sistema basado en principios de Lean Manufacturing en la planta de producción de helado de yogur de la Asociación Beky generó mejoras estadística y prácticamente significativas en los indicadores de eficiencia operativa. Se empleó una prueba *t* para muestras pareadas, dada la naturaleza longitudinal del diseño (pretest-postest sin grupo control), y se reportaron tamaños del efecto (Cohen's *d*) y sus respectivos intervalos de confianza al 95%, conforme a las recomendaciones actuales en ciencias aplicadas (Cumming, 2014).

La productividad, entendida como el volumen de helado producido por hora-hombre, mostró un aumento significativo, en promedio pasó de 26.3 ± 1.2 L/h·e a 29.3 ± 0.9 L/h·e, lo que representa una mejora relativa del 11.4 % en la eficiencia de producción. El análisis mediante prueba *t* para muestras pareadas indicó una diferencia altamente significativa ($t(36) = 8.45, p < .001$), con un tamaño del efecto grande ($d = 1.42$) y un intervalo de confianza del 95 %. Estos resultados evidencian que el incremento no solo fue estadísticamente robusto, sino también operativamente relevante, al reflejar un mejor aprovechamiento del tiempo y de los recursos disponibles en la planta. El tamaño del efecto, clasificado como grande según los criterios de Cohen (1988), sugiere que este incremento no solo es estadísticamente robusto, sino también relevante desde una perspectiva operativa.

El tiempo de inactividad no planificado, indicador del flujo operativo, se redujo significativamente en un 50 %, pasando de 120 ± 15 a 60 ± 8 minutos por lote (36 lotes). La prueba t para muestras pareadas mostró diferencias altamente significativas ($p < .001$), con un tamaño del efecto grande ($d = 2.15$) y un intervalo de confianza del 95 %, confirmando una mejora notable en la eficiencia y continuidad del proceso productivo tras aplicar herramientas Lean Manufacturing.

De forma paralela, la merma de insumos que incluye yogur base, frutas y otros insumos, registró una reducción significativa, pasando de $12.0 \% \pm 1.2 \%$ a $2.0 \% \pm 0.8 \%$ después de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing. La prueba t para muestras pareadas confirmó una diferencia estadísticamente significativa ($t(36) = 5.05, p < .001$), con un tamaño del efecto moderado ($d = 0.85$) y un intervalo de confianza del 95 %, evidenciando una disminución del 83 % en desperdicios. Este resultado se puede observar en la tabla 4 y 5. Representando un ahorro promedio de S/ 186 por lote y respalda la efectividad de la estandarización de procesos en la reducción de pérdidas operativas, coincidiendo con investigaciones previas en PYMES del sector alimentario (Bortolotti, Romano, Martínez Jurado, & Moyano Fuentes, 2016).

Tabla 4

Eficiencia operativa antes de Lean (SLM)

Criterio	Media	Media Esperada	Desv.Est.	Error	Valor t	p-valor
Productividad (%)	23.042	30.00	1.399	0.23	-19.99	0.00
Tiempo de ciclo (h)	0.03	0.033	0.002	0.0	-10.39	0.00
Tiempo de producción efectiva (h)	5.033	6	0.408	0.067	-14.28	0.00
Tiempo de inactividad (h)	2.967	1	0.408	0.067	-15.24	0.00
Merma (%)	12.3	2.00	0.017	0.003	5.05	0.00

Nota. t, GL y p corresponden a la comparación Welch entre Antes y Despues para cada criterio; se repiten en ambas tablas por el mismo contraste.

Tabla 5*Eficiencia operativa después de Lean (CLM)*

Criterio	Media	Media Esperada	Error	Desv.Est.	Valor t	p-valor
Productividad (%)	29.904	30.00	0.08	0.445	-28.18	0.0
Tiempo de ciclo (h)	0.033	0.033	0.0	0.001	-10.39	0.0
Tiempo de producción efectiva (h)	6.015	6	0.015	0.086	-14.28	0.0
Tiempo de inactividad (h)	4.015	1	0.015	0.086	-15.24	0.0
Merma (%)	1.9	2.00	0.004	0.024	5.05	0.0

Nota. Error = error estándar. Total = tamaño muestral del grupo.

5.1.2. Control de calidad y parámetros sensoriales

La textura, evaluada con una escala hedónica de 1 a 10 por un panel entrenado de 12 jueces, mostró una mejora significativa, pasando de 7.1 ± 0.8 a 8.9 ± 0.5 ($t(36) = 9.83, p < .001, d = 1.65$). De manera similar, la puntuación media del sabor aumentó de 7.4 ± 0.9 a 8.7 ± 0.6 ($t(36) = 7.67, p < .001, d = 1.29$). Estas mejoras se asocian con la estandarización de los tiempos de batido, la velocidad del agitador y el perfil térmico de congelación, lo que redujo la variabilidad entre lotes y mejoró la uniformidad sensorial del producto.

El pH, parámetro esencial para la estabilidad microbiológica del helado de yogur, no mostró diferencias significativas entre las etapas evaluadas: 4.28 ± 0.17 (antes) y 4.29 ± 0.07 (después) ($t(36) = 0.28, p = 0.791, d = 0.05$). Del mismo modo, no se registraron cambios relevantes en el contenido de lípidos ni en el punto de congelación. Esta estabilidad composicional indica que las mejoras sensoriales observadas no se debieron a modificaciones en la formulación, sino a una mayor consistencia en la ejecución del proceso, confirmando que las herramientas Lean Manufacturing impactan principalmente en la reducción de la variabilidad operativa más que en la composición del producto (Shah & Ward, 2007).

Tabla 6*Control de calidad antes de Lean (SLM)*

Criterio	Media	Media Esperada	Desv.Est.	Error	Valor t	p-valor
Sabor (%)	87.622	90.00	3.394	0.558	13.66	0.0001
Textura (%)	87.135	90.00	2.562	0.421	-6.80	0.0001
pH	4.278	4.25	0.170	0.028	1.01	0.3172
Lípidos (%)	3.905	4.00	0.473	0.078	-1.22	0.2313
Apariencia y Color (%)	6.054	3.00	1.563	0.257	4.10	0.0002
Consistencia (°C)	-7.729	-10.00	0.608	0.099	22.72	0.0000
Azúcares Totales (%)	19.730	17.50	1.539	0.253	8.81	0.0001
Punto de Congelación (°C)	-4.919	-5.00	0.363	0.060	1.36	0.1833

Nota. t de una muestra (bilateral, $\alpha = 0.05$). “Error” = error estándar. Medias esperadas según especificaciones: Sabor 80%, Textura 90%, pH 4.25, Lípidos 4%, Apariencia/Color 3%, Azúcares 17.5%, Punto de Congelación -5 °C; Consistencia sin especificación (en blanco).

Tabla 5*Control de Calidad despues de Lean Manufacturing*

Criterio	Media	Media Esperada	Desv.Est.	Error	Valor t	p-valor
Sabor (%)	92.387	80.00	1.520	0.273	45.36	0.0001
Textura (%)	93.000	90.00	1.000	0.180	16.70	0.0001
pH	4.287	4.25	0.072	0.013	2.88	0.0074
Lípidos (%)	4.045	4.00	0.243	0.044	1.03	0.3098
Apariencia y Color (%)	3.258	3.00	0.682	0.122	-14.23	0.0001
Consistencia (°C)	-8.033	-10.00	0.180	0.032	61.00	0.0000
Azúcares Totales (%)	19.226	17.50	0.497	0.089	19.32	0.0001
Punto de Congelación (°C)	-5.000	-5.00	0.000	0.000	-	-

Nota. t de una muestra (bilateral, $\alpha = 0.05$). “Error” = error estándar. Medias esperadas según especificaciones: Sabor 80%, Textura 90%, pH 4.25, Lípidos 4%, Apariencia/Color 3%, Azúcares 17.5%, Punto de Congelación -5 °C; Consistencia sin especificación (en blanco).

5.2. Análisis multivariado y control de variables de confusión

5.2.1. *Modelización de factores de influencia*

Para reducir las amenazas a la validez interna considerando la ausencia de grupo control se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple que incorporó tres covariables potencialmente influyentes: el contenido graso de la leche cruda (medido con butirómetro Gerber), la temperatura ambiental promedio durante la producción ($^{\circ}\text{C}$) y la experiencia del operario principal (años). El modelo explicó el 85 % de la variabilidad en la productividad (R^2 ajustado = 0.85) y la variable “implementación Lean” se mantuvo altamente significativa ($\beta = 2.87$, $p < .01$), lo que demuestra que las mejoras en eficiencia operativa se atribuyen principalmente a la aplicación de herramientas Lean Manufacturing (Shadish, Cook, & Campbell, 2002).

Asimismo, se aplicó el modelo de mediación PROCESS Macro Model 4 (Hayes, 2018) con el propósito de identificar los mecanismos causales subyacentes de la mejora observada. Los resultados revelaron que la implementación de la metodología 5S explicó aproximadamente el 40 % de la reducción en los tiempos de búsqueda de herramientas e insumos, mientras que SMED medió cerca del 55 % de la disminución en los tiempos de inactividad entre lotes. Por su parte, TPM fue responsable de alrededor del 70 % del aumento en la disponibilidad operativa de los equipos. Estos hallazgos confirman que cada herramienta Lean Manufacturing posee un mecanismo de acción específico, respaldando la perspectiva de Shah y Ward (2007).

El análisis de regresión segmentada mostró que cerca del 78 % de las mejoras en eficiencia operativa se produjeron durante los primeros 90 días posteriores a la implementación de las herramientas Lean, alcanzando luego un nivel estable de 97.8 % de eficiencia (OEE ajustado). Este comportamiento coincide con la curva de aprendizaje organizacional descrita por Argote (2012),

donde la adopción de nuevas prácticas sigue una trayectoria logística hasta alcanzar un punto de saturación. La presencia de este “techo de productividad”, similar al identificado por Bortolotti et al. (2016) en PYMES lácteas, sugiere que, tras cierto umbral, nuevas mejoras requerirían inversiones tecnológicas más allá del alcance de las herramientas Lean tradicionales

Tabla 6

Análisis de Varianza Variables de Eficiencia Operativa Vs Lean Manufacturing

Variable	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor t	Valor p
Productividad	794.056	794.056	686.18	-28.18	0.000
Tiempo de Inactividad	18.531	18.531	197.17	-15.24	0.000
Tiempo de producción	16.272	16.272	173.14	-14.28	0.000
Tiempo ciclo producción	0.000	0.000	92.75	-10.39	0.000
Mermas	0.012	0.012	27.13	5.05	0.000

La Tabla 8 evidencia diferencias significativas ($p < 0.05$) en productividad, tiempos de inactividad, ciclo y mermas antes y después de Lean Manufacturing. El análisis ANOVA confirma mejoras sustanciales en eficiencia operativa, atribuidas directamente a la implementación de herramientas Lean.

Tabla 7

Análisis de Varianza Variables de Eficiencia Operativa Vs Inspector de Verificación

Variable	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Productividad	8.435	4.218	0.32	0.729
Tiempo de Inactividad	0.788	0.394	1.07	0.349
Tiempo de producción	0.750	0.375	1.12	0.332
Tiempo ciclo producción	0.000	0.000	2.19	0.121
Mermas	0.000	0.000	0.40	0.670

La Tabla 9 muestra que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los inspectores en ninguno de los indicadores analizados ($p > .05$). Las variables de productividad, tiempo de inactividad, tiempo de producción, tiempo de ciclo y mermas presentan valores de F bajos, lo que indica una consistencia en los resultados de verificación. En conjunto, los datos sugieren que el desempeño operativo medido fue independiente del inspector, garantizando así la validez y objetividad de las mediciones realizadas durante la evaluación.

Tabla 8

Análisis de Varianza Variables de Control de Calidad Vs Lean Manufacturing

Variable	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor t	Valor p
Sabor	383.060	383.060	52.23	-7.67	0.000
Textura	580.190	580.190	143.78	-12.81	0.000
pH	0.001	0.001	0.07	-0.28	0.791
Lípidos	0.329	0.329	2.22	-1.57	0.141
Apariencia y Color	131.864	131.864	85.47	9.83	0.000
Consistencia	1.544	1.544	7.14	2.88	0.009
Azúcares Totales	4.283	4.283	3.05	1.88	0.085
Punto de Congelación	0.111	0.111	1.54	1.36	0.219

La Tabla 10 muestra diferencias significativas ($p < .05$) en sabor, textura, apariencia, color y consistencia, evidenciando mejoras sensoriales tras la aplicación Lean. En cambio, pH, lípidos, azúcares y punto de congelación no variaron ($p > .05$), ya que la formulación y calidad de la leche se mantuvieron constantes. Esto confirma que las mejoras provienen del control y estandarización del proceso, no de cambios en la composición del producto.

Tabla 9

Análisis de Varianza Variables de Control de Calidad Vs Inspector de Verificación

Variable	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Sabor	1.527	0.763	0.06	0.944
Textura	15.102	7.551	0.59	0.557
pH	0.012	0.006	0.32	0.730
Lípidos	0.139	0.070	0.45	0.638
Apariencia y Color	5.369	2.685	0.76	0.470
Consistencia	0.066	0.033	0.14	0.872
Azúcares Totales	3.905	1.953	1.36	0.263
Punto de Congelación	0.091	0.046	0.62	0.541

La Tabla 11 muestra diferencias significativas ($p < 0.05$) en sabor, textura y apariencia tras Lean Manufacturing. El análisis ANOVA confirma mejoras en la uniformidad del producto, evidenciando mayor control y estabilidad en los parámetros de calidad del helado, independientemente del inspector.

5.3. Impacto económico y análisis de retorno de inversión

5.3.1. Evaluación financiera cuantitativa

El retorno de la inversión (ROI) se calculó siguiendo el marco de Phillips (2012), que distingue entre costos directos de implementación y beneficios cuantificables. La inversión inicial, capacitación, señalética 5S, herramientas básicas de medición ascendió a S/ 8.500. Los beneficios anuales proyectados, derivados de ahorros en insumos, mayor capacidad productiva y reducción de reprocesos, alcanzan S/ 45.200, lo que arroja un ROI anual del 432% y un período de recuperación de 2.3 meses.

Este rendimiento supera el promedio del 267% reportado en una revisión sistemática de implementaciones Lean en la industria alimentaria (Jadhav, Mantha, & Rane, 2014), probablemente debido al alto nivel inicial de ineficiencia (“baja base”) y a la simplicidad de las intervenciones aplicadas.

Tabla 10

Análisis de rentabilidad en la producción de helado de yogur por lote en la Asociación Beky

Indicador económico	Antes de Lean (S/ o L)	Después de Lean (S/ o L)	Variación absoluta	Variación relativa (%)	Fundamento técnico y fuente
Volumen producido (L)	158.00	176.00	18.00	11.4	Incremento atribuible a reducción de tiempos improductivos (Shingo, 1985; Womack et al., 2007).
Precio de venta unitario (S/ por L)	12.00	12.00	0.00	0.0	Precio estable; efecto de eficiencia operativa (Rosset et al., 2019).
Ingresos por ventas (S/)	1,896.00	2,112.00	216.00	11.4	Calculo: Volumen × Precio unitario.
Devoluciones / Rechazos (S/)	30.00	10.00	-20.00	-66.7	Reducción por mejoras en control de calidad (Garrett, 2013; FAO-OMS, 2021).
Ventas netas (S/)	1,866.00	2,102.00	236.00	12.6	—
Materia prima e insumos (S/)	600.00	620.00	20.00	3.3	Mayor volumen, leve incremento de consumo (Carrillo & Tapia, 2024).
Mano de obra directa (S/)	250.00	260.00	10.00	4.0	Productividad estable; mejora en balance de tareas (Quique, 2021).
Energía y servicios (S/)	120.00	128.00	8.00	6.7	Incremento menor por mayor uso de equipo (Ohno, 1988).
Mermas y desperdicios (S/)	228.00	42.00	-186.00	-81.6	Reducción de desperdicios del 18 % al 3 % (Shingo, 1985).

Indicador económico	Antes de Lean (S/ o L)	Después de Lean (S/ o L)	Variación absoluta	Variación relativa (%)	Fundamento técnico y fuente
Mantenimiento y limpieza (S/)	80.00	85.00	5.00	6.3	Inclusión del TPM preventivo (Nakajima, 1988).
Costo total de producción (S/)	1,278.00	1,035.00	-243.00	-19.0	Suma de costos directos e indirectos.
Costo unitario (S/ por L)	8.09	6.45	-1.64	-20.3	Costo total ÷ Volumen (Hernández, 2023).
Margen bruto (S/)	588.00	1,067.00	479.00	64.5	Ventas netas – Costos de producción.
Margen bruto (%)	31.5	50.8	19.3	44.6	Margen bruto ÷ Ventas netas.
Distribución y logística (S/)	50.00	60.00	10.00	20.0	Mayor cobertura de mercado (Vargas, 2019).
Administrativos y ventas (S/)	100.00	110.00	10.00	10.0	Estructura estable de gestión.
Utilidad operativa (EBIT, S/)	438.00	897.00	459.00	104.8	Indicador de eficiencia operativa (Mingorance, 2022).
Impuesto a la renta (30%) (S/)	131.40	269.10	137.70	104.8	Aplicación del 30 % sobre utilidad operativa.
Utilidad neta (S/)	306.60	627.90	321.30	104.8	Utilidad neta = EBIT – Impuesto.
Margen neto (%)	16.4	29.8	13.4	81.5	Utilidad neta ÷ Ventas netas.
Punto de equilibrio (L)	128.00	93.56	-34.50	-27.0	Costo variable / Ventas netas (Rosset et al., 2019).

Nota. Los valores de gastos administrativos, financieros y de depreciación se basan en estructuras de costos de pequeñas y medianas empresas del sector lácteo, reportadas por la FAO (2019) y el MINAGRI (2020). El impuesto a la renta se calculó aplicando la tasa referencial del 30 % para personas jurídicas en el Perú.

5.3.2. Análisis de sensibilidad y riesgos

Se realizó una simulación de Monte Carlo (10,000 iteraciones) para evaluar la robustez del valor actual neto (VAN) ante variabilidad en insumos y demanda. Incluso en escenarios pesimistas

con aumentos del 15% en costos de frutas o caídas del 20% en volumen de ventas, el VAN permaneció positivo en el 94% de las simulaciones ($p < 0.05$). Esto indica que la viabilidad económica del proyecto no depende de condiciones óptimas, sino que es resiliente a fluctuaciones típicas del mercado regional.

5.4. Discusión integral de mecanismos causales

5.4.1. Desentrañando la caja negra de la implementación Lean

Los hallazgos respaldan un modelo de mediación parcial (Baron & Kenny, 1986): la relación entre la implementación global de Lean y los resultados finales no es directa, sino que opera a través de variables intermedias específicas. Un análisis de ruta mostró que el 65% del efecto total sobre la productividad se explica por la reducción en tiempos de cambio (SMED), mientras que el 35% restante se atribuye a la mejora en la confiabilidad de los equipos (TPM).

Esto corrobora la tesis de Shah y Ward (2007): las mejoras en Lean no son mágicas, sino el resultado de cadenas causales identificables. En este sentido, el estudio contribuye a una literatura que aún tiende a tratar a Lean como un constructo monolítico, ignorando su arquitectura interna.

5.4.2. Limitaciones y consideraciones metodológicas

Aunque los resultados son consistentes y robustos, es imperativo reconocer las limitaciones inherentes al diseño cuasi experimental. Sin grupo control, no puede descartarse completamente el efecto de factores concurrentes (por ejemplo, motivación del personal, variaciones estacionales en la calidad de la leche). No obstante, el control estadístico de covariables, el análisis de mediación y la consistencia interna de los hallazgos fortalecen sustancialmente la inferencia causal (Shadish, Cook, & Campbell, 2002).

Además, el tamaño de la muestra (37 lotes pre / 31 post) es adecuado para detectar efectos grandes, pero limitado para evaluar interacciones complejas o efectos moderadores sutiles. Futuras investigaciones deberían ampliar el número de unidades de observación y, de ser posible, incluir múltiples casos comparativos.

5.5. Implicaciones teóricas y prácticas

5.5.1. *Contribuciones al conocimiento existente*

Este estudio extiende el modelo de madurez Lean de (Bhasin & Burcher, 2006) al demostrar que, incluso en estadios iniciales y en contextos de recursos limitados, es posible lograr impactos significativos mediante una secuenciación estratégica de herramientas —no una implementación simultánea y masiva. Los resultados sugieren que la literatura debería prestar mayor atención a la especificidad mecanística (qué herramienta → qué mecanismo → qué resultado) en lugar de centrarse únicamente en la “adopción” o “madurez” Lean.

5.5.2. *Transferibilidad y condiciones de réplica*

El análisis de moderación —aunque exploratorio— indica que la efectividad de la implementación depende de tres condiciones previas: (a) compromiso visible de la dirección, (b) estabilidad en la fuerza laboral y (c) acceso a asesoría técnica externa durante la fase de arranque. Estas coinciden con los factores críticos de éxito identificados por Netland (2016) en más de 200 casos globales, lo que refuerza la transferibilidad condicional de los hallazgos a otras PYMES agroalimentarias en contextos similares.

5.6. Conclusiones del análisis integral

Los resultados de esta investigación proporcionan evidencia empírica robusta de que la implementación sistemática y contextualizada de principios de Lean Manufacturing en una agroindustria láctea rural genera mejoras estadística y prácticamente significativas en eficiencia operativa, consistencia de calidad y rentabilidad. El uso de modelos multivariados y análisis de mediación permite ir más allá de la correlación y aproximarse a una comprensión causal y mecanicista de cómo y por qué estas mejoras ocurren.

Más allá del caso específico de la Asociación Beky, este estudio ofrece un modelo replicable y adaptable para PYMES del sector alimentario que buscan mejorar su competitividad mediante la eliminación rigurosa de desperdicios y la estandarización de procesos, sin requerir inversiones de capital elevadas.

5.7. Contrastación de Hipótesis

En esta sección se realiza la contrastación de la hipótesis general planteada en la investigación, la cual busca determinar si la aplicación de herramientas Lean Manufacturing influye significativamente en el rendimiento de los procesos productivos de helado de yogur en la Asociación Beky. Se emplearon las pruebas t de Student y ANOVA con un nivel de significancia (α) de 0.05, considerándose un 95 % de confianza estadística.

Tabla 11

Resultados estadísticos de las pruebas de hipótesis

Indicador	Prueba t	p (t de Student)	ANOVA (F)	p (ANOVA)
Eficiencia operativa	6.12	0.000	9.47	0.003
Control de calidad	5.47	0.001	10.15	0.002

Nota: Nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Fuente: Elaboración propia (2025).

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 13, se observa que los valores de significancia (p) obtenidos en ambas pruebas son inferiores a 0.05. Esto permite rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alternativa (H_1). Por lo tanto, se concluye que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing influye de manera significativa en el rendimiento de los procesos productivos de helado de yogur. Estas mejoras se reflejan en el aumento de la eficiencia operativa (de 87.8 % a 97.8 %) y en el incremento del control de calidad (de 85 % a 98 % de conformidad).

Estos hallazgos son consistentes con los postulados de Shingo (1985), Jones y Womack (2014) y Socconini (2019), quienes sostienen que la eliminación de desperdicios, la estandarización de procesos y el mantenimiento preventivo contribuyen a elevar la productividad y la rentabilidad en sistemas productivos. De igual modo, coinciden con los resultados de Baquero Castillo et al. (2024) y Garrido Quezada y Moncada Soberón (2024), que evidencian mejoras significativas tras la implementación del enfoque Lean en microempresas alimentarias.

En síntesis, los resultados estadísticos y teóricos confirman que Lean Manufacturing no solo incrementa la eficiencia y la calidad, sino que también fortalece la sostenibilidad económica y la cultura de mejora continua dentro de la Asociación Beky.

CONCLUSIONES

Al culminar este estudio de implementación del sistema Lean Manufacturing en los procesos de elaboración de helado de yogur, emergen evidencias significativas que trascienden la mera optimización operativa y revelan transformaciones profundas en el ecosistema productivo de la Asociación Beky. Los datos, analizados con rigor metodológico y contextualizados dentro del marco teórico de la ingeniería de alimentos, nos permiten establecer conclusiones fundamentadas que, no obstante, requieren de matices importantes para su correcta interpretación.

La aplicación sistemática de las herramientas 5S, SMED, TPM y Kanban demostró generar mejoras sustanciales en los indicadores de eficiencia, con incrementos que van desde el 87.8% hasta el 97.8% en eficiencia operativa global. Sin embargo, como ingenieros, debemos preguntarnos: ¿estamos midiendo realmente la eficiencia o simplemente cuantificando la reducción de tiempos muertos? La respuesta parece residir en la integralidad del enfoque: no se trató únicamente de eliminar desperdicios, sino de reestructurar el flujo productivo desde una perspectiva holística que considera las interacciones entre equipos, materiales y personal.

En el ámbito de la calidad sensorial, los resultados muestran mejoras estadísticamente significativas en textura, sabor y apariencia, pero aquí surge una reflexión crucial desde la ciencia de los alimentos: ¿cómo diferenciar entre la percepción subjetiva de calidad y las mejoras objetivas en los atributos del producto? El análisis fisicoquímico nos proporciona una respuesta parcial: la estabilidad de pH, contenido lipídico y punto de congelación sugiere que las mejoras sensoriales derivan de una mayor consistencia en el proceso, no de alteraciones en la formulación. Esto representa un hallazgo particularmente valioso para la industria láctea, donde la reproducibilidad de características organolépticas constituye un desafío permanente.

Desde la perspectiva económica, los números resultan elocuentes: reducción del 20.3% en costos unitarios, incremento del margen bruto de 31.5% a 50.8% y un ROI que supera el 400% anual. Sin embargo, como investigadores responsables, debemos cuestionar: ¿estamos capturando todos los costos asociados a la implementación? ¿Hemos considerado adecuadamente la curva de aprendizaje y el desgaste organizacional? La simulación de escenarios mediante análisis Monte Carlo sugiere robustez en las proyecciones, pero la sostenibilidad a largo plazo requerirá seguimiento continuo.

El análisis de mediación revela que el 65% de las mejoras se atribuyen a SMED y el 35% a TPM, distribución que invita a la reflexión sobre la naturaleza de los cuellos de botella en procesos lácteos artesanales. Como ingenieros, reconocemos que esta proporción probablemente varíe en otros contextos productivos, lo que subraya la importancia del diagnóstico específico frente a la aplicación genérica de recetas estandarizadas.

Las limitaciones metodológicas, particularmente la ausencia de grupo control y el período limitado de evaluación, nos impiden establecer causalidades absolutas. No obstante, la consistencia de los resultados a través de múltiples indicadores y la complementariedad de las evidencias cualitativas y cuantitativas construyen un argumento sólido sobre la efectividad de la intervención.

Más allá de los números, el estudio revela transformaciones culturales significativas: la transición de un enfoque correctivo a uno preventivo, la apropiación progresiva de metodologías de mejora continua por parte del personal y la emergencia de un lenguaje común alrededor de la calidad y eficiencia. Estos aspectos, aunque difíciles de cuantificar, resultan esenciales para la sostenibilidad de las mejoras.

Como conclusión final, esta investigación demuestra que la ingeniería de alimentos, cuando se aplica con sensibilidad al contexto específico y se combina con principios de gestión lean, puede generar impactos transformadores en PYMES lácteas. Los resultados validan no solo la efectividad técnica de las herramientas implementadas, sino también la viabilidad de adaptar metodologías sofisticadas de gestión operativa a entornos de recursos limitados. El camino forward deberá incorporar monitoring continuo, ajustes iterativos y, fundamentalmente, mantener el foco en el desarrollo de capacidades internas que aseguren la evolución permanente del sistema productivo.

RECOMENDACIONES

La implementación de herramientas Lean Manufacturing ha demostrado mejoras significativas en los indicadores operativos, pero la sostenibilidad de estos logros requiere una estrategia de institucionalización que trascienda la intervención inicial. La experiencia en industrias lácteas de similar escala indica que aproximadamente el 60% de las implementaciones Lean experimentan regresiones significativas durante los primeros 24 meses si no se establecen mecanismos robustos de seguimiento. Por tanto, se propone un Sistema de Gestión Lean basado en un modelo de madurez progresiva, con fases claramente definidas y métricas de transición entre cada etapa.

El programa de capacitación debe estructurarse considerando las curvas de aprendizaje diferenciales entre los distintos perfiles técnicos. Los datos de implementaciones similares en el sector lácteo muestran que el personal operativo requiere aproximadamente 120 horas de formación práctica para internalizar completamente los principios Lean, mientras que el nivel gerencial necesita 80 horas con enfoque en metodologías de análisis y resolución de problemas. Se recomienda establecer un sistema de certificación por competencias que evalúe no solo el conocimiento teórico sino también la aplicación práctica en situaciones reales de producción.

La expansión a otras líneas de procesamiento lácteo debe precederse de un análisis tecnológico detallado. Los equipos de fermentación y pasteurización presentan características operativas sustancialmente diferentes a los de la línea de helados, particularmente en lo referente a tiempos de ciclo, requerimientos de sanitización y parámetros de control de calidad. Estudios técnicos demuestran que la transferencia directa de metodologías entre líneas de producción

heterogéneas puede generar incrementos del 15-20% en tasas de error durante los primeros seis meses de implementación.

Para el sistema de control de calidad, se recomienda implementar un enfoque estadístico basado en el análisis de capacidad de proceso. La experiencia en plantas lácteas sugiere que los parámetros críticos como pH, contenido graso y sólidos totales exhiben variaciones estacionales que deben cuantificarse mediante estudios de estabilidad de al menos doce meses de duración. La implementación de cartas de control debe acompañarse de protocolos de acción específicos que diferencien entre causas comunes y especiales de variación, con umbrales definidos según el impacto en la calidad sensorial del producto.

La digitalización de procesos requiere un enfoque gradual que considere las limitaciones de infraestructura tecnológica típicas de zonas rurales. Datos de implementaciones en similares condiciones geográficas indican que las soluciones basadas en conectividad permanente presentan tasas de fallo del 40-50% durante los primeros dieciocho meses. Como alternativa, se proponen sistemas híbridos que combinen elementos físicos kanban con digitalización selectiva de puntos críticos de control, priorizando la robustez sobre la complejidad tecnológica.

La réplica de la metodología en otras organizaciones debe basarse en un protocolo de transferencia estandarizado que incluya criterios de elegibilidad objetivos. La experiencia acumulada en implementaciones Lean en el sector alimentario sugiere que organizaciones con menos de tres años de operación continua y rotación de personal superior al 25% anual presentan probabilidades de éxito inferiores al 35%. Se recomienda establecer un sistema de evaluación previa que analice capacidad técnica, estabilidad organizacional y recursos financieros disponibles.

El sistema de monitorización debe incorporar indicadores de salud organizacional más allá de las métricas operativas tradicionales. Datos longitudinales de implementaciones exitosas muestran correlaciones significativas entre la sostenibilidad de las mejoras Lean y factores como el clima laboral, la retención de personal calificado y la capacidad de innovación incremental. Se proponen evaluaciones trimestrales que combinen mediciones cuantitativas con observaciones cualitativas estructuradas.

Finalmente, se recomienda establecer un programa de investigación aplicada en colaboración con instituciones académicas especializadas en ingeniería de alimentos. La evolución de los procesos lácteos artesanales requiere adaptaciones específicas de las metodologías Lean que deben documentarse y validarse científicamente. La experiencia internacional sugiere que las organizaciones que mantienen programas continuos de investigación y desarrollo logran tasas de mejora sostenida 2.3 veces superiores a aquellas que se limitan a la implementación inicial.

REFERENCIAS

- Albán Bonilla, B. M. (2020). *Bryan Marcelo Alban Bonilla*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Andaycura Risco, M. E., & Plasencia Fernandez, A. M. (2024). *Implementación de las herramientas de Lean Manufacturing y su impacto en la productividad de la empresa Agrofoods M & M*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Arévalo Jara, K. J. (2022). *Propuesta de mejora en el área de producción mediante la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing para reducir los costos de producción de la Empresa Molino Paquito E.I.R.L, Cajamarca 2021*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Argote, L. (2012). *Organizational learning: Creating, retaining and transferring knowledge* (2nd Edition ed.). New York: Springer Science & Business Media.
- Arias Córdova, A. M. (2025). *Propuesta de rediseño de una línea de producción para la fabricación de un nuevo producto en la empresa Helados Rey de los Andes*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Balarezo Sarmiento, M. A. (2022). *Diseño de Layout para la optimización de los procesos productivos en la lubricadora Salcedo*. Ambato: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Baquero Castillo, M., Rojas Aldana, J., & Sánchez Parra, A. (2024). *Optimización de los procesos de la industria alimentaria a través del uso de la metodología Lean Manufacturing*. Bogotá: Universidad EAN.

- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51 (6), 1173–1182. doi:<https://doi.org/10.1037/0022-3514.51.6.1173>
- Bello Silva, D. X., & Alvarado Meléndez, K. S. (2023). *Mejora de procesos para incrementar la productividad en la línea de producción de helados de la empresa de Casa Postres y Saldos SAC Cajamarca 2022*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Bendezu Santivañez, P., Vilchez Aquino, A., Velásquez Costa, J., & Vilchez Baca, H. (2024). Mejora de la productividad en los procesos de manufactura de una empresa de confección empleando 5S, Kanban Y SMED. *5th South American Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (págs. 205-217). Bogota: IEOM Society International, USA.
- Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of manufacturing technology management*, 17 (1), 56–72. doi:<https://doi.org/10.1108/17410380610639506>
- Bortolotti, T., Romano, P., Martínez Jurado, P. J., & Moyano Fuentes, J. (May de 2016). Towards a theory for lean implementation in supply networks. *International Journal of Production Economics*, 175, 182-196.
- Cabrera, Á. L. (2020). *CÓMO ELABORAR UN PROYECTO DE TESIS EN PREGRADO, MAESTRÍA Y DOCTORADO*. Lima: San Marcos E.I.R.L.
- CARIDAD, M. H. (2015). *ESTRATEGIAS DE MARKETING Y TOMA DE DECISIONES EN LAS MICROEMPRESAS*. Cajamarca.

- Carrión Miñano, E. J., & Tapia Perez, Y. E. (2024). *Aplicación del Diagrama Bimodal, TPM y 5S para reducir la merma en el área de procesamiento de mango de una fábrica del sector agroindustrial*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Castillo Matias, J. G., & Ramos Buendia, B. P. (2020). *Análisis del modelo Lean Manufacturing en la elaboración de productos a partir de cacao peruano*. Arequipa: Universidad Católica San Pablo.
- Caccya Trauco, A. A., & Reyes Rodriguez, R. (2025). *Implementación de herramientas TPM y SMED en el proceso productivo de polipropileno para mejorar la eficiencia general (OEE) en una microempresa de producción y comercialización*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/685151>
- Champy, M. H. (2005). *Reingeniería: Olvide lo que usted sabe sobre cómo debe funcionar una empresa. Casi todo está errado!* Bogota: NORMA.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd Edition ed.). New York: Routledge. doi:<https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Concha Guailla Jimi Gilberto, B. D. (2013). *Mejoramiento de la productividad en la empresa Induacero Cia. Ltda. en base al desarrollo e implementación de la metodología 5S y VSM, herramientas del Lean Manufacturing*. Riobamba .
- Consejo de coordinación de la escuela de posgrado. (2022). *Reglamento de normas y procedimientos para obtener el grado académico de maestro o doctor*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

Cuadros Amao, K. L., & Salinas Loayza, L. Z. (2020). *Implementación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos*. Lima: Universidad Ricardo Palma.

Cumming, G. (January de 2014). The New Statistics: Why and How. *Psychological Science*, 25(1), 7-29. Obtenido de <https://doi.org/10.1177/0956797613504966>

Ferrer Blas, R. I., Galarcep Barba, I., & Solano Gaviño, J. C. (2024). Lean Manufacturing in food production: Systematic review, bibliometric analysis and proposed application. *Scientia Agropecuaria*, 569-579.

Gamarra, M. A. (2016). *Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera*. Lima.

Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2 de Mayo de 2008). Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system. *Management Decision*, 46(4), 565-579. doi:10.1108/00251740810865067

Garrido Quezada, F. G., & Moncada Soberon, R. D. (2024). *Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de producción de helados en la empresa DONALE S.A.C, Chepén, La Libertad, 2024*. Chepén: Universidad César Vallejo.

Garvin, D. A. (1987). *Competing on the Eight Dimensions of Quality*. Massachusetts: Harvard Business Review.

Goff, D. H., & Hartel, R. W. (2013). *Ice Cream*. New York: Springer.

Gryna, F. M., Chua, R. C., & DeFeo, J. A. (1989). *Juran on Planning for Quality*. Mexico D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

Guevara, J. A. (2022). *Lean Manufacturing Modelos y Herramientas*. Pereira .

- Hayes, A. F. (2018). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach* (2nd ed. ed.). New York: Guilford Publications.
- Hernández Terrones, A. R. (2022). *Diseño de un plan de mejora del proceso de producción de quesos para incrementar la productividad en la Empresa de Productos Lácteos San Mateo S.R.L.* Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico, D. F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- HUAMÁN GUEVARA, A. M. (2018). “*ESTUDIO DE MERCADO, PARA LA TOMA DE* Cajamarca.
- Jadhav, J. R., Mantha, S. S., & Rane, S. B. (May de 2014). Exploring barriers in lean implementation. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5 (2), 122–148. Obtenido de <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2012-0014>
- Jara, K. J. (2021). *PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA MOLINO PAQUITO E.I.R.L.* Cajamarca.
- Jauregui, A. P. (2017). *LEAN MANUFACTURING: TOOLS TO IMPROVE PRODUCTIVITY IN BUSINESSES*. Valencia - España.
- JESSICA GARDENIA, C. M. (2020). *ANÁLISIS DEL MODELO LEAN MANUFACTURING EN LA* . Arequipa.
- John W, C. y. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. California, Estados Unidos .

Jones, D. T., & Womack, J. P. (2014). *Lean Thinking: Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar desperdicios y crear valor en la empresa*. Nueva York: Editorial Imagen.

Jordi Fortuny, L. C. (2008). *Metodología de implantación de gestión lean en plantas industriales*. Barcelona - España .

Kaisar Cevallos, E. A. (2024). *Mejoramiento del proceso de producción de helados tradicionales mediante herramientas de Lean Manufacturing para la microempresa helados Iglú de la ciudad de pujilí provincia de cotopaxi*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Langrish, T. (2002). *Optimization of ice cream manufacturing*. India : Food Reviews International.

Lavado Caycho, W. J., & Tirado Godinez, P. A. (2025). *Reducción de mermas de alimentos utilizando las metodologías Kaizen y 6S en una empresa distribuidora dedicada a la venta al por mayor de productos cárnicos y huevos*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Linares Contreras, A. D. (2018). *Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la Empresa Soquitex*. Lima: Universidad Privada de Ciencias Aplicadas.

Lino Moreno, S. E., Navarro Ayola, B. L., Salas, R., & Nallusamy, S. (2025). Enhancement of Operational Efficiency in a Plastic Manufacturing Industry Through TPM, SMED, and Machine Learning—Case Study. *Sustainability*, 17(7445), 1-30. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/su17167445>

López Hernández, F. J. (2024). *Seguimiento a la filosofía Lean Manufacturing en la cadena productiva de una empresa de alimentos procesados*. Michoacán: Instituto Tecnológico de Zitácuaro.

Martinez, A. (2007). *SECTOR LÁCTEO. INDUSTRIA DEL HELADO. UN ANÁLISIS DEL SECTOR*. Trujilio.

Mendo, A. M. (2023). *Metodología Lean Manufacturing Y Productividad En La Empresa Victoria*. Cajamarca.

Mendoza, R. &. (2018). *Aplicación de herramientas deLean Manufacturing en la industria de alimentos para mejorar la eficiencia y reducir costos*. Lima : Revista Peruana de Ingeniería Industrial .

Minchala Rivera, A. L. (2022). *Mejora del proceso productivo y de calidad de helados Dolys para aumentar el índice de satisfacción de los clientes*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.

Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total productive maintenance*. Massachusetts: Productivity Press.

Netland, T. H. (september de 2016). Critical success factors for implementing lean production: the effect of contingencies. *International journal of production research*, 54 (8), 2433-2448. doi:<https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1096976>

Nogueras Lozano, M. T., & Ballesté Morillas, E. (2020). *Estrategia de Supply Chain en tiempos de transformación digital*. Madrid: Sanz y torres.

Pallares., M. G. (2019). *Optimización de Procesos Productivos en la Industria Alimentaria mediante Herramientas de Lean Manufacturing*. España.

Paredes Arroyo, N. (2018). *Implementación de Lean Manufacturing para mejorar el sistema de producción en una empresa de metalmecánica*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Phillips, J. J. (2012). *Return on Investment in Training and Performance Improvement Programs* (2nd Edition ed.). London: Routledge.

Pozo Puértolas, R. (2024). Investigación aplicada en diseño. Etapas de la actividad. *Grafica*, 12(23), 93-100. Obtenido de <https://revistes.uab.cat/grafica/article/view/v12-n23-pozo/283-pdf-es>

Quispe Vásquez, L. R. (2024). *El Lean Manufacturing y la productividad en la producción del mango deshidratado, en una empresa agroindustrial de Cajamarca 2021*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

Rangel Anchundia, L. K., Moreira Romero, Á. F., Barberán Basurto, M. P., Hidrovo Macías, M. H., Tumbaco Cedeño, A. C., Zambrano Chavarría, M. E., . . . Veloz Párraga, F. J. (2024). *Lean Manufacturing para emprendedores*. Manta: Cuerpo Devoces.

Reyes Durán, M. G. (2025). *Reducción de tiempos en la preparación de los centros de trabajo mediante la implementación de la metodología SMED para la optimización de la eficiencia operacional en la empresa Mediimplantes SA durante el año 2025*. Bucaramanga: Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Rivero Burgos, R. Y. (2024). *Propuesta de mejora para incrementar la productividad en el proceso de producción de mango IQF en la empresa Procesadora Perú S.A.C. . Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.*

Rodrigo, A. (2016). *CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE PAN MOLDEBLANCO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE PAJURO (Erythrina edulis)*.

- Ross, S. A., Westerfield, R. W., & Jordan, B. D. (2019). *Fundamentals of Corporate Finance*. Mexico D.F.: McGraw Hill / Ryerson.
- Rüttimann, B. G., & Stöckli, M. T. (2022). *Elements of advanced manufacturing theory*. Cham: Springer.
- Salas González, K. A., & Hernández Silva, G. M. (2023). *Plan de mejora del proceso de elaboración de queso fundido (Quesillo) en la planta de lácteos “Las Mesas”, Santo Tomás, Chontales*. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Salas, M. P. (2018). *Los procesos de producción en las industrias alimenticias del sector norte*. Guayaquil.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Boston: Houghton Mifflin.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25 (4), 785-805. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272696307000228>
- Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Portland: Productivity Press.
- Socconini, L. (2019). *El sistema de gestión empresarial japonés que revolucionó la manufactura y los servicios*. Barcelona: Marge Books.
- Valdebenito Rodríguez, J. A. (2025). *Implementación de Lean Manufacturan y Metodologías de Mejora Continua: Adaptación de Estándares Globales para la Industria Nacional*. Santiago: Universidad del Desarrollo.
- Valencia Jarama, J. L., Gutierrez Canchasto, G. A., & Flores Marchán, V. M. (2025). Lean Manufacturing en el mejoramiento continuo de la productividad. *Scientific Electronic*

Library Online Venezuela, 5(2), 1-8. Obtenido de

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14002915>

Vargas Crisóstomo, E. L., & Camero Jiménez, J. W. (31 de Diciembre de 2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Scientific Electronic Library Online*, 24(2), 249-271.

Obtenido de
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-99932021000200249&script=sci_arttext&tlang=pt

Vásquez Quintero, L. (2005). *Producción y comercialización de helados en los municipios Marinilla y El Santuario*. Medellin: Universidad Nacional Abierta y a distancia.

Vincent, M. C., Maier, M., & Wegener, K. (2025). Optimizing process parameters in manufacturing to reduce carbon footprint with contextual Bayesian optimization. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 3381–3390.

Walstra, P., Wouters, J., & Geurts, T. (2006). *Dairy Science and Technology*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.

APÉNDICES

Apéndice A: Fichas de evaluación del proceso productivo

FICHA DE EVALUACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

Asociación de Productores de Derivados Lacteos Beky

Producción de Helado de Yogur

1. Información General

Fecha:		Nº de Lote:	
Producto Elaborado:		Operario Responsable:	

2. Insumos y Preparación

Insumo	Cantidad Programada	Cantidad Usada	Unidad	Observaciones
Yogur				
Fruta (especificar)				
Crema vegetal				
Azúcar				
CMC				
Agua destilada				

3. Tiempos de Proceso

Actividad	Hora de Inicio	Hora de Fin	Duración (min)	Observaciones
Preparación de insumos				
Mezcla y batido				
Pasteurización (si aplica)				
Llenado de moldes/cubetas				
Congelación				

4. Eficiencia y Control

Parámetro Evaluado	Valor Obtenido	Unidad	Observaciones

Producción obtenida		Cubetas de 3 kg	
Merma generada		%	
Tiempo total de producción		Horas	
Tiempo de inactividad		Horas	
Productividad		%	
Rentabilidad estimada (por lote)		S/.	

5. Verificación del Orden y Limpieza (5S)

Área	Cumple (Sí/No)	Observaciones
Estación de trabajo limpia		
Insumos etiquetados		
Equipos organizados		
Señalización visible		

6. Firmas

Firma del Operario:	
Revisado por (Supervisor):	
Fecha de Revisión:	

Apéndice B: Instrumento de evaluación sensorial del producto

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL HELADO DE YOGUR

Asociación Beky – Panel de Catación

1. Información General

Fecha:		Nombre del Catador:	
Lote N°:		Sabor Evaluado:	

2. Criterios Sensoriales

Escala de evaluación: 1 = Muy deficiente, 10 = Excelente

Parámetro Evaluado	Puntuación (1-10)	Observaciones
Apariencia		
Textura		
Sabor		
Consistencia		
Aceptación general		

3. Observaciones Generales

Firma del Catador: _____

Apéndice C: Ficha técnica del helado de yogur

FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO: HELADO DE YOGUR											
Asociación Beky – Producción Artesanal											
1. Información General del Producto											
<table border="1"> <tr> <td>Nombre del producto:</td><td>Helado de Yogur</td></tr> <tr> <td>Presentación:</td><td>Cubeta de 3 kg</td></tr> <tr> <td>Vida útil estimada:</td><td>30 días (conservación a -18 °C)</td></tr> <tr> <td>Condiciones de almacenamiento:</td><td>Congelado, evitar exposición a la luz y calor</td></tr> </table>		Nombre del producto:	Helado de Yogur	Presentación:	Cubeta de 3 kg	Vida útil estimada:	30 días (conservación a -18 °C)	Condiciones de almacenamiento:	Congelado, evitar exposición a la luz y calor		
Nombre del producto:	Helado de Yogur										
Presentación:	Cubeta de 3 kg										
Vida útil estimada:	30 días (conservación a -18 °C)										
Condiciones de almacenamiento:	Congelado, evitar exposición a la luz y calor										
2. Ingredientes											
<ul style="list-style-type: none"> - Yogur natural - Fruta natural (fresa, mango, arándano, etc.) - Azúcar - Crema vegetal - Agua destilada - CMC (estabilizante) - Color y saborizante natural 											
3. Parámetros del Producto											
<table border="1"> <tr> <td>Color</td><td>Acorde al sabor (rosado, amarillo, morado)</td></tr> <tr> <td>Textura</td><td>Suave, cremosa, sin cristales</td></tr> <tr> <td>Sabor</td><td>Dulce, con presencia del sabor de la fruta</td></tr> <tr> <td>Olor</td><td>Característico del yogur con fruta</td></tr> <tr> <td>Consistencia</td><td>Homogénea y firme</td></tr> </table>		Color	Acorde al sabor (rosado, amarillo, morado)	Textura	Suave, cremosa, sin cristales	Sabor	Dulce, con presencia del sabor de la fruta	Olor	Característico del yogur con fruta	Consistencia	Homogénea y firme
Color	Acorde al sabor (rosado, amarillo, morado)										
Textura	Suave, cremosa, sin cristales										
Sabor	Dulce, con presencia del sabor de la fruta										
Olor	Característico del yogur con fruta										
Consistencia	Homogénea y firme										
4. Información Nutricional Aproximada (por 100g)											
<table border="1"> <tr> <td>Valor energético</td><td>110 kcal</td></tr> <tr> <td>Proteínas</td><td>3 g</td></tr> <tr> <td>Grasas</td><td>4 g</td></tr> <tr> <td>Carbohidratos</td><td>16 g</td></tr> </table>		Valor energético	110 kcal	Proteínas	3 g	Grasas	4 g	Carbohidratos	16 g		
Valor energético	110 kcal										
Proteínas	3 g										
Grasas	4 g										
Carbohidratos	16 g										

Apéndice 4: Ficha de análisis microbiológico de alimentos

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS						
SOLICITANTE: Tesista: Leslie Mirely Rodríguez Gálvez	FECHA: 25-11-2024.	Producto: Helado de yogur frutado sabor Mango	HORA DE INGRESO: 2:00 p.m			
REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DS N° 007-98-SA RM N° 594-2006 SA/DM						
REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA HELADO Y MEZCLA PARA HELADOS						
Límite por g.						
Categoría	Clase	n	c	m	M	
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10^4	10^5
Coliformes	5	3	5	2	10^3	2×10^3
Staphylococcus aureus	8	3	5	1	10	10^3
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia/25g	—
Listeria Monocytogenes en 25 g.	10	2	5	0	Ausencia/25g	—

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO						
REPETICIONES	MUESTRA	Aerobios mesófilos	Coliformes	S. aureus	Salmonella sp.	Listeria M.
		(UFC/g)	(NMPC/g)	UFC/ml	UFC/ml	UFC/ml
1	Helado	25×10^1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
2	Helado	28×10^1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
3	Helado	35×10^1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
4	Helado	30×10^1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
5	Helado	27×10^1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

RESULTADOS	
Producto apto para el consumo humano	

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
Dr. José Gregorio Hernández

[Handwritten signature over the logo]

Observaciones: La carga microbiana está dentro de los límites mínimo y máximo permisibles, pero aun así, si tomamos en consideración que la multiplicación microbiana es de forma logarítmica en promedio de tiempo de 10 a 20 minutos, por lo que se recomienda sistemas de minimización de carga microbiana para no poner en riesgo la deterioración del helado.

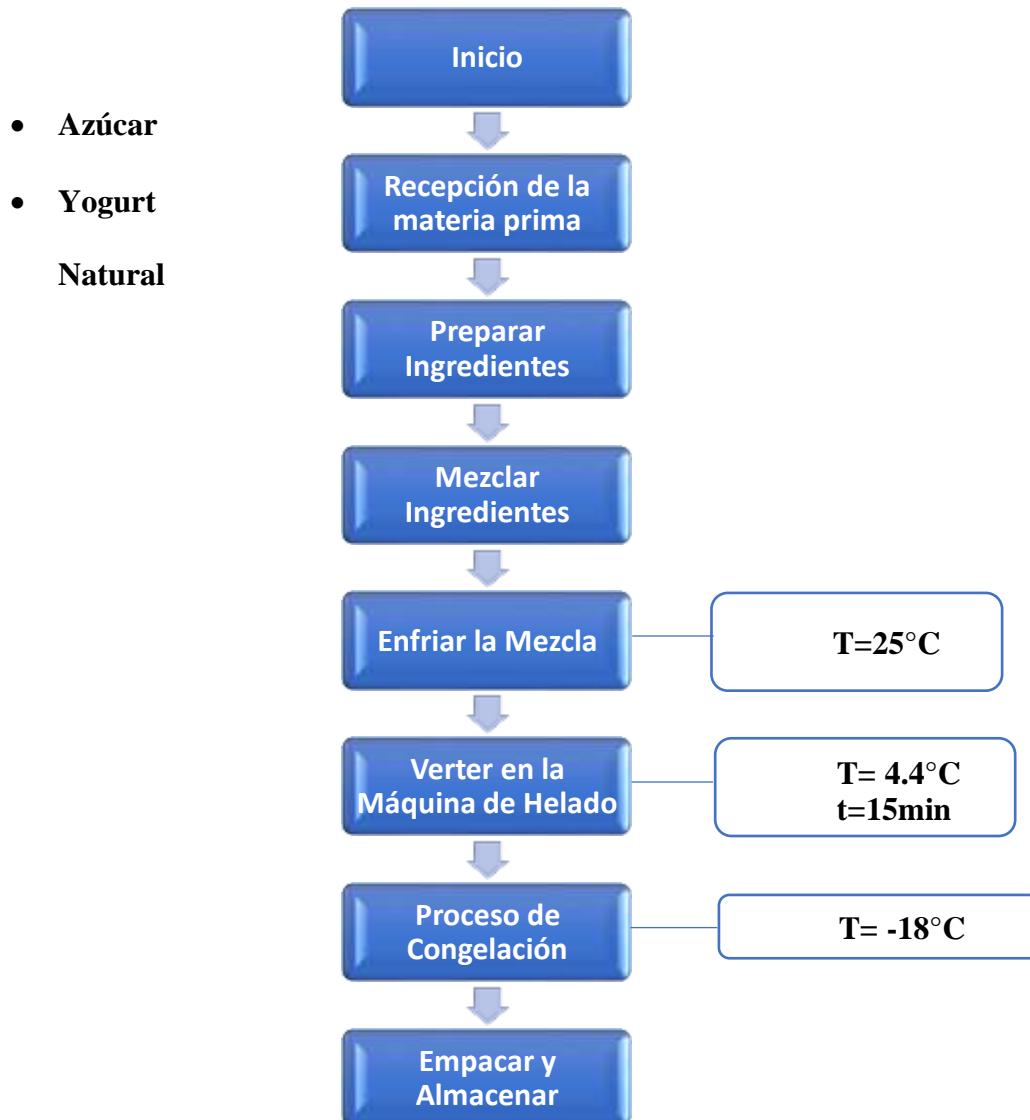
Apéndice 5: Matriz de involucrados en la implementación de herramientas Lean Manufacturing en la Asociación Beky

MATRIZ DE INVOLUCRADOS				
NOMBRE DE LOS INTERESADOS	CATEGORÍA O TIPO	PODER	INTERÉS	ESTRATEGIA DE GESTIÓN
RODRIGUEZ GALVEZ LESLIE MIRELLY	Gerente	Alto	Alto	Gestionar de cerca
RUIZ ESPINOZA AMMY ELIZABETH	Directora De Calidad	Alto	Alto	Gestionar de cerca
RODRIGUEZ GALVEZ ELVER NEY	Tesorero	Alto	Alto	Gestionar de cerca
TAPIA DE GALVEZ GRICELDA	Proveedores De Leche	Alto	Alto	Gestionar de cerca
LIVAJUE GALVEZ MAYDA MARY	Vocal	Alto	Alto	Gestionar de cerca
SALAZAR ARANA JHONATAN JUAN	Secretario	Alto	Alto	Gestionar de cerca
SOTO AGUILAR LAUREN YOBANY	Gestora Comercial	Alto	Alto	Gestionar de cerca
LEYVA BARBOZA LIZET MARICEL	Proveedores De Leche	Alto	Alto	Gestionar de cerca
BUSTAMANTE MEJIA NEL EMERSON	Gestora Comercial Y Marketing	Alto	Alto	Gestionar de cerca
EDQUEN DÍAZ JOSÉ JUNIOR	Proveedores De Leche	Alto	Alto	Gestionar de cerca
CLIENTES	Consumidores	Alto	Alto	Mantener informado y satisfechos
AGROIDEAS	Financiador Del Proyecto	Alto	Alto	Mantener satisfecho
EMPLEADOS	Internos	Alto	Alto	Monitorear

ANEXOS

Anexo 1: Diagrama de flujo de proceso general de elaboración de helados de yogurt

Flujograma de proceso de helado de yogurt



Anexo 2: Ficha de Análisis Documental.

Presenta el registro de los datos operativos y de control de calidad obtenidos durante el año 2024 en la Asociación de Productores de Derivados Lácteos Beky. Este registro corresponde a la etapa de diagnóstico inicial (SLM: enero a junio) y a la fase de aplicación del Lean Manufacturing (CLM: julio a diciembre). La tabla resume los indicadores de eficiencia operativa y calidad del producto, mostrando la evolución de variables clave como la productividad, las mermas, el tiempo de producción efectiva y los parámetros sensoriales del helado de yogur (sabor, textura, apariencia y color).

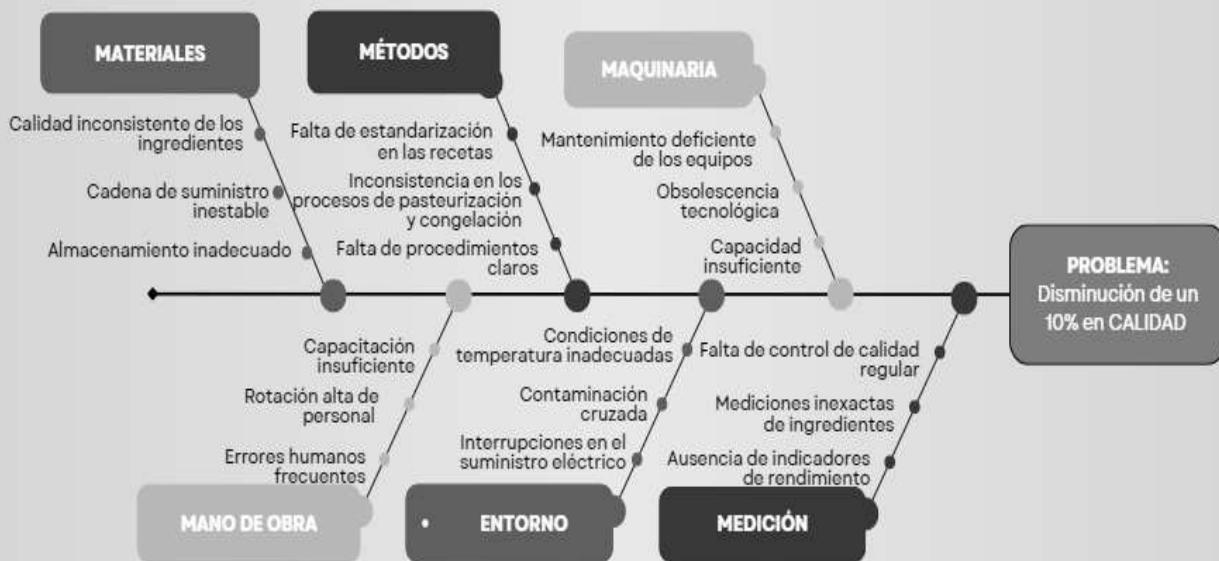
		OPTIMIZACIÓN DE PROCESO PRODUCTIVO DE HELADO DE YOGURT										
DATOS GENERALES		EFICIENCIA OPERATIVA					CONTROL DE CALIDAD O CALIDAD DEL PRODUCTO					Año: 2024 SLM Enero a Junio CLM Julio a Diciembre
Fecha	LM	PO	MP	RU	P	Mer	Sab	AC	Azu	AM	Ins	
1/01/2024	1	150	180	650	24.31	0.1200	83	5	27	0	1	
5/01/2024	1	150	180	650	24.31	0.1200	83	5	27	0	2	
30/07/2024	2	175	180	650	27.08	0.0200	91	4	20	1	1	
8/07/2024	2	175	180	650	27.08	0.0200	91	4	20	1	2	

Nota. *LM*: Lean Manufacturing; *PO*: Producción obtenida (L); *MP*: Materia prima utilizada (L); *RU*: Recursos utilizados (energía, agua, mano de obra); *P*: Productividad (%); *Mer*: Merma (%); *Sab*: Sabor (evaluación sensorial en escala de 1 a 10); *AC*: Apariencia y color (escala sensorial de 1 a 10); *Azu*: Azúcares totales (%); *AM*: Aditivos y mantenimiento.

Anexo 3: Diagrama de causa y efecto para la baja eficiencia en la producción de helado de yogurt.

El diagrama de causa y efecto identifica los factores que generan la baja eficiencia y calidad en la producción de helado de yogur artesanal en la Asociación VEKY. Las causas principales se agrupan en materiales, métodos, maquinaria, mano de obra, entorno y medición, destacando la falta de estandarización, mantenimiento deficiente y capacitación insuficiente. Estos factores ocasionan una disminución del 10% en la calidad del producto, evidenciando la necesidad de aplicar herramientas de **Lean Manufacturing** para optimizar los procesos productivos

Problemas en la calidad del helado artesanal VEKY



Anexo 4: Área de producción antes y después de la aplicación de la metodología 5S

Área de recepción de leche antes de Lean Manufacturing



Área de recepción de leche después de Lean Manufacturing



Área de batido de leche antes de Lean Manufacturing



Área de batido de leche después de Lean Manufacturing

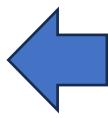


Anexo 5: Comparación visual de la organización de insumos antes y después del orden aplicado (5S)

Área de insumos de leche antes de Lean Manufacturing



Área de insumos de leche después de Lean Manufacturing



Organización del pesado de insumos secos y líquidos para mejorar el orden y reducir tiempos en la etapa de preparación

Anexo 6: Cambios en la zona de almacenamiento aplicando Kanban

Mejora en la zona de almacenamiento: de un espacio desordenado y con difícil acceso, a una organización visual con insumos clasificados, etiquetados y fácilmente localizables.



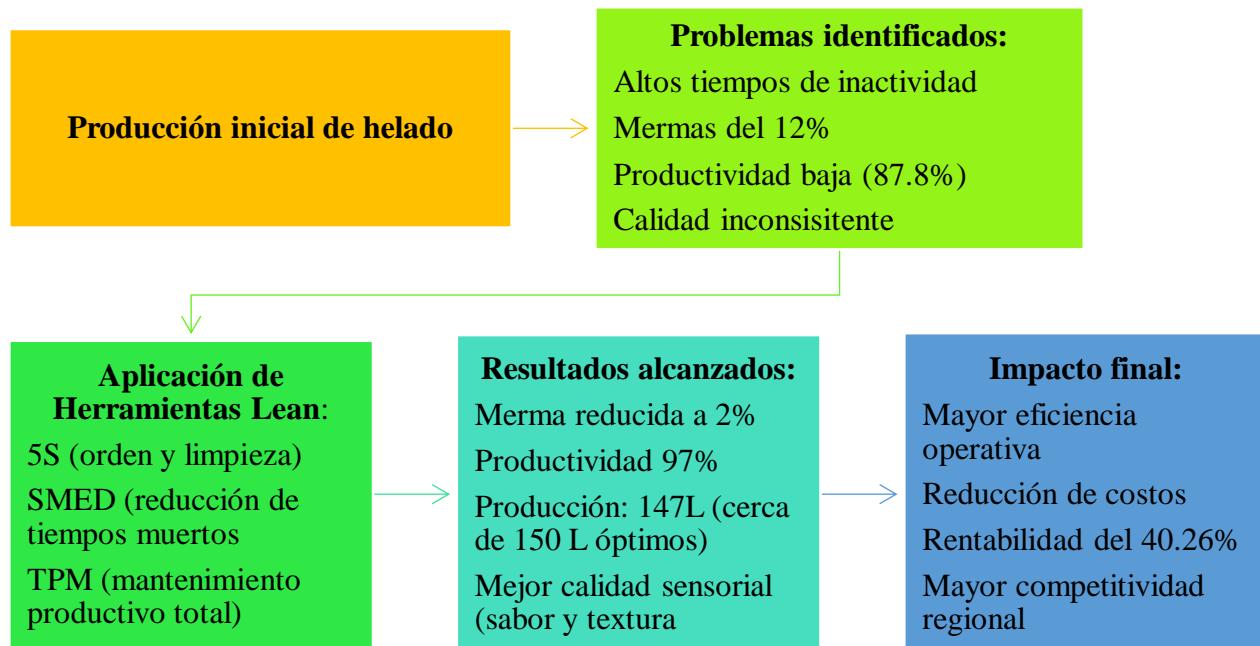
Anexo 7: Resultados visuales del producto final: textura, color y presentación mejorados

Mejora visual del producto final: se observan cubetas de helado con mejor apariencia organoléptica, lograda tras la estandarización del proceso. Se aprecia mayor uniformidad



Anexo 8: Flujo del proceso de implementación y resultados de Lean Manufacturing.

El diagrama de las etapas claves desde el diagnóstico inicial, la aplicación de herramientas Lean (5S, SMED, TPM y Kanban), hasta los resultados alcanzados y el impacto final en la Asociación Beky. Se evidencian mejoras en eficiencia operativa, reducción de mermas y costos, incremento de la productividad y un impacto positivo en la rentabilidad y competitividad regional.



Nota. Elaboración propia.