

**Análisis de las Variables Logísticas que Impactan la Producción de Queso A Través de  
la Herramienta de Diseño de Experimentos en Empresas del Paujil, Caquetá**

Karen Tatiana Escobar Rojas

Anlli Paola Peña Ramos

Yeymy Lizeth Estrada Orozco

Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios-ECACEN

Contaduría Pública

2025

## **Dedicatoria**

Quiero dedicarle este logro a mi madre Luz Mery Rojas y a mi papá Cesar Escobar, por ser mi origen y mi guía, gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y por creer en mí incluso cuando yo mismo dudaba, este logro les pertenece tanto como a mí, pues es el fruto de las semillas que plantaron con tanto sacrificio.

A mi pareja Kevin Novoa, por ser mi equilibrio y mi paz, gracias por la paciencia infinita, por comprender mis ausencias y por alentarme a seguir adelante cuando el camino se tornaba difícil, tu presencia ha sido el motor que me impulsó a no rendirme.

A mi hijo Ethan Samuel, mi mayor inspiración y mi razón de ser, todo este esfuerzo tiene como fin construir un mejor futuro para ti, eres la luz que ilumina mis días y el recordatorio constante de que los sueños, con amor y disciplina, se hacen realidad.

Finalmente, expreso mi gratitud a la Universidad UNAD, gracias por abrirme sus puertas y por brindarme las herramientas necesarias para crecer profesionalmente en sus aulas virtuales y espacios de aprendizaje no solo encontré conocimiento, sino también la disciplina para alcanzar esta meta.

Karen Tatiana Escobar Rojas

Dedico este logro, en primer lugar, a mis padres quienes con su amor incondicional sembraron en mí la semilla de la perseverancia y me enseñaron que la educación es la herramienta más poderosa para transformar la realidad, a mi esposo, por ser mi apoyo inquebrantable y el refugio seguro en los momentos de mayor exigencia, tu fe en mis capacidades fue el impulso necesario

para culminar esta etapa; finalmente, a mi hijo, mi mayor fuente de inspiración, a quien espero entregar el ejemplo de que con determinación, no existen metas inalcanzables; a todos ustedes, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, les entrego con orgullo este fruto de nuestro camino compartido, dedico también este esfuerzo a la búsqueda incansable del conocimiento, con la firme convicción de que este trabajo sea el testimonio de una voluntad decidida a contribuir con integridad y rigor al progreso de nuestra sociedad.

Con profunda gratitud y respeto.

Anlli Paola Peña Ramos

## **Agradecimiento**

Hoy cierro una etapa fundamental con el corazón lleno de gratitud hacia la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Gracias por ser esa institución que rompe barreras geográficas y temporales, permitiéndonos soñar en grande sin importar dónde estemos y por creer en la autonomía como motor del aprendizaje.

A la Profesora Teresa Otálvaro, mi más profundo reconocimiento, gracias por su paciencia infinita, por la claridad en cada tutoría y por ir más allá de la teoría para enseñarnos la pasión por la excelencia.

De igual manera, extendiendo mi agradecimiento a nuestra Directora Yeimi Estrada, su liderazgo ejemplar y su compromiso con la calidad educativa son los pilares que sostienen nuestro proceso formativo, gracias por gestionar con visión y por asegurar que cada estudiante cuente con el respaldo necesario para culminar con éxito sus metas.

## Resumen

El presente estudio aborda el análisis de las variables logísticas que inciden en la producción de queso en las empresas del municipio de El Paujil, Caquetá, una región destacada por su potencial lechero en Colombia, utilizando la herramienta de Diseño de Experimentos (DOE), se identificaron factores críticos como la temperatura en las fases de alistamiento y transporte, la cadena de frío y el tiempo de traslado, los cuales afectan significativamente la calidad del producto, la investigación, basada en entrevistas a empresas locales, revela que las condiciones climáticas, el estado de las vías rurales y la falta de infraestructura de almacenamiento son retos recurrentes que limitan la eficiencia logística y la competitividad del sector.

Los resultados obtenidos evidencian que el control de la temperatura, el manejo adecuado de la cadena de frío y la optimización del transporte son esenciales para garantizar un producto de calidad, a través del DOE, se determinaron los parámetros ideales para cada fase, como mantener temperaturas entre 1 °C y 5 °C y tiempos de transporte de hasta 1.5 horas, mitigando los puntos críticos detectados, esta información no solo permite mejorar los procesos actuales, sino que también fomenta el fortalecimiento de la industria quesera en el Paujil, promoviendo su sostenibilidad y su capacidad de competir en mercados más amplios.

**Palabras claves:** Producción de queso, Variables logísticas, Diseño de experimentos (DOE), Industria láctea, Optimización logística.

### **Abstract**

This study addresses the analysis of the logistic variables that affect cheese production in companies in the municipality of El Paujil, Caquetá, a region known for its dairy potential in Colombia, using the Design of Experiments (DOE) tool, critical factors such as temperature in the preparation and transportation phases, the cold chain and the transfer time were identified, which significantly affect the quality of the product, the research, based on interviews with local companies, reveals that weather conditions, the state of rural roads and the lack of storage infrastructure are recurring challenges that limit the logistics efficiency and competitiveness of the sector.

The results obtained show that temperature control, proper management of the cold chain and transport optimization are essential to guarantee a quality product, through the DOE, the ideal parameters for each phase were determined, such as maintaining temperatures between 1 °C and 5 °C and transport times of up to 1.5 hours, mitigating the critical points detected, this information not only allows for improvements to current processes, but also encourages the strengthening of the cheese industry in el Paujil, promoting its sustainability and its ability to compete in broader markets.

**Keywords:** Cheese production, Logistic variables, Design of experiments (DOE), Dairy industry, Logistic optimization.

## Tabla de Contenido

Análisis de las Variables Logísticas que Impactan la Producción de Queso A Través de la Herramienta de Diseño de Experimentos en Empresas del Paujil, Caquetá.....	1
Dedicatoria .....	2
Agradecimiento .....	4
Resumen .....	5
Abstract.....	6
Introducción .....	11
Justificación.....	12
Objetivos .....	13
Objetivo General.....	13
Objetivos Específicos .....	13
Planteamiento del Problema.....	14
Pregunta Problema.....	15
Marco Teórico.....	16
La Producción de Queso y su Relevancia para la Economía Caqueteña .....	16
Ejemplos de Estudios Similares .....	19
<i>Optimización de la Producción de Queso Cheddar.....</i>	<i>19</i>
<i>Evaluación del Efecto de la Temperatura y el Tiempo de Maduración en la Calidad del Queso Gouda .....</i>	<i>19</i>

<i>Desarrollo de un Nuevo Queso Fresco</i> .....	20
Marco Conceptual.....	21
Metodología .....	22
Población y Muestra .....	22
<i>Población</i> .....	22
<i>Muestra</i> .....	23
<i>Instrumentos</i> .....	23
Resultados .....	24
Diagnóstico de Fases de Producción de Queso .....	26
<i>Fases de Alistamiento</i> .....	26
<i>Fase de Empaque</i> .....	26
<i>Fase cadena de Frío</i> .....	27
<i>Fase transporte Local</i> .....	27
Identificación de las Variables Logísticas en la Producción de Queso.....	29
Conclusiones .....	42
Recomendaciones .....	44
Referencias Bibliograficas .....	45

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> Empresas Visitadas .....	24
<b>Tabla 2</b> Niveles de Temperatura en cada una de las Fases Logística .....	29

### Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Diagrama general para la elaboración de queso fresco. ....	17
<b>Figura 2</b> Formación del coagulo de caseína.....	18
<b>Figura 3</b> Censo de Plantas de Alimentos y Beneficio Animal del Caquetá.....	22
<b>Figura 4</b> Empresas que conforman la población directa de la marca colectiva Queso del Caquetá .....	23
<b>Figura 5</b> Se refleja el plan de trabajo .....	31
<b>Figura 6</b> Planta de trabajo con los resultados obtenidos después de aplicar las pruebas con los datos sugeridos.....	32
<b>Figura 7</b> Resultados análisis Minitab19.....	33
<b>Figura 8</b> Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19.....	33
<b>Figura 9</b> Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19.....	34
<b>Figura 10</b> Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19.....	35
<b>Figura 11</b> Resumen del modelo .....	35
<b>Figura 12</b> Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19.....	36
<b>Figura 13</b> Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19.....	37
<b>Figura 14</b> Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19.....	38
<b>Figura 15</b> Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19.....	39
<b>Figura 16</b> Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19.....	40
<b>Figura 17</b> Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19.....	41

## **Introducción**

El sector quesero en Caquetá, Colombia, se encuentra en un periodo de notable crecimiento, impulsando el desarrollo de las fábricas de queso en la región. Este auge presenta una oportunidad para optimizar los procesos productivos y logísticos, mejorando la eficiencia y la rentabilidad de las empresas. Sin embargo, para capitalizar plenamente este crecimiento, es fundamental comprender las variables logísticas que influyen en la producción de queso y cómo estas pueden ser gestionadas eficazmente. Este estudio se centra en el análisis de las variables logísticas que impactan la producción de queso en empresas formales del municipio de El Paujil, Caquetá. Mediante la aplicación de la herramienta de Diseño de Experimentos (DOE), se busca identificar y evaluar el efecto de variables clave como la preparación, el empaquetado, la cadena de frío y el transporte local en los procesos logísticos de estas empresas. A través de entrevistas con los productores y el análisis de datos, se determinará el impacto de cada variable en la eficiencia, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones y la optimización de la cadena de suministro del queso en la región. Este análisis contribuirá a fortalecer la competitividad del sector quesero en El Paujil, aprovechando el potencial de crecimiento del mercado y promoviendo la sostenibilidad de la industria.

## **Justificación**

La industria quesera en Colombia desempeña un papel estratégico en la economía nacional, especialmente en regiones como Caquetá, reconocida como uno de los cinco principales departamentos productores de lácteos del país, según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, el crecimiento en el consumo de leche entre 2017 y 2020 refleja señales positivas para el desarrollo del sector quesero, lo que subraya la importancia de implementar estrategias que optimicen la producción y comercialización de queso en zonas estratégicas como El Paujil, (COLOMBIA, 2020).

La producción lechera en el departamento del Caquetá es una de las más destacadas en Colombia, con un volumen aproximado de 1,8 a 2 millones de litros diarios de leche, posicionándose como una de las principales cuencas lecheras del país. (CONtexto ganadero, 2021), además, esta producción impacta directamente la economía local, pues cerca del 25% de la población está vinculada directa o indirectamente a la actividad ganadera, este nivel de producción es soportado por prácticas sostenibles como los sistemas silvopastoriles y el mejoramiento de forrajes, lo que ha incrementado tanto la cantidad como la calidad de la leche (CONtexto ganadero, 2021).

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar las variables logísticas con la herramienta de diseño de experimentos DOE que impactan las empresas de transformación de leche en el Paujil, Caquetá.

### **Objetivos Específicos**

Diagnosticar las fases de alistamiento, empaque, cadena de frío y transporte terrestre del producto, a través del análisis de los procesos internos.

Identificar las variables logísticas internas y externas prevalentes en empresas de transformación de leche, en el municipio de Paujil, Caquetá.

Determinar el impacto de las variables logísticas identificada en las empresas de transformación de leche, mediante la herramienta de diseño de experimentos DOE.

## Planteamiento del Problema

La producción de queso es una de las actividades económicas más importantes en el Pajil, Caquetá, debido a su aporte al desarrollo económico local y a la generación de empleo en la región, sin embargo, las empresas queseras enfrentan múltiples desafíos relacionados con las variables logísticas que impactan significativamente la eficiencia y la calidad del producto.

Una de las dificultades es el abastecimiento de materia prima (leche), en calidad y en la cantidad de la leche recolectada, porque estas varían dependiendo de factores como las condiciones climáticas, la distancia entre los proveedores y las empresas, además, la falta de mecanismos adecuados de conservación durante el transporte afecta el contenido fisicoquímico de esta, favoreciendo la producción de formadoras de colonias (STEFANNY, 2014).

Además, el transporte representa otro factor crítico debido al estado deficiente de las vías rurales y la falta de infraestructura adecuada, lo que genera retrasos significativos y un incremento en los costos logísticos, estos problemas son particularmente relevantes en el departamento del Caquetá, donde la distancia entre las áreas de producción y los mercados dificulta la distribución eficiente de los quesos. (Rojas-Quintero & Sanabria, 2021).

El almacenamiento también enfrenta limitaciones importantes, gran parte de los productores en el municipio de el Pajil no cuentan con instalaciones adecuadas que garanticen las condiciones óptimas de conservación, como humedad y temperatura controladas, esto repercute en la calidad final del queso, especialmente en aquellos tipos que requieren procesos de maduración o conservación prolongada. (Rojas-Quintero & Sanabria, 2021).

**Pregunta Problema**

¿Cuál es el Análisis de las variables que afectan la eficiencia logística de las empresas formales de producción de queso del municipio de el paujil, Caquetá, mediante la metodología de diseños de experimentos (DOE).

## **Marco Teórico**

### **La Producción de Queso y su Relevancia para la Economía Caqueteña**

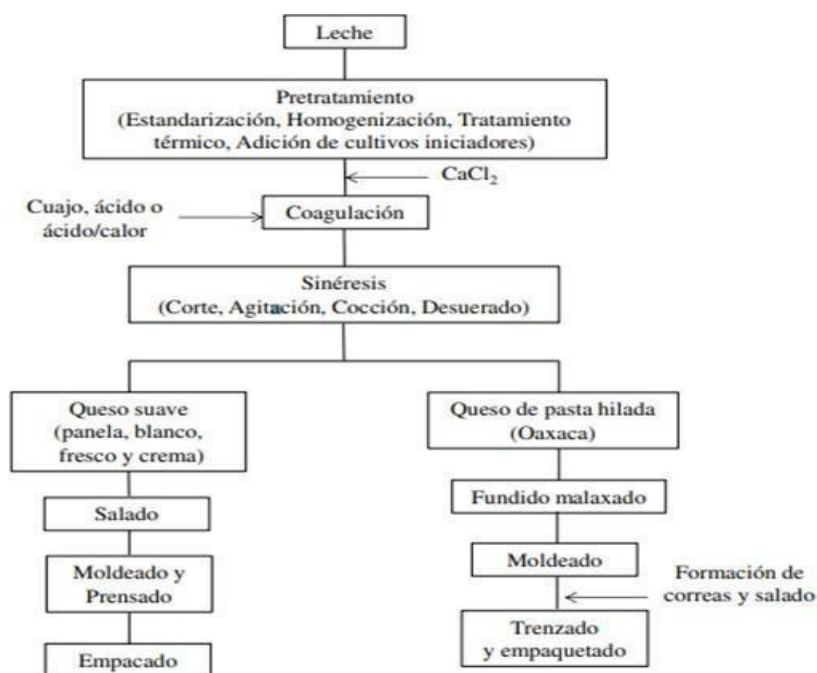
El queso es el producto obtenido por coagulación de la leche cruda o pasteurizada, constituido esencialmente por caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado (Eck, 2000).

De acuerdo con el Codex Alimentarius de la FAO/OMS (2008), el queso es el producto sólido o semisólido, madurado o fresco, en el que el valor de la relación suero proteínas/caseína no supera al de la leche, y que es obtenido por coagulación de la leche por medio de la acción del cuajo o de otros agentes coagulantes adecuados, con un escurrido parcial del lactosuero (Scott et al., 1998).

El proceso de elaboración del queso es bastante simple, no obstante, involucra fenómenos físicos y químicos muy complejos, se trata esencialmente de un proceso de concentración, a partir, de la coagulación de la proteína mayoritaria de la leche por la acción enzimática (cuajo) u otro coagulante de tipo ácido (Johnson & Law, 2011).

**Figura 1**

Diagrama general para la elaboración de queso fresco.



*Nota.* Adaptado de Gunasekaran & Ak, 2003.

El paso indispensable en la elaboración de los quesos, es la coagulación de la caseína, provocada mediante la acción combinada de enzimas proteolíticas y calcio, el proceso de formación del coágulo incluye 2 etapas, en la primera, se desarrolla un proceso enzimático modulado por la quimosina, la cual rompe los enlaces entre los aminoácidos fenilalanina y metionina presentes en la  $\kappa$ -caseína, liberándose el glicomacropéptido en la solución, en la segunda etapa, los agregados de para- $\kappa$ -caseína producen el coágulo (Udayarajan, 2007), hasta la etapa de coagulación, los procedimientos básicos en la elaboración de los diferentes tipos de quesos son muy similares; sin embargo, las etapas siguientes varía de acuerdo con el tipo de queso a producir.

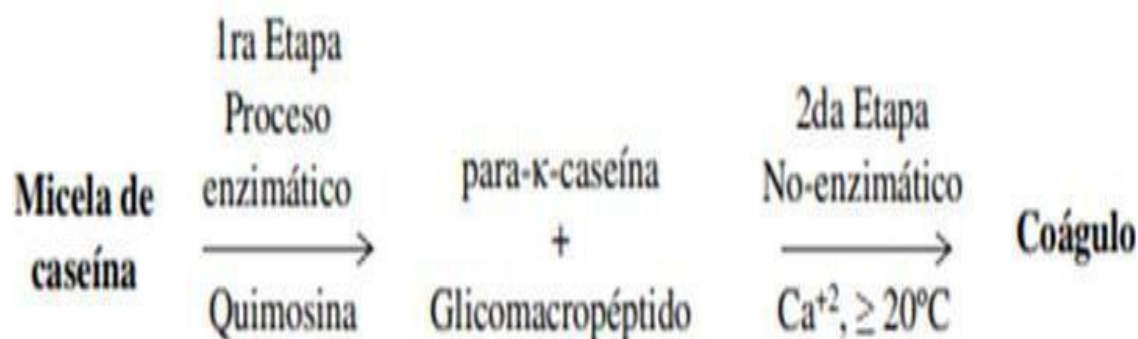
Una vez que la leche se ha coagulado, se debe proceder al cortado del coágulo (cortes verticales y horizontales) en pequeños cubos, para favorecer la eliminación del suero, posteriormente se procede a su moldeado.

El moldeado tiene como finalidad dar forma al queso y ayudar a que los gránulos de la cuajada se aglomeren, los moldes pueden ser cilíndricos, cuadrados o alargados, generalmente, el moldeo y el prensado se realizan utilizando el mismo equipo, pues los moldes tienen dispositivos que ejercen presión sobre el queso, comúnmente en el caso de quesos suaves como del tipo fresco, no es necesario aplicar presión, pues es suficiente con la que provoca el propio peso del queso.

El salado, además, de proporcionar sabor al producto, evita la proliferación de microorganismos y contribuye a la formación de la corteza del queso, en el proceso, se utiliza sal cristalizada o salmueras de diferentes concentraciones, de acuerdo con el tipo de queso.

## Figura 2

Formación del coágulo de caseína.



*Nota.* Adaptado de Udayarajan, 2007.

La mencionadas en el párrafo anterior son entidades del sector como el Consejo Ganadero del Caquetá han identificado al queso como el principal producto generador de valor en la cadena láctea de la región, lo que los ha llevado a proponer estrategias para mejorar el sector en los últimos años a través de programas como el pacto Caquetá y la ruta del queso en prospectiva en la línea de pensamiento y estrategia, dentro del tema de la inteligencia competitiva, el grupo busca hacer un aporte positivo a la gestión organizacional de los participantes del sistema logístico del queso caquetá, al mismo tiempo que aumenta la visibilidad de la universidad. Investigación.

### **Ejemplos de Estudios Similares**

Se anexo tres estudios similares que han utilizado la herramienta DOE en la producción de queso.

#### ***Optimización de la Producción de Queso Cheddar***

Un estudio publicado en la revista "Journal of Dairy Science" utilizó la herramienta DOE para optimizar la producción de queso cheddar, los autores evaluaron el efecto de la temperatura de coagulación, el tiempo de coagulación y la concentración de cultivo en la calidad del queso (Journal of Dairy Science, 2018).

#### ***Evaluación del Efecto de la Temperatura y el Tiempo de Maduración en la Calidad del Queso Gouda***

Un estudio publicado en la revista "Journal of Food Science" utilizó la herramienta DOE para evaluar el efecto de la temperatura y el tiempo de maduración en la calidad del queso gouda (Journal of Food Science, 2019).

### ***Desarrollo de un Nuevo Queso Fresco***

Un estudio publicado en la revista "Journal of Dairy Technology" utilizó la herramienta DOE para desarrollar un nuevo queso fresco, los autores evaluaron el efecto de la concentración de cultivo, la temperatura de coagulación y el tiempo de coagulación en la calidad del queso (Journal of Dairy Technology, 2020).

## **Marco Conceptual**

La industria láctea en Colombia ha mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años, con el departamento de Caquetá destacándose como uno de los principales productores de leche, sin embargo, los desafíos logísticos que enfrentan las empresas queseras en regiones rurales, como El Paujil, impactan negativamente en la eficiencia productiva y calidad del producto.

En las encuestas realizadas se obtuvo que las variables logísticas afectan en la producción de queso, las cuales se identificaron estas facetas:

**Empaque:** materiales que se utilizan para envolver y proteger un producto.

**Cadena de frío:** sistema que garantiza el mantenimiento de la temperatura de productos sensibles a la temperatura.

**Transporte local/distribución:** traslado de mercancías en distancias cortas, largas, generalmente dentro de un área urbana o regional.

## Metodología

La metodología propuesta busca identificar, analizar y optimizar las variables logísticas que influyen en la producción de queso, utilizando el Diseño de Experimentos (DOE) como herramienta principal, este enfoque permitirá establecer relaciones causales entre las variables clave, mejorar la eficiencia del proceso productivo y garantizar la calidad del producto final.

## Población y Muestra

### *Población.*

Las empresas de producción de queso del Caquetá están integradas por seis empresas caqueteñas, que elaboran sus productos a partir de insumos de alta calidad, son empresas comprometidas con el medio ambiente, promoviendo entre sus proveedores la gestión ganadera sostenible, la conservación del bosque y las buenas prácticas de ordeño, para la producción de leche ecológica de alta calidad, fortaleciendo así, el sentido de pertenencia como un valor único que hace de la denominación de origen algo espacial.

### *Figura 3*

#### *Censo de Plantas de Alimentos y Beneficio Animal del Caquetá*

EL PAUJIL	ESTABLECIMIENTO PROPIEDAD DEL SEÑOR JHON JAIRO ARIAS CRUZ- INDUSTRIA DE LACTEOS PUERTO UMBRIA	KM 2 VIA AL PAUJIL VDA PAUJALITO	3102027494	QUESILLO
EL PAUJIL	DISTRALIMENTOS DE OCCIDENTE SAS	CL 1 No 1 - 05 BR LA CABAÑA	3165377671;3113896007	QUESO FRESCO BLANDO SEMIGRASO Y GRASO SEMIDURO
EL PAUJIL	INDUSTRIA DE LACTEOS LA MAPORITA SAS - LA MAPORITA SAS	CL 6A No 7-76, BR EL PRADO	3107528724;4314236;3134954947	QUESO FRESCO GRASO SEMIDURO, QUESO FRESCO SEMIGRASO BLANDO, QUESO FRESCO SEMIDURO SEMIGRASO
EL PAUJIL	ESTABLECIMIENTO PROPIEDAD DE LA SEÑORA LUISA FERNANDA MAYA ARIAS - INDUSTRIAS LACTEOS LA MAPORITA EL PAUJIL	CL 6A No 7-76. BR EL PRADO	4314246-3107528724	QUESO FRESCO SEMIGRASO VARIETADES, DOBLE CREMA, CAMPESINO, COSTEÑO
EL PAUJIL	ESTABLECIMIENTO PROPIEDAD DEL SEÑOR YESID ARIAS CRUZ	KM 3 VIA MUNICIPIO EL PAUJIL A LA VDA LA CRISTALINA	3125587269;3167439882	QUESO FRESCO TIPO CUAJADA
EL PAUJIL	ESTABLECIMIENTO PROPIEDAD DEL SEÑOR LUISANIBAL LOZADA - LACTEOS SANTA ROSA PAUJIL	CL 1 No 1 - 05 BR LA CABAÑA	3104800518-3165377671	QUESO Y QUESILLO

*Nota.* Tomado de Censo de plantas de alimentos y beneficio animal Caquetá, por ICBF, 2018.

### ***Muestra***

La población directa de estudio fueron las dos empresas que se nombran a continuación:

#### **Figura 4**

Empresas que conforman la población directa de la marca colectiva Queso del Caquetá

<b>Nombre de la empresa</b>	<b>Ubicación</b>
Industria de Lácteos la Maporita	El Paujil
Distrialimentos de Occidente – Lácteos del Paujil	El Paujil

*Nota.* Adaptado a partir de datos obtenidos de la página web marca colectiva queso Caquetá.

### ***Instrumentos***

La población de paujil está conformada por dos (2) productores potenciales, por lo cual, Para cada uno, se aplicarán una encuesta de 20 preguntas asociadas a 3 ejes de información: 1) información sobre la toma de datos 2) variables en producción y transporte 3) infraestructura vial. Las encuestas accederán al suministro de información con el objetivo de formar un grupo de potenciales variables prevalecientes que determine la producción de queso de calidad (Hernández-Sabi, 2020).

Mediante el programa experimental DOE se estudiará la información recopilada de las encuestas realizada. Este es un método sistemático utilizado en estadística aplicada para evaluar las numerosas alternativas posibles en una o varias variables de diseño. Permite manipular varios factores de entrada para determinar qué efecto podrían tener para obtener el resultado deseado o mejorar el resultado.

## Resultados

Se realizan las visitas de lácteos la Maporita y Distrialimentos del occidente-lácteos del paujil, con el acceso de la administración, luego se procede a aplicar el instrumento denominado entrevista para recolectar información de los procesos logísticos de las empresas productoras de queso del municipio de Paujil Caquetá (entrevista empresas productores de queso del municipio del paujil Caquetá).

**Tabla 1**

Empresas Visitadas

<b>Nombre de la empresa</b>	<b>NIT</b>	<b>Nombre del encuestado</b>	<b>Datos personales</b>
Distrialimentos de occidente (Anexo 1)	900.995.885-5	Ángel Cutiva	<b>C.C</b> 6.804.180 <b>Celular:</b> 3113896007 <b>Correo electrónico:</b> distrialimentosoccidente@gmail.com.
La Maporita (Industria de lácteos) (Anexo 2)	901.071.330	Luisa Ida Maya Arias	<b>C.C</b> 1.152.436.897 <b>Celular</b> 3134954947

Al recolectar la información de las empresas Distrialimentos de occidente y la Maporita del municipio del Paujil Caquetá, se puede reconocer las fases de alistamiento, empaque, cadena de frío y transporte local.

El proceso de producción y distribución de queso en el municipio de Paujil, Caquetá,

sigue varias fases críticas que aseguran la calidad y seguridad del producto final. Estas etapas incluyen el alistamiento, empaque, mantenimiento de la cadena de frío y transporte local. A continuación, se describen las fases al detalle del proceso de producción de queso.

## Diagnóstico de Fases de Producción de Queso

### *Fases de Alistamiento*

**Ordeño.** Se inicia con el ordeño de las vacas, que debe realizarse bajo estrictas condiciones higiénicas para evitar la contaminación de la leche. En Paujil, se prioriza la calidad de la leche desde el inicio del proceso.

**Enfriamiento Inicial.** La leche recolectada debe ser enfriada a temperaturas entre 2°C y 5°C en un plazo máximo de dos horas después del ordeño. Este enfriamiento es crucial para inhibir el crecimiento bacteriano y preservar la calidad del producto.

**Transformación:** La leche se pasteuriza y se coagula para producir queso. Este proceso incluye la adición de cultivos lácticos y cuajo, seguido por un tratamiento térmico adecuado que asegura la inocuidad del producto final.

### *Fase de Empaque*

**Empaque Hermético.** Una vez que el queso ha sido producido, debe ser empaquetado en materiales que protejan su frescura y eviten la contaminación. El empaque debe ser resistente y permitir una adecuada conservación en condiciones refrigeradas.

**Empaque Hermético.** Esencial para quesos frescos, evita la formación de moho y mantiene las características organolépticas del producto. Este tipo de empaque suele utilizar atmósferas modificadas o bolsas selladas al vacío

**Bolsas con Cierre Hermético.** Para quesos rallados o en trozos, se prefieren empaques resellables que faciliten el almacenamiento y mantengan la frescura.

### ***Fase cadena de Frío***

La cadena de frío es esencial para mantener la calidad del queso desde su producción hasta su consumo:

**Control de Temperatura.** A lo largo de toda la cadena, desde el ordeño hasta el punto de venta, es fundamental mantener una temperatura controlada entre 2°C y 5°C. Esto incluye el uso de tanques de enfriamiento en las fincas y cámaras frigoríficas durante el almacenamiento.

**Almacenamiento Refrigerado.** Antes del transporte, el queso debe ser almacenado en condiciones adecuadas que mantengan su temperatura óptima. Esto previene el crecimiento de microorganismos y asegura que los nutrientes se conserven.

**Mantenimiento de la Cadena de Frío.** El queso es un producto altamente perecedero que requiere un control riguroso de la temperatura para evitar el crecimiento de microorganismos que pueden deteriorar su calidad. La temperatura ideal para conservar la mayoría de los quesos es entre 2°C y 5°C. Si la temperatura se eleva, se acelera la actividad microbiana, lo que puede resultar en un producto de mala calidad.

### ***Fase transporte Local***

**Transporte Refrigerado.** El transporte del queso debe realizarse en vehículos refrigerados que mantengan temperaturas entre 1°C y 4°C. Es crítico que los vehículos estén equipados con instrumentos para medir la temperatura y que se realicen controles periódicos durante el traslado.

**Monitoreo Continuo:** Durante el transporte, es vital monitorear constantemente la temperatura para asegurar que no haya rupturas en la cadena de frío, lo cual podría comprometer la seguridad alimentaria del producto.

El tiempo que se demora en transportar queso del municipio de Paujil a Florencia, Caquetá, puede variar dependiendo de varios factores, como el medio de transporte utilizado, las condiciones de la carretera y el tipo de queso. Sin embargo, en general, se estima que el transporte puede tomar entre 1.5 a 3 horas.

Durante este tiempo, es esencial mantener una temperatura adecuada en el vehículo para preservar la calidad del producto.

1. **Distancia:** La distancia entre Paujil y Florencia es relativamente corta, lo que facilita un transporte rápido.
2. **Condiciones de la Carretera:** Las condiciones climáticas y el estado de las vías pueden influir en el tiempo de viaje. En épocas de lluvias, por ejemplo, las carreteras pueden volverse difíciles de transitar.
3. **Tipo de Transporte:** El uso de vehículos refrigerados es esencial para mantener la cadena de frío del queso. Esto puede requerir paradas adicionales para asegurar que la temperatura se mantenga adecuada.
4. **Tráfico Local:** El tráfico en las rutas hacia Florencia también puede afectar el tiempo total de transporte.

Cada una de estas fases es interdependiente; si una etapa falla, puede afectar negativamente al producto final. Por ello, es fundamental implementar un manejo riguroso en cada fase del proceso productivo del queso en Paujil para garantizar un producto seguro y de alta calidad.

## Identificación de las Variables Logísticas en la Producción de Queso

Una vez se conoce las fases del proceso de producción de queso se procede a identificar las variables logísticas prevalentes (Tabla 1).

**Tabla 2**

Niveles de Temperatura en cada una de las Fases Logística

<b>Fase</b>	<b>Variables de las Fases</b>	<b>Niveles</b>
<b>Alistamiento</b>	Temperatura Alistamiento Leche en plazo máximo de 2 horas	2 °C y 5 °C
<b>Cadena de Frio</b>	Cadena de Frio, temperatura controlada	2 °C y 5°C
<b>Transporte Local</b>	Temperatura transporte (camión)	1 °C y 4°C
<b>Transporte Local</b>	Tiempo transporte Origen - Destino	1.5 h y 3 h

La tabla anterior identifica las variables logísticas de las fases de alistamiento, empaque, cadena de frio y transporte local que en la metodología de DOE diseño de experimento se identifica como variables independientes que en total son cuatro:

1. Temperatura Alistamiento Leche en plazo máximo de 2 horas, 2 °C y 5 °C.
2. Cadena de Frio, temperatura controlada, 2°C y 5°C.

3. Temperatura transporte (camión), 1°C y 4°C.
4. Tiempo transporte Origen – Destino, 1.5 h y 3 h.

Para definir la variable dependiente es importante tener en cuenta la temperatura y el tiempo, lo cual son factores cruciales para lograr una entrega perfecta del queso especialmente en el contexto de la logística de productos lácteos. Por lo tanto, la variable dependiente es una entrega perfecta.

Determinar el Impacto de las Variables Logísticas en la Producción de Queso en las Empresas de El Paujil.

Para aplicar la metodología DOE diseño de experimento se utiliza el software minitab19, en la que se digitan las 4 variables independientes con nombre de cada una y que en el DOE se llaman factores, se aplica en minitab19 estadística, DOE, factorial, crear diseño factorial en la que arroja de inicio un plan de trabajo que en minitab19 se llama diseño factorial completo, hoja de trabajo (Figura 3):

Factores: 4 diseño de la base: 4;16 Corridas: 16 réplicas: 1

Bloques: 1 puntos centrales (total) .

Figura 5

Se refleja el plan de trabajo

Navegador

Diseño factorial completo

Diseño factorial completo

Resumen del diseño

Factores: 4 Diseño de la base: 4; 16  
Corridas: 16 Réplicas: 1  
Bloques: 1 Puntos centrales (total): 0

#	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	OrdenEst	OrdenCorrida	PtCentral	Bloques	Temperatura alistamiento	Temperatura cadena frio	Temperatura transporte camión	Tiempo transporte
1	15	1	1	1	2	5	4	3,0
2	14	2	1	1	5	2	4	3,0
3	11	3	1	1	2	5	1	3,0
4	9	4	1	1	2	2	1	3,0
5	8	5	1	1	5	5	4	1,5
6	7	6	1	1	2	5	4	1,5
7	10	7	1	1	5	2	1	3,0
8	3	8	1	1	2	5	1	1,5
9	13	9	1	1	2	2	4	3,0
10	1	10	1	1	2	2	1	1,5
11	5	11	1	1	2	2	4	1,5
12	2	12	1	1	5	2	1	1,5
13	16	13	1	1	5	5	4	3,0
14	6	14	1	1	5	2	4	1,5
15	12	15	1	1	5	5	1	3,0
16	4	16	1	1	5	5	1	1,5

Hoja de trabajo 1

*Nota.* Tomado de la hoja de trabajo del programa Minitab 19.

En el siguiente se refleja la planta de trabajo con los resultados obtenidos después de aplicar las pruebas con los datos sugeridos por minitab19 (Figura 4).

**Figura 6**

Planta de trabajo con los resultados obtenidos después de aplicar las pruebas con los datos sugeridos

Navegador

Diseño factorial completo

Diseño factorial completo

Resumen del diseño

Factores: 4 Diseño de la base: 4; 16  
Corridos: 16 Réplicas: 1  
Bloques: 1 Puntos centrales (total): 0

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
	OrdenEst	OrdenCorrida	PtCentral	Bloques	Temperatura alistamiento	Temperatura cadena frio	Temperatura transporte camión	Tiempo transporte	Sastifacción
1	15	1	1	1	2	5	4	3,0	90
2	14	2	1	1	5	2	4	3,0	90
3	11	3	1	1	2	5	1	3,0	90
4	9	4	1	1	2	2	1	3,0	90
5	8	5	1	1	5	5	4	1,5	91
6	7	6	1	1	2	5	4	1,5	93
7	10	7	1	1	5	2	1	3,0	90
8	3	8	1	1	2	5	1	1,5	98
9	13	9	1	1	2	2	4	3,0	90
10	1	10	1	1	2	2	1	1,5	98
11	5	11	1	1	2	2	4	1,5	90
12	2	12	1	1	5	2	1	1,5	95
13	16	13	1	1	5	5	4	3,0	88
14	6	14	1	1	5	2	4	1,5	92
15	12	15	1	1	5	5	1	3,0	92
16	4	16	1	1	5	5	1	1,5	98

Hoja de trabajo 1

*Nota.* Tomado de la hoja de trabajo del programa Minitab 19.

Una vez se obtuvo el plan de trabajo con la información de los resultados, para este caso se llamó la columna C9 (satisfacción), en la que se registró los resultados obtenidos en las diferentes pruebas que se realizaron con los parámetros definidos por minitab19 como plan de trabajo, se aplican los parámetros definidos por el DOE diseño de experimento en 8 empresas que son clientes de alto impacto en ventas de la empresa distribuidora de alimentos y 8 empresas clientes de alto impacto en ventas de la Maporita, por la confidencialidad de las empresas clientes y por solicitud de las empresas donde se realizó el DOE diseño de experimento, no se registran los nombres de las empresas.

## Figura 7

### Resultados análisis Minitab19

No.	OrdenEst	OrdenCorrida	PtCentral	Bloques	Temperatura alistamiento	Temperatura cadena frio	Temperatura transporte camión	Tiempo transporte	Sastifacción	Empresas Clientes
1	15	1	1	1	2	5	4	3		90 Distribuidora Alimentos
2	14	2	1	1	5	2	4	3		90 Distribuidora Alimentos
3	11	3	1	1	2	5	1	3		90 Distribuidora Alimentos
4	9	4	1	1	2	2	1	3		90 Distribuidora Alimentos
5	8	5	1	1	5	5	4	1,5		91 Distribuidora Alimentos
6	7	6	1	1	2	5	4	1,5		93 Distribuidora Alimentos
7	10	7	1	1	5	2	1	3		90 Distribuidora Alimentos
8	3	8	1	1	2	5	1	1,5		98 Distribuidora Alimentos
9	13	9	1	1	2	2	4	3		90 Maporita
10	1	10	1	1	2	2	1	1,5		98 Maporita
11	5	11	1	1	2	2	4	1,5		90 Maporita
12	2	12	1	1	5	2	1	1,5		95 Maporita
13	16	13	1	1	5	5	4	3		88 Maporita
14	6	14	1	1	5	2	4	1,5		92 Maporita
15	12	15	1	1	5	5	1	3		92 Maporita
16	4	16	1	1	5	5	1	1,5		98 Maporita

*Nota.* Tomado de Minitab19.

Al realizar el DOE diseño de experimento se analiza el diseño factorial, y se obtiene como resultado:

## Figura 8

### Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19

Regresión factorial: Sastifa... ×

HOJA DE TRABAJO 1

Regresión factorial: Sastifacción vs. Temperatura alistamiento; Temperatura cadena frio; Temperatura transporte camión; ...

**Coefficientes codificados**

Término	Efecto
Constante	
Temperatura alistamiento	-0,3750
Temperatura cadena frio	0,6250
Temperatura transporte camión	-3,375
Tiempo transporte	-4,375
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio	-0,12500
Temperatura alistamiento*Temperatura transporte camión	-0,12500
Temperatura alistamiento*Tiempo transporte	0,3750
Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión	-0,6250
Temperatura cadena frio*Tiempo transporte	-0,6250
Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	2,375
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión	-1,3750
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio*Tiempo transporte	0,12500
Temperatura alistamiento*Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	-0,8750
Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	-0,3750

*Nota.* Tomado de Minitab19.

En los resultados obtenidos se observa la columna efecto, las cifras negativas, que indican los puntos críticos y que afectan a la entrega perfecta, ya que son valores que están por debajo del 5%, todo valor por debajo es un punto crítico que puede afectar el cumplimiento de la entrega perfecta, por lo tanto, son los puntos de atención constante para prevenir situaciones que permitan incumplir con la entrega perfecta.

### Figura 9

Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19

Término	Coef
Constante	92,19
Temperatura alistamiento	-0,1875
Temperatura cadena frio	0,3125
Temperatura transporte camión	-1,688
Tiempo transporte	-2,188
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio	-0,06250
Temperatura alistamiento*Temperatura transporte camión	-0,06250
Temperatura alistamiento*Tiempo transporte	0,1875
Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión	-0,3125
Temperatura cadena frio*Tiempo transporte	-0,3125
Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	1,187
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión	-0,6875
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio*Tiempo transporte	0,06250
Temperatura alistamiento*Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	-0,4375
Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	-0,1875
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	0,1875

*Nota.* Tomado de Minitab19.

En la tabla siguiente se observa los coeficientes con valores negativos, en la cual están por debajo de 5%, y esto significa que los factores en sus interacciones generan puntos críticos en los que no se deben descuidar para el cumplimiento de la entrega perfecta de la producción al cliente desde el punto de origen y destino.

## Figura 10

Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19

Término	EE del coef.
Constante	*
Temperatura alistamiento	*
Temperatura cadena frio	*
Temperatura transporte camión	*
Tiempo transporte	*
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio	*
Temperatura alistamiento*Temperatura transporte camión	*
Temperatura alistamiento*Tiempo transporte	*
Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión	*
Temperatura cadena frio*Tiempo transporte	*
Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	*
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión	*
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio*Tiempo transporte	*
Temperatura alistamiento*Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	*
Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	*
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	*

*Nota.* Tomado de Minitab19.

En el siguiente listado se observa el listado de los factores de forma individual y cuáles son las interacciones que realiza con los otros factores que son claves en el proceso logístico para garantizar una entrega perfecta.

## Figura 11

Resumen del modelo

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
*	100,00%	*	*

*Nota.* Tomado de Minitab19.

DOE diseño de experimento 100% confiable con la información recopilada.

## Figura 12

Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19

### Análisis de Varianza

Fuente	GL
Modelo	15
Lineal	4
Temperatura alistamiento	1
Temperatura cadena frio	1
Temperatura transporte camión	1
Tiempo transporte	1
Interacciones de 2 términos	6
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio	1
Temperatura alistamiento*Temperatura transporte camión	1
Temperatura alistamiento*Tiempo transporte	1
Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión	1
Temperatura cadena frio*Tiempo transporte	1
Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	1
Interacciones de 3 términos	4
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión	1
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio*Tiempo transporte	1
Temperatura alistamiento*Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	1
Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	1
Interacciones de 4 términos	1
Temperatura alistamiento*Temperatura cadena frio*Temperatura transporte camión*Tiempo transporte	1
Error	0
Total	15

*Nota.* Tomado de Minitab19.

Información con una varianza positiva y significa que es un DOE diseño de experimento con datos confiables y un plan de trabajo definido en alcanzar los resultados esperados.

### Figura 13

Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19

#### Ecuación de regresión en unidades no codificadas

Satisfacción = 122,1 - 4,741 Temperatura alistamiento - 2,296 Temperatura cadena frio  
 - 10,37 Temperatura transporte camión - 10,22 Tiempo transporte  
 + 0,8148 Temperatura alistamiento\*Temperatura cadena frio  
 + 1,852 Temperatura alistamiento\*Temperatura transporte camión  
 + 1,333 Temperatura alistamiento\*Tiempo transporte  
 + 1,407 Temperatura cadena frio\*Temperatura transporte camión  
 + 0,5185 Temperatura cadena frio\*Tiempo transporte  
 + 3,259 Temperatura transporte camión\*Tiempo transporte  
 - 0,3704 Temperatura alistamiento\*Temperatura cadena frio\*Temperatura transpor  
 te camión  
 - 0,1481 Temperatura alistamiento\*Temperatura cadena frio\*Tiempo transporte  
 - 0,5185 Temperatura alistamiento\*Temperatura transporte camión\*Tiempo transpo  
 rte  
 - 0,3704 Temperatura cadena frio\*Temperatura transporte camión\*Tiempo transpor  
 te  
 + 0,07407 Temperatura alistamiento\*Temperatura cadena frio\*Temperatura transpo  
 rte camión\*Tiempo transporte

*Nota.* Tomado de Minitab19.

En la ecuación de regresión se puede identificar datos positivos y negativos, los positivos significa que, realizando constante acciones de control estratégico con los parámetros definidos en el plan de trabajo, se puede mantener una interacción optima en el proceso de logística para mantener de forma constante cumplimiento en la entrega perfecta.

## Figura 14

Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19

### Estructura de alias

Factor	Nombre
A	Temperatura alistamiento
B	Temperatura cadena frio
C	Temperatura transporte camión
D	Tiempo transporte

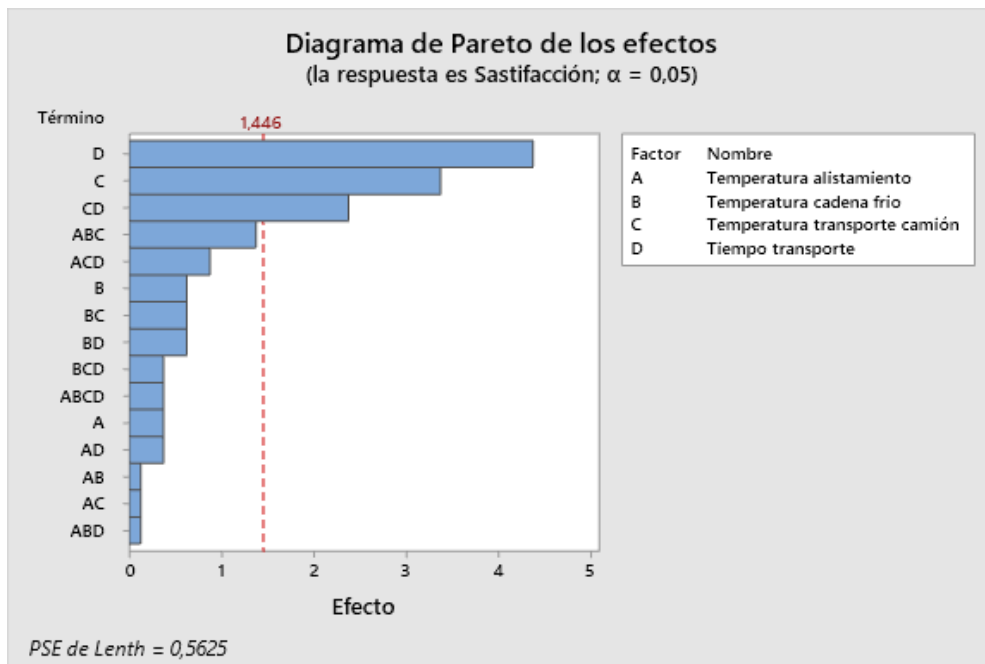
Alias
I
A
B
C
D
AB
AC
AD
BC
BD
CD
ABC
ABD
ACD
BCD
ABCD

*Nota.* Tomado de Minitab19.

Se establece la estructura del alias para conocer el nombre de cada variable y las interacciones y correlación que pueden tener en la afectación de los resultados esperados en la entrega perfecta.

Figura 15

Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19



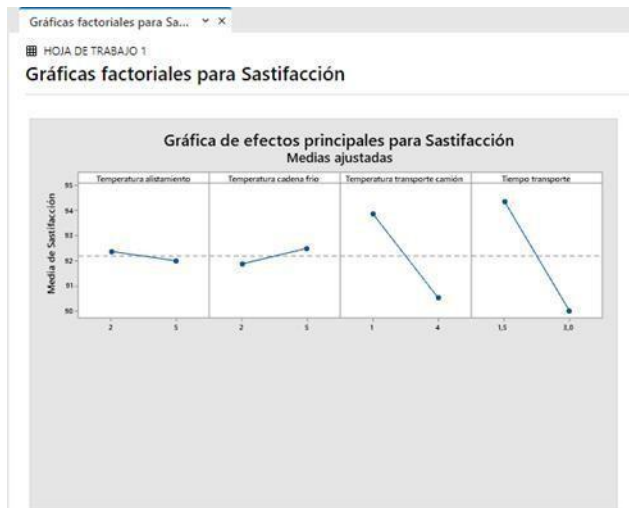
\* NOTA \* No se puede graficar el tipo de residuo especificado, porque MSE = 0 o los grados de libertad para error = 0.

Nota. Tomado de Minitab19.

En el diagrama de Pareto se puede identificar los factores más críticos en el proceso logístico que pueden afectar en un alto impacto los resultados esperados de una entrega perfecta, se observa que las variables de alto impacto tiempo de transporte, temperatura transporte camión y en la interacción de las variables son las más críticas, por esto el foco debe estar en trabajar acciones constantes para mantener una entrega perfecta en las empresas de distribuidora de Alimentos y La Maporita.

## Figura 16

Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19



*Nota.* Tomado de Minitab19.

En las gráficas se puede observar que para la fase:

Alistamiento la mejor opción, es establecer como parámetro la temperatura de 2Co La fase de la cadena de frío, la temperatura de 5C o

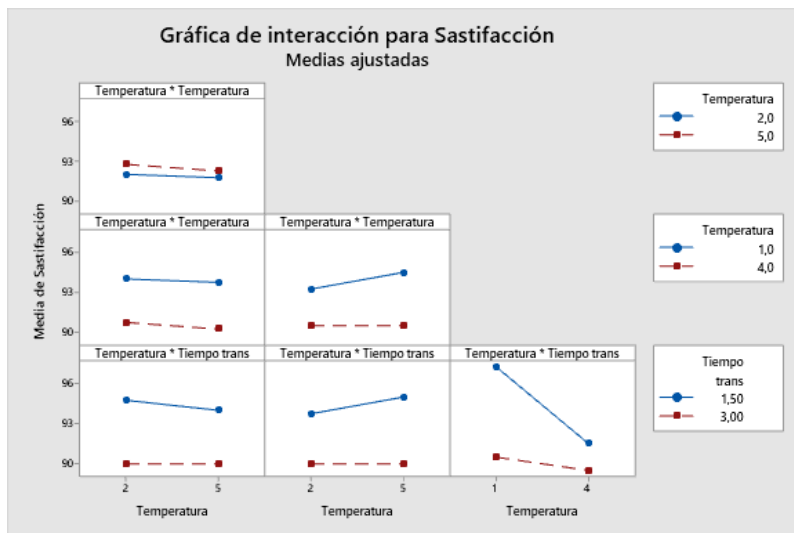
En la fase de transporte camión, la temperatura de 1Co

El tiempo de transporte 1,5 horas de duración entre el punto de origen y punto de destino.

Estos parámetros dan como resultado el DOE diseño de experimento como los óptimos para mantener el resultado de una entrega perfecta.

Figura 17

Imagen de la hoja de trabajo del programa Minitab 19



Nota. Tomado de Minitab19.

En la interacción y correlación de las variables, se establece que la más relevantes en el proceso logístico son en la fase de cadena de frio la temperatura de 1Co y en el tiempo transporte de 1,5 horas desde el punto de origen a el punto de destino.

## Conclusiones

El estudio resalta la importancia de optimizar las variables logísticas en la producción de queso en El Paujil, identificando factores críticos como la temperatura y el transporte, que son fundamentales para mejorar la calidad del producto y la competitividad del sector, la investigación ha demostrado que la temperatura, al influir directamente en los procesos de fermentación y maduración, juega un papel crucial en la obtención de quesos de alta calidad, asimismo, el transporte adecuado de los insumos y del producto final es esencial para mantener las características organolépticas y la frescura del queso, lo que a su vez impacta en la satisfacción del consumidor y en la reputación del productor.

la implementación de los parámetros ideales establecidos a través del Diseño de Experimental DOE no solo aborda los desafíos actuales, sino que también promueve la sostenibilidad y el crecimiento de la industria quesera en la región, al adoptar prácticas logísticas más eficientes, los productores pueden reducir costos, minimizar el desperdicio y optimizar el uso de recursos, contribuyendo así a un modelo de producción más responsable y respetuoso con el medio ambiente, este enfoque no solo beneficia a los productores, sino que también tiene un impacto positivo en la economía local, generando empleo y fomentando el desarrollo de la comunidad, en última instancia, la mejora continua en las variables logísticas se traduce en un sector quesero más robusto y competitivo, capaz de enfrentar los retos del mercado y de satisfacer las demandas de los consumidores de manera efectiva.

Mediante el análisis exhaustivo de las variables logísticas en la cadena de valor lechera del Caquetá pone de manifiesto la crucial relevancia de implementar estrategias las cuales son fundamentales para elevar la eficiencia y la rentabilidad en las empresas dedicadas a la producción de queso, ya que permiten no solo la optimización de los procesos

Productivos sino también una notable mejora en la calidad del producto final, al elevar el estándar de las operaciones, se fortalece la competitividad de estas empresas en un mercado cada vez más exigente y globalizado, asimismo, la adopción de un enfoque integral en la gestión logística promueve un entorno más resiliente y sostenible, capaz de hacer frente a los desafíos del sector lechero, donde tanto productores como consumidores se benefician de una cadena de suministro más eficiente, los productores, al mejorar sus márgenes de ganancia y su posicionamiento en el mercado, logran contribuir de manera significativa al desarrollo económico de la región, por su parte, los consumidores obtienen productos de mayor calidad a precios más competitivos, lo que incrementa su satisfacción y fidelidad.

En este sentido, el potencial del departamento del Caquetá en el contexto de un mercado libre queda claramente reflejado en la capacidad de sus empresas lecheras para adaptarse y prosperar. Este estudio no solo resalta la necesidad de innovación y adaptación en el sector, sino que también invita a los actores relevantes a considerar la implementación del programa experimental DOE para que apoyen el crecimiento sostenible de la industria lechera, la conjugación de esfuerzos entre las empresas locales, el gobierno y la comunidad será clave para transformar el Caquetá en un referente de calidad y competitividad en el mercado lácteo, logrando así una proyección favorable hacia el futuro.

### **Recomendaciones**

Continuar con estudios en otros municipios productores de quesos en el departamento del Caquetá para ver si existen similitudes o diferencias con lo encontrado en este trabajo.

Realizar trabajos similares en otras producciones que asocien más comunidades rurales del municipio de Paujil, Caquetá.

Enfatizar en la consolidación de más asociaciones sociales y la inclusión de las familias productoras a estas, en la medida que se pueda observar un mayor apoyo e inversión en las regiones.

### Referencias Bibliográficas

- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (2019, 25 de septiembre). La ruta del queso se origina en el llamado Pacto Caquetá para unir la productividad del sector lácteo y el cuidado del ambiente. <https://www.camaramedellin.com.co/articulos-y-noticias/noticias/la-ruta-del-queso>
- Capel, M. M., & Russo, A. (s. f.). Preservación de productos perecederos en una cadena logística de frío. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires. [http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini\\_2013/trabajos/COC11\\_TC.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2013/trabajos/COC11_TC.pdf)
- Chiquillo, P. (2017, 14 de abril). Reglamentación de la leche y derivados lácteos en Colombia.
- Observatorio de Alimentos.
- <https://observatoriodealimentos.wordpress.com/2017/04/14/reglamentacion-leche-y-derivados-lacteos-en-colombia/>
- CONtexto Ganadero. (2016). Así avanza la ruta del queso Caquetá.
- <https://www.contextoganadero.com>
- CONtexto Ganadero. (2021, 1 de marzo). Pacto Caquetá, modelo de encadenamiento productivo. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/pacto-caqueta-modelo-de-encadenamiento-productivo>
- CONtexto Ganadero. (2021, 2 de noviembre). Quesos del Caquetá avanza en posicionamiento a nivel nacional. <https://www.contextoganadero.com/regiones/quesos-del-caqueta-avanza-en-posicionamiento-nivel-nacional>
- Eck, A. (2000). What is a cheese. En A. Eck & J. C. Gilis (Eds.), *Cheesemaking: From science to quality assurance* (pp. 661–662). Lavoisier Publishing.

- Effect of temperature and time on the quality of Gouda cheese. (2019). *Journal of Food Science*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11694-023-02218-7>
- García, L. A. (2007). Indicadores de la gestión logística KPI: Los indicadores claves del desempeño logístico.
- García, M. E. (2018, 11 de octubre). Pacto Caquetá: Cero deforestación y reconciliación ganadera. Plataforma de Información y Diálogo para la Amazonía Colombiana (PID Amazonía). <https://pidamazonia.com/content/pacto-caquet%C3%A1-cero-deforestaci%C3%B3n-y-reconciliaci%C3%B3n-ganadera-retos-y-avances-del-programa>
- Garza, R., González, C., Rodríguez, E., & Hernández, C. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 19–35.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). (2018). Censo de plantas de alimentos y beneficio animal, Caquetá. [https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/censo\\_plantas\\_alimentos\\_y\\_beneficio\\_animal\\_-\\_caqueta\\_2018.pdf](https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/censo_plantas_alimentos_y_beneficio_animal_-_caqueta_2018.pdf)
- Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). (2017, 18 de septiembre). Resolución No. 2017038616. [http://web.sivicos.gov.co/registros/pdf/15484516\\_2017038616.pdf](http://web.sivicos.gov.co/registros/pdf/15484516_2017038616.pdf)
- Journal of Dairy Technology*. (2020). Development of a new fresh cheese using response surface methodology. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643819309454>

- Journal of Dairy Science. (2018). Optimization of Cheddar cheese production using response surface methodology. <https://link.springer.com/article/10.1186/s13568-021-01205-9>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2020). Perfiles económicos departamentales: Caquetá. Oficina de Estudios Económicos.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (1997). Decreto 3075 de 1997. [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/DECRETO%203075%20DE%201997.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%203075%20DE%201997.pdf)
- Queso del Caquetá. (2020). Sobre la marca. <https://www.quesodelcaqueta.co/sobre-la-marca/fabrica-distribuidora-queso>
- Rojas Quintero, J. V., & Sanabria, E. K. (2021). Estudio de exportación de queso desde San Vicente del Caguán, Caquetá con destino a Estados Unidos. <https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/b61ad813-4127-4888-a8d3-00f68c4a4611/content>
- Torrijos Rivera, R., & Eslava Benjumea, F. (2018). Cifras de contexto ganadero Caquetá 2017. Comité Departamental de Ganaderos del Caquetá.
- Unzueta-Aranguren, G., Orue-Irasuegi, A., Esnaola-Arruti, A., & Eguren-Egiguren, J. A. (2019). Metodología del diseño de experimentos: Estudio de caso lanzador. DYNA – Ingeniería e Industria, 94(1), 16–21. <https://doi.org/10.6036/8687>