



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

TESIS

**APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA
PROCESADORA DE LÁCTEOS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

Autor (es):

Br. Challe Cordova Josmi Paul.

<https://orcid.org/0000-0003-4833-4766>

Br. Cuero Chafloque Fernando Teófilo.

<https://orcid.org/0000-0001-7257-2305>

Asesor:

MBA. Arrascue Becerra Manuel Alberto.

<https://orcid.org/0000-0003-0834-2155>

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente.

Pimentel – Perú 2022

**APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE LÁCTEOS**

Aprobación del Jurado

MBA. Arrascue Becerra Manuel Alberto.

Asesor

Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto.

Presidente del Jurado de Tesis

Mg. Armas Zavaleta José Manuel.
Secretario del Jurado de Tesis

Ing. Símpalo López Walter Bernardo
Vocal del Jurado de Tesis

DEDICATORIA

Dedicamos este Proyecto de Tesis especialmente a nuestros padres por ser ese motor que nos dieron la fuerza y energía a seguir adelante con nuestros sueños y metas, y que nos han brindado en todo momento el apoyo incondicional para la realización de este proyecto.

Challe Cordova Josmi Paul

Curo Chafloque Fernando Teófilo

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios por iluminarnos en este camino de nuestra vida profesional y seguidamente a nuestras familias porque estuvieron presentes con su apoyo incondicional para continuar con nuestro proyecto de Investigación.

Challe Cordova Josmi Paul

Curo Chafloque Fernando Teófilo

APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE LÁCTEOS

LINEAR PROGRAMMING APPLICATION TO IMPROVE PRODUCTIVITY IN A DAIRY PROCESSING COMPANY

Josmi Paul Challe Cordova ¹

Fernando Teófilo Curo Chafloque ²

Resumen

El presente proyecto de investigación tuvo como objeto aplicar un modelo de programación lineal para mejorar la productividad en una empresa procesadora de lácteos, el cual el tipo y diseño de investigación fue descriptivo y experimental respectivamente. Además, se recogió la data cuantitativa mediante la guía documentaria y se entrevistó a la jefa de calidad. Con el apoyo del diagrama de Ishikawa y Pareto, se determinaron las causas y cuáles tienen una mayor relevancia en la baja productividad y qué factores críticos se tienen que mejorar, entre estas causas se pudieron observar el mal uso de horas-hombre, horas máquina, alto costos de recursos.

Para ejecutar el modelo propuesto se ha empleado la herramienta de Excel Open Solver, asignado para ofrecer solución de problemas al modelo de manera simple. Asimismo, arroja el modelo los recursos necesarios a utilizar con un mínimo costo, cabe recalcar que esta herramienta es gratuita. Se plantea un modelo para 12 meses de octubre-2020 hasta setiembre-2021 que consta de 17 parámetros generales, 240 variables y 840 restricciones.

Uno de los resultados más importantes que se lograron con esta propuesta es que se incrementó la productividad de mano de obra en 35.49%, maquinaria en 53.81% y materiales en 63.35 %. Con esto se pudo obtener un beneficio-costo de S/. 1.57, teniendo la empresa una ganancia S/0.57 por cada sol invertido.

Palabras Claves: *Aplicar, Programación lineal, Variables, Restricciones, Productividad.*

¹ Egresado de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Universidad Señor de Sipán, Pimentel-Chiclayo, Perú, email: ccordovajosmipa@crece.uss.edu.pe, Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4833-4766>

² Egresado de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Universidad Señor de Sipán, Pimentel-Chiclayo, Perú, email: cchafloqueferna@crece.uss.edu.pe, Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7257-2305>

Abstract

The purpose of this research project was to apply a linear programming model to improve productivity in a dairy processing company, which type and research design was descriptive and experimental, respectively. In addition, the quantitative data was collected through the documentary guide and the quality manager was interviewed. With the support of the Ishikawa and Pareto diagram, the causes were determined and which ones have a greater relevance in the low productivity and which critical factors have to be improved, among these causes it was possible to observe the misuse of man-hours, machine-hours, high resource costs.

To execute the proposed model, the Excel Open Solver tool has been used, assigned to offer simple problem solving to the model. Likewise, the model throws the necessary resources to use with a minimum cost, it should be emphasized that this tool is free. A model is proposed for 12 months from October-2020 to September-2021, consisting of 17 general parameters, 240 variables and 840 restrictions.

One of the most important results achieved with this proposal is that labor productivity increased by 35.49%, machinery by 53.81% and materials by 63.35%. With this it was possible to obtain a benefit-cost of S/. 1.57, with the company earning S/0.57 for each sol invested.

Keywords: *Apply, Lineal Programming, Variables, Constraints, Productivity.*

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Realidad problemática	16
1.2. Trabajos previos	20
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	24
1.3.1. Productividad	24
1.3.1.1. Definición.....	24
1.3.1.2. Tipos de productividad	25
1.3.1.3. Medición de la productividad	25
1.3.1.4. Componentes que miden la productividad	26
1.3.1.5. Factores de la Productividad	27
1.3.1.6. Importancia de la productividad.....	28
1.3.2. Programación Lineal.....	28
1.3.2.1. Definición.....	29
1.3.2.2. Componentes de Programación Lineal	29
1.3.2.3. Métodos de Programación Lineal	31
1.3.2.4. Formato Canónico y Estándar	33
1.3.2.5. Modelo de producción	34
1.4. Formulación del Problema.....	38
1.5. Justificación e importancia del estudio.....	38
1.6. Hipótesis	38
1.7. Objetivos.....	39

1.7.1. Objetivo general.....	39
1.7.2. Objetivos específicos	39
II. MATERIAL Y MÉTODO.....	41
2.1. Tipo y diseño de investigación	41
2.2. Variables de operacionalización	42
2.3. Población y muestra	44
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad...	45
2.5. Procedimiento de análisis de datos	46
2.6. Criterios éticos	46
2.7. Criterios de rigor científico	47
III. RESULTADOS	49
3.1. Diagnóstico de la empresa	49
3.1.1. Información general	49
3.1.2. Descripción del proceso productivo o de servicio	51
3.1.3. Análisis de la problemática	56
3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos.....	56
3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico	65
3.1.4. Situación actual de la productividad	67
3.2. Discusión de resultados.....	72
3.3. Propuesta de investigación	75
3.3.1. Fundamentación	75
3.3.2. Objetivos de la propuesta	75
3.3.3. Aplicación de un plan de mantenimiento y capacitación.....	75
3.3.4. Desarrollo de la propuesta.....	76
3.3.5. Análisis de sensibilidad.....	97
3.3.6. Situación de la productividad con la propuesta.....	101
3.3.7. Análisis beneficio / costo de la propuesta	107

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	123
4.1. Conclusiones.....	123
4.2. Recomendaciones.....	124
REFERENCIAS.....	125
ANEXOS	131
Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	131
Anexo 2. Resolución de aprobación del proyecto de investigación.....	133
Anexo 3. Carta de autorización de recojo de información.....	138
Anexo 4. Guía de análisis documentario.....	139
Anexo 5. Validación de guía de análisis documentario.....	143
Anexo 6. Guía de entrevista.....	146
Anexo 7. Validación de guía de entrevista.....	147
Anexo 8. Visita a la empresa procesadora de lácteos.....	150
Anexo 9. Diagrama de Ishikawa.....	151
Anexo 10. Diagrama de Pareto.....	151
Anexo 11. Cotización de herramienta Crystall Ball.....	152
Anexo 12. Detalle del MAPE de cada método de pronóstico aplicado.....	152
Anexo 13. Desarrollo de la demanda proyectada con Crystall Ball.....	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de la variable dependiente.	42
Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente.	43
Tabla 3. Datos de producción.....	56
Tabla 4. Materiales en la producción de yogurt.....	57
Tabla 5. Datos históricos de la demanda	58
Tabla 6. Costo de subcontratación	59
Tabla 7. Costo de stock de seguridad	59
Tabla 8. Horas hombre utilizadas.....	60
Tabla 9. Horas máquina utilizadas	60
Tabla 10. Producción Actual.....	61
Tabla 11. Diagrama de Pareto	66
Tabla 12. Situación actual de la productividad	67
Tabla 13. Factor Hombre	68
Tabla 14. Factor máquina.....	69
Tabla 15. Demanda histórica.....	80
Tabla 16. Demanda proyectada	81
Tabla 17. Disponibilidad de recursos	84
Tabla 18. Costos de producción.....	84
Tabla 19. Costos de inventario.....	85
Tabla 20. Costo de stock de seguridad	85
Tabla 21. Costo de Setup.....	86
Tabla 22. Costo de Subcontratación	86
Tabla 23. Demanda.....	87
Tabla 24. Capacidad de producción.....	87
Tabla 25. Capacidad de inventario.....	88

Tabla 26. Carga fija	88
Tabla 27. Producción obtenida.....	89
Tabla 28. Inventarios obtenidos	89
Tabla 29. Costo de la hora extra	90
Tabla 30. Costo de la hora extra/ mes	90
Tabla 31. Producción normal con unidades en horas extras.....	91
Tabla 32. Unidades Subcontratadas	91
Tabla 33. Mano de obra	92
Tabla 34. Mano de obra neta	92
Tabla 35. Producción total.....	93
Tabla 36. Stock de seguridad.....	93
Tabla 37. Unidades en horas extras con unidades a subcontratar.....	94
Tabla 38. Presupuesto actual.....	94
Tabla 39. Variables binarias	95
Tabla 40. Recursos utilizados	96
Tabla 41. Función objetivo (minimizar).....	97
Tabla 42. Uso de recursos	97
Tabla 43. Producción	98
Tabla 44. Costo de la hora extra	98
Tabla 45. Unidades de subcontratación	99
Tabla 46. Inventarios.....	99
Tabla 47. Binarias	100
Tabla 48. Situación de la productividad con la propuesta	101
Tabla 49. Factor hombre	102
Tabla 50. Factor máquina.....	104
Tabla 51. Ventas	107
Tabla 52. Ingresos.....	108

Tabla 53. Costo con el modelo de programación lineal.....	109
Tabla 54. Costo total de producción.....	110
Tabla 55. Costo de inventarios.....	111
Tabla 56. Costo total de inventario.....	112
Tabla 57. Costos de Stock de seguridad.....	113
Tabla 58. Costo Total de stock de seguridad	114
Tabla 59. Setup	115
Tabla 60. Costo total de setup.....	116
Tabla 61. Subcontratación.....	117
Tabla 62. Costo total de subcontratación	118
Tabla 63. Cuadro resumen del antes de la propuesta.....	119
Tabla 64. Cuadro resumen del después de la propuesta.....	119
Tabla 65. Cuadro Resumen del beneficio	120
Tabla 66. Costo de implementación	120
Tabla 67. Beneficio- Costo	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medición de la productividad en la producción de bienes.	26
Figura 2. Organigrama General de la empresa Procesadora de lácteos.	49
Figura 3. Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de Yogurt.	53
Figura 4. Diagrama de Análisis de proceso de yogurt.	54
Figura 5. Diagrama de Procesos.	55
Figura 6. Diagrama de Causa - Efecto.	65
Figura 7. Gráfico de Pareto.	66
Figura 8. El mejor método es Multiplicativo de Holt- Winters con un MAPE de 24.35% para el yogurt de fresa.	81
Figura 9. El mejor método es Multiplicativo estacional de tendencia desecha con un MAPE de 7.61% para el yogurt de Lúcumá.	82
Figura 10. El mejor método es Multiplicativo de Holt- Winters con un MAPE de 11.26 % para el yogurt de Durazno.	82
Figura 11. El mejor método es Multiplicativo de Holt- Winters con un MAPE de 12.58 % para el yogurt de guanábana.	83
Figura 12. El mejor método es Multiplicativo estacional con un MAPE de 16.17 % para el yogurt de Sauco.	83
Figura 13. Recabando información en la empresa procesadora de lácteos.	150
Figura 14. Identificando las principales causas que dan origen al problema principal en la empresa procesadora de lácteos con el apoyo de la herramienta Diagrama de Ishikawa en el software Visio Microsoft.	151
Figura 15. Encontrando las principales causas que tienen mayor impacto al problema principal de la empresa procesadora de lácteos con el apoyo del Diagrama de Pareto en la herramienta Excel Microsoft.	151
Figura 16. Cotización de herramienta Crystall Ball.	152

Figura 17. Detalle del MAPE de cada método de pronóstico aplicado del yogurt de fresa.	152
Figura 18. Detalle del MAPE de cada método de pronóstico aplicado del yogurt de lúcuma.....	153
Figura 19. Detalle del MAPE de cada método de pronóstico aplicado del yogurt de durazno.	153
Figura 20. Detalle del MAPE de cada método de pronóstico aplicado del yogurt de guanábana.	154
Figura 21. Detalle del MAPE de cada método de pronóstico aplicado del yogurt de sauco.....	154
Figura 22. Desarrollo de la demanda proyectada con Crystall Ball.	155
Figura 33. Diagrama de Pareto.	160
Figura 34. Desarrollo del modelo de producción con Open Solver.	161
Figura 39. Desarrollo de la situación actual y con la propuesta de la productividad. 163	
Figura 43. Cálculo del beneficio/costo.....	167
Figura 50. Cotización de la propuesta.	170

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Actualmente en el mundo, existen empresas que están pasando por un mal momento e inclusive llegan al cierre y al fracaso; y esto se debe a múltiples factores claves que no son aplicados en sus procesos para alcanzar el desarrollo y éxito del sistema, ya sea por falta de planificación de estos y ausencia de capacitación a sus colaboradores quienes se encuentran conectados de una manera directa en la producción, ya que estas empresas se han direccionado de una manera muy tradicional, y no han tomado en cuenta la optimización de recursos y procesos, que los conlleva a una baja productividad.

In an article carried out in India, he states that the dairy trade is one of the most influential global industries in the world economy, where the logistics management of dairy products covers all phases of the food system, from milk production to its arrival to the end consumer. To achieve success in the dairy supply chain, it is essential to focus on the critical points that are essential for an entity to reach its goals with the continuous improvement of labor performance. In this sense, the annual analysis is to determine the relevant factors that are affecting low productivity in dairy companies, after an in-depth evaluation, 32 critical points were found that were affecting the problem, where the most relevant of those critical points were poor logistics facilities and transportation (Mor, Singh, & Bhadwaj, 2017).

What happens when the work team is discouraged and it is hurting their productivity? How will this hurt the business overall?

In a study carried out in Hubspot (United States) it was published that low productivity for employers is worth approximately USD 1,800 million a year. A reduction in productivity harms GDP or economic output compared to the number of people. Low productivity indicates that resources are not using their skills and competencies at their highest level, thus increasing the organization's resource

costs. This happens for two reasons: one, because employers assign functions of little relevance to a highly qualified work group. Second, employees are not encouraged to work for the entity's achievements (Saviom, 2016).

La empresa Colombiana SCALEA S.A.S es una de las pocas empresas que se encarga de la producción de productos lácteos, esta entidad no cuenta con los componentes esenciales para poder manejar adecuadamente los insumos, esto hace que se presente variaciones en sus propiedades organolépticas, y por ende también se produzca cambios al obtener el producto final (yogurt), surgiendo distintos defectos como: incremento de mermas en 16.3%, desplazamientos inadecuados con un 10.57%, yogurt con un elevado margen de acidez en un 8.37% y origen de grumos en un 7.05%, afectando proporcionalmente a la calidad, productividad y producción de este (Vega, 2016).

Según una investigación realizada por el Banco Mundial (2015) nos dice que las empresas peruanas están por debajo de un índice de productividad normal, en el cual existen factores negativos que estancan los procesos; es decir estos factores lentifican el desarrollo de las empresas, además en dicho estudio se obtuvo que las empresas de servicios tienen una menor eficiencia, pero tienen un mejor desarrollo en relación a las empresas de otros rubros.

De acuerdo a un estudio del BID (2018) nos dice que la productividad global en las empresas del Perú ha tenido un efecto negativo, ya que del año 1970 al 2015, han tenido un decaimiento del 0.3%, por debajo de Ecuador (0.7%), Colombia (0.2%) y Bolivia (0.1%). Con esto se puede apreciar que la productividad de las empresas peruanas se ha estancado, y el estudio nos dice que la causa principal es carencia de concurrencia en la entrada per- cápita con los otros países. Además, cabe recalcar que las causas que amplían aún más la falta de productividad son la poca inversión en la investigación y desarrollo (I+D).

El reporte dado por INDECOPI (2021) demuestra los resultados referentes a la evolución que ha tenido el Perú con la producción de leche fresca desde el 2011 al 2020.

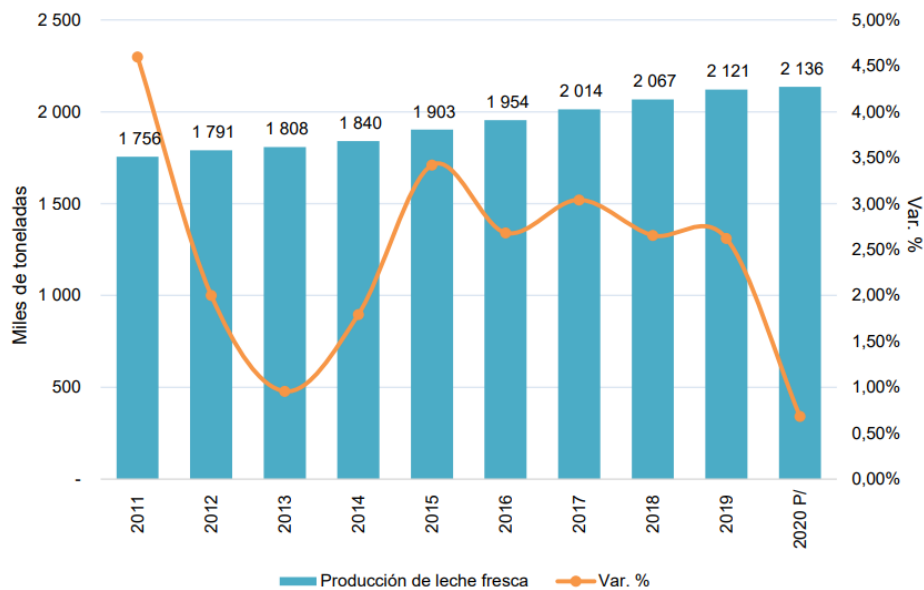


Figura 1. Producción nacional de leche fresca.

Fuente: MINAGRI (2021)

Como se percibe en la figura, en el año 2011 al 2019 la producción láctea ha registrado un crecimiento de 2.4% y solo en el 2020 del 0.68%.

En un informe realizado por MINAGRI (2017) se establece los mayores índices de productividad en los principales departamentos que abastecen a las empresas lácteas del país.

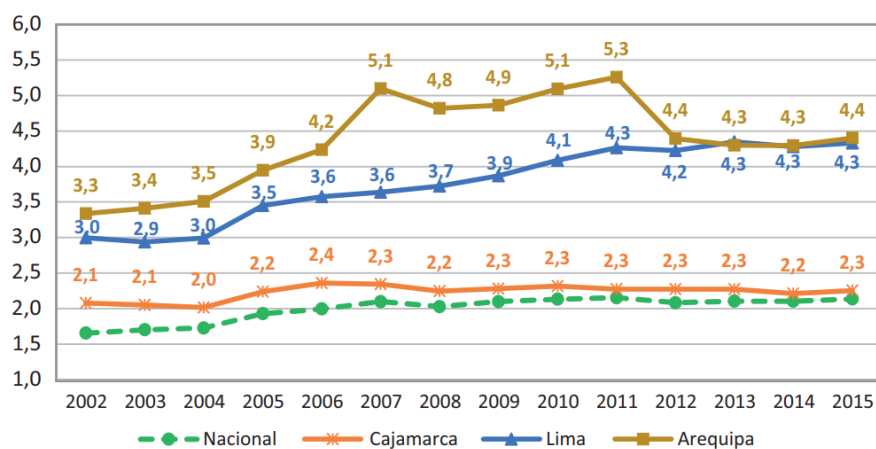


Figura 2. Productividad de la leche según principales departamentos.

Fuente: MINAGRI (2017)

En la figura se aprecia que la mayor productividad está en Arequipa 4 tn vaca/año, le sigue Lima con 3.8 Tn vaca/año y finalmente Cajamarca con 2.2 Tn vaca/año.

En el panorama Local, hay que tener en cuenta que los ganaderos de este departamento están a punto quebrar, en consecuencia, del incremento de suministros para nutrir al ganado, lo que ha ocasionado a los ganaderos a sacrificar o vender a las vacas. El expresidente de la asociación de ganaderos de Lambayeque mencionó que se está estimando un reclamo formal al gobierno regional, ya que los inconvenientes se presentan en que la nutrición del ganado es diariamente, y los pecuarios ya no tienen capital para satisfacer a sus crías. Son cinco mil ganaderos en Lambayeque, en el cual cada uno tiene un aproximado de 10 a 20 cabezas de ganado, y estos abastecen con una producción de 38 mil litros a la entidad Gloria, Por ende, el reclamo se da porque los costos de materiales han subido (S/.1.20) y el precio de la leche sigue estable (S/.1.00), perdiendo un valor de S/0.20 por litro (La Industria, 2021).

En las empresas lácteas no son ajenas a estos problemas, las competitividades para estas empresas han incrementado, ya que se han lanzado más empresas en el mercado de lácteos, por consiguiente, estas fábricas deben buscar nuevas herramientas que le permita mejorar su productividad, con el buen uso de sus recursos. Los problemas más graves que tienen estas fábricas son específicamente en el área de producción, y por no inspeccionar la materia prima utilizada, hace que esta se retrase y ello conlleva a no satisfacer los pedidos que tienen por parte de los clientes, lo cual está ocasionando que estén perdiendo clientela, ganancias y baja productividad. Los elementos que la alteran son: poca comunicación entre los colaboradores, falta de toma decisiones para resolver un problema, pocas herramientas de producción y altos productos defectuosos por la acidez de la leche (Meléndez & Pisfil, 2018).

En la empresa procesadora de Lácteos en estudio, se están originando problemas tales como la inadecuada utilización de los recursos, estas se ven

representadas por la falta de capacitación, un promedio de horas hombre de 145 bolsas/h-H, horas máquina de 235 bolsas/h-M y 2500 litros de leche que no se está utilizando correctamente, además de la falta de una adecuada planificación de producción y como resultado de ello está afectando el tiempo de entrega del producto final al cliente, así como también los costos elevados de producción, y todo ello conlleva a que la empresa tenga una baja productividad parcial. Esta información recogida se evidencia en el documento del anexo 3.

1.2. Trabajos previos

Ariza (2020) en su tesis realizada en el país de Colombia, tuvo como objetivo determinar la producción mediante la programación lineal relacionada a la crianza de bovinos, el tipo de investigación fue de índole aplicada con un diseño experimental y la población se estudió en las fichas municipales agropecuarias. El instrumento que se manejó fue el cuestionario, se aplicó un modelo matemático, en el cual planificaron la producción de leche con un valor de 711 729 litros/día y 103 192 cabezas de ganado aumentando su productividad en un 15%. El investigador tuvo como conclusión que el diseño del modelo matemático planteado optimizó la cantidad de producción y ofreció una solución adecuada a la situación real aumentando las ganancias de los productos.

En Bogotá Colombia, Sánchez & Ramírez (2017) en un artículo presentado, cuyo objetivo fue planear la producción de fresa a través de programación lineal, el tipo y enfoque de investigación fue aplicada y cuantitativo respectivamente, además la muestra fue dada por todos los documentos recolectados en la producción. Los instrumentos que utilizaron fue la guía documentaria y la de observación, como resultados se obtuvo ventas anuales de S/. 144 000 000 y costos totales del mantenimiento y establecimiento (COP) de S/. 72 000 000 dando una utilidad de S/. 72 000 000, con esto creció su productividad global en un 30%. Los autores llegaron a la conclusión de que con el modelo matemático se logró determinar la planificación de la producción de fresa tomando en cuenta el costo de cada cultivo.

Aldás, Reyes, Morales & Sánchez (2018) en la ciudad de Ambato-Ecuador, realizaron un artículo, la cual consideró como objetivo definir las unidades factibles de materia prima, en el cual su tipo y diseño de investigación fue aplicada y experimental respectivamente, su población se basó en toda la revisión documentaria de los artículos de bodega, usando instrumentos como guía de observación y documentos, en cuanto a los resultados se dio una ganancia anual de S/. 52 560.50, lo que significa que hubo un 25.6% de mejora productiva, en el cual se concluyó que con la propuesta del modelo se logró determinar las unidades faltantes, los materiales necesarios y los stocks de cada periodo.

Por otro lado, Idme & Silva (2020) en su proyecto realizado en la ciudad de Cuzco, planteó como objetivo optimizar rango de contribución aplicando programación lineal en una entidad de productos alimenticios (derivados de frutas naturales), el tipo de investigación fue aplicada, enfoque cuantitativo y un diseño cuasi experimental. En donde la muestra fue toda la información recogida, el instrumento utilizado fue la guía de revisión documentaria, el margen de contribución actual fue de S/ 425, 074.96 y con la propuesta fue de S/ 469,485.67, acentuando su productividad en 10.45%. Los autores llegaron a la conclusión que la programación lineal les ayudó a tener un mejor margen de contribución, en el cual se redujo los costos de producción y se aumentaron las ventas.

Arrascue (2019) desarrolló en la ciudad de Cajamarca una tesis, cuyo objetivo fue mejorar la productividad proponiendo un proceso de costos en la fabricación de quesos, el tipo de diseño fue no experimental y la muestra obtenida fueron todos los procesos de producción, los instrumentos aplicados fueron la guía de observación y guía de entrevista, se dio una productividad actual de queso fresco de 1.38 y con la propuesta de 1.80 variando en un 30.91%, además la productividad actual de queso madurado fue de 1.20 y después de 1.37 variando en un 14.17%. Los autores llegaron a la conclusión que la implementación del proceso de costos contribuyó a la buena toma de decisiones para el óptimo

desempeño reduciendo sus costos y mejorando la productividad, en el cual su proyecto obtuvo una ganancia de S/ 0.37 por cada sol invertido.

En un estudio establecido en la ciudad de Lima por Aramburú (2016) tuvo como principal objetivo crecer el proceso productivo implementando programación lineal en una empresa de lubricantes, cuyo tipo fue aplicativo. El instrumento empleado fue la guía documentaria; en cuanto a los resultados, el modelo se hizo para 5 meses y se logró producir 15 lotes de producción más para la empresa, mejorando el nivel de atención al cliente y la productividad mano de obra en un 14%, se tuvo como conclusión que el modelo fue factible por se obtuvo una utilidad de S/. 0.32 por cada sol invertido.

En la ciudad de Cajamarca se desarrolló un proyecto de tesis por Ortega (2017) el cual tuvo como principal objetivo el mejoramiento operativo a través de la definición de restricciones en los recursos utilizados. Cuyo diseño de investigación fue la de no experimental, descriptiva y transversal, cuya muestra se basó en todos los recursos del sistema productivo, además los instrumentos que utilizó fueron la guía de entrevista, guía de observación y análisis documental. Con esto, se alcanzó plantear un adecuado patrón matemático. En la investigación se obtiene como resultados la producción actual de S/. 31 065 huevos y producción posteriormente de 61 098 huevos con un aumento de S/. 33 033, teniendo un ingreso S/ 7 025 588 y crecimiento productivo de 49%, se concluyó que el modelo permitió tener una mayor producción, ingresos y productividad con una mejor utilización de los recursos.

Por otra parte, Monja & Sedan (2016) en su trabajo de investigación realizado en la ciudad de Pomalca, estableció como objetivo planear la producción empleando la P.L. para acrecentar la productividad en el área de producción de azúcar de la compañía Pomalca SAC, cuyo tipo de diseño de investigación fue aplicada, la muestra fue el proceso, los documentos y trabajadores, que estaban en el área de elaboración de azúcar. Los instrumentos que se utilizó fue el cuestionario para poder tener conocimiento de los datos históricos respecto a la producción. En cuanto a la productividad de la empresa, sin el modelo implementado se ha obtenido los siguientes costos: S/.126, 997.8 de producción,

S/. 1,165 278.4 de mano de obra, S/. 3,338.210, 64 de insumos, S/. 67,552 692. 6 de materia prima, S/. 4, 800 000.00 de mantenimiento, S/. 72.000 a los supervisores, S/. 60.000 al Jefe de área, y luego se procede a ser aplicado en la fórmula de la productividad global y con ello da como resultado 1.695. Así mismo la productividad con la propuesta implementada ha obtenido los siguientes costos: S/. 177.325.300 en producción, S/. 669 736.79 en mano de obra, S/. 4, 886 775.84 en insumos, S/. 86,746.680 en materia prima, S/. 3, 374 711.05 en mantenimiento, S/. 72000 en supervisores, S/. 60000 para el Jefe de área, S/. 217 001.40 en M.O para mantenimiento, S/. 288.000 en Supervisores Mantenimiento, estos datos también se aplicaron en la fórmula de productividad global obteniendo un resultado de 1.8410, luego se pasa a analizar los dos resultados tanto de la productividad anterior y de la productividad reciente y con esto se determina que se ha obtenido una incrementación de productividad de del 11.61% .El investigador llegó a la conclusión que la mejor planeación agregada, fue la de estrategia de persecución, ya que este determinó producir lo mismo a la demanda para obtener un costo mínimo total de todos los recursos.

Diaz & Paz (2021) efectuó una tesis en la ciudad de Chiclayo, en el cual tuvo como objetivo principal acentuar la productividad mediante la herramienta de planificación de producción en una fábrica de lácteos, su diseño de investigación fue experimental con un enfoque cuantitativo, cuya muestra estaba integrada por todos los colaboradores de la fábrica, los instrumentos que se utilizaron fueron guía de observación, guía de entrevista y los documentos, además la productividad actual de m.o era de 37.13 soles/operario y con la propuesta de 49.03 soles/operario, asimismo la productividad de m.p fue de 1.296 soles/m.p y después se obtuvo 1.415 soles/m.p. Los investigadores llegaron a la conclusión que con la propuesta se pudo obtener un B-C de 1.41, obteniendo una ganancia de S/.0.41 haciendo a la investigación viable.

La investigación desarrollada en Chiclayo por Odar (2014) planteó como objeto optimar la producción mediante un algoritmo matemático que mejore la productividad, en donde su enfoque de investigación fue cuantitativo, se utilizó el diagrama de Ishikawa para definir las causas; en relación a los resultados de la productividad de materiales anterior y posterior fue de 0.333 kg/mat y 0.345 kg/mat

aumentando en 4% y la productividad de mano de obra fue 9 paq/ope y 10 paq/ope subiendo en 11% y mano de obra se acrecentaron en un 4% y 11% respectivamente, finalmente se concluyó que con el aumento de producción se capacitó a los colaboradores para que minimice sus tiempos y crezcan las utilidades monetarias.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Productividad

La productividad se conceptualiza como un arte apto de diseñar e instalar bienes y servicios; es decir, es la relación entre las entradas y salidas de producción viéndolo desde un ámbito económico. La productividad total se representa tomando en cuenta todas la entradas y salidas, por consiguiente, las entidades obtendrán un ingreso total generado en el proceso productivo (Nemur, 2016).

Asimismo, Fontalvo et al. (2017) nos dicen que esta variable es la razón entre la capacidad total de producción y los recursos empleados, por el cual la productividad consta de una serie de actividades para obtener mejoras, si estas se logran con recursos menores o iguales, se considera como un índice productivo alto.

Por otro lado, Alamar & Guijarro (2018) sostiene que los países con una tenaz mejora en la productividad, tienden a solventar inconvenientes como el desempleo, impuestos, inflación y un déficit comercial.

1.3.1.1. Definición

La productividad es la conexión entre las unidades producidas y el uso óptimo de los recursos; es decir como los recursos de: mano de obra y materia prima y máquina se debe emplear eficientemente en forma directa a la producción (Cruelles, 2012).

1.3.1.2. Tipos de productividad

Según Cruelles (2012). define a los tipos de productividad como:

- **Productividad global:** es el cociente de las unidades con el uso de todos los recursos. Por ejemplo:

$$\text{Productividad} = p = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Mano de obra} + \text{Materia Prima} + \text{Tecnología} + \text{Energía} + \text{Capital}}$$

- **Productividad parcial:** la producción es directamente proporcional a uno de los componentes utilizados. Por ejemplo:

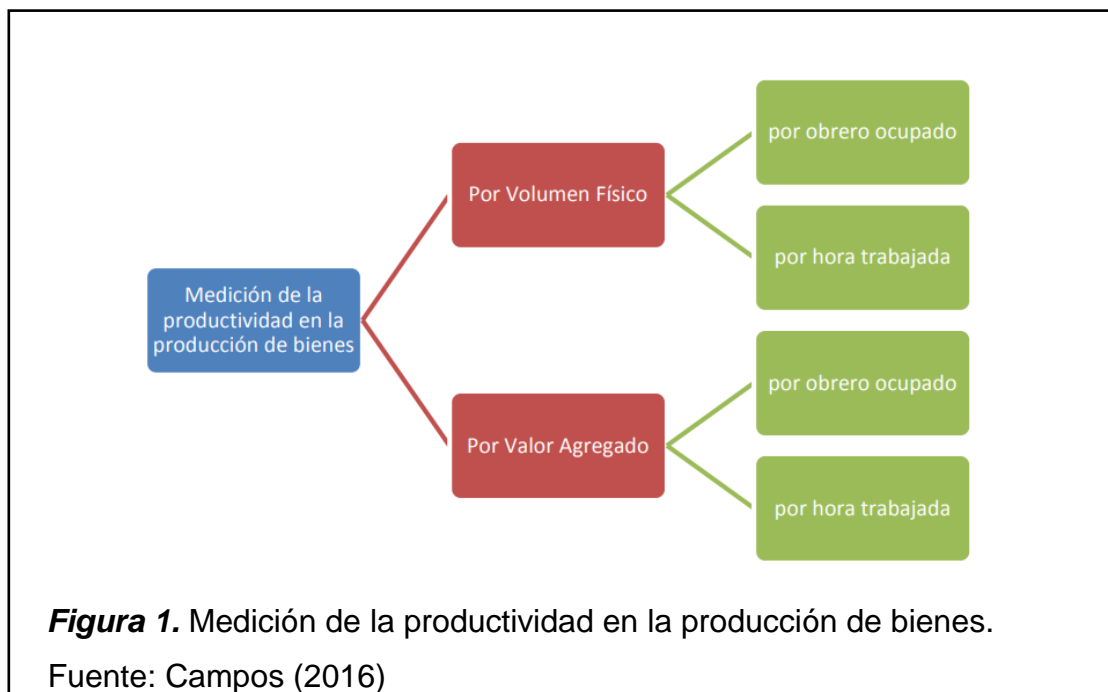
$$\text{Productividad}_{\text{Recurso Humano}} = P_{\text{M.O.}} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Mano de Obra}}$$

$$\text{Productividad}_{\text{Materia Prima}} = P_{\text{M.P.}} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Materia Prima}}$$

1.3.1.3. Medición de la productividad

De acuerdo a Campos et al. (2016) existen dos formas de medir la productividad:

- Por volumen físico: se entiende como la unidad de medida que reciben los bienes fabricados, estas pueden ser: Kg de azúcar, Tn de papa, unid de camisas, etc.
- Por valor agregado: se mide por la estimación de la moneda local de cada país.



1.3.1.4. Componentes que miden la productividad

Los componentes que miden la productividad, según lo afirmado por Juez (2020) son los siguientes:

- **Eficiencia:** es la relación entre salida y entrada de materia prima y materiales empleados en la producción, un alto nivel de eficiencia indica que estos se aprovechan correctamente en el proceso productivo, se dividen en eficiencia física y eficiencia del sistema, en donde sus fórmulas son las siguientes:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Entrada de la materia prima}}$$

$$\text{Eficiencia del Sistema} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórica}}$$

- **Eficacia:** Los productos conseguidos son directamente proporcional a los objetivos fijados, un rango alto de eficacia señala los resultados logrados. Su fórmula es:

$$\mathbf{Eficacia} = \frac{\mathit{Productos\ logrados}}{\mathit{Meta}}$$

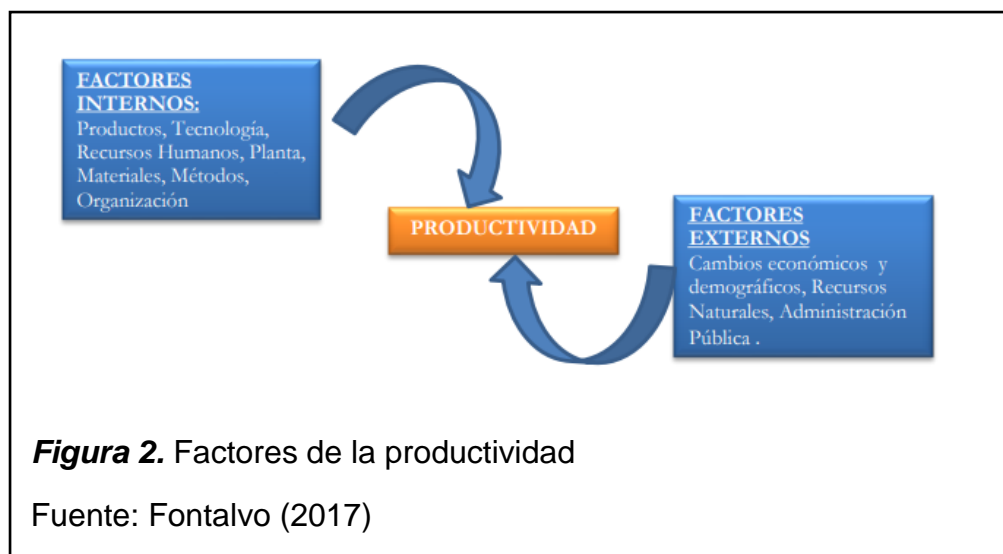
- **Productividad:** es la combinación de eficiencia y eficacia, si ambas se cumplen indica un buen desempeño productivo. Su fórmula es:

$$\mathbf{Productividad} = \mathit{Eficiencia} \times \mathit{Eficacia}$$

1.3.1.5. Factores de la Productividad

Fontalvo et al. (2017) afirmó que las partes que intervienen en la productividad son:

- **Factores internos:** son aquellos que pueden ser controlables, ya que se van a presentar en el interior de la organización; estos factores pueden ser: productos defectuosos, métodos inadecuados, poca tecnología, entre otros.
- **Factores externos:** estos son más dificultosos de domina, porque no se sabe en qué momento se presentan en el entorno, estos pueden ser: intereses, inflación, cambios demográficos, etc.



1.3.1.6. Importancia de la productividad

Fontalvo et al. (2017) menciona que la significancia productiva mejora la calidad de vida empresarial, social, política y económica. Cuando se analiza la tendencia de esta mejora a largo plazo en un país, se forman por dos elementos primordiales: una es que se relaciona el crecimiento poblacional con la tasa de empleo; y la segunda se depende de los factores productivos. Estos factores son:

- Ahorro de costos: evitar despilfarrar dinero para aquello inadecuado en el proceso de las metas.
- Ahorro de tiempo: hacer las mayores actividades posibles en un menor tiempo, y utilizar este tiempo en el mejoramiento de otros sistemas.

Un excelente análisis de estos dos elementos, permite desempeñar una mejor relación de colaboradores, equipos y otros recursos logran acrecentar la producción total de bienes y servicios.

Esta problemática necesita la aplicación de un modelo matemático que nos permita encontrar una posible solución al problema de productividad, y de acuerdo a las teorías mencionadas por los autores, nos hemos acogido a lo afirmado por el autor Cruelles concerniente a la productividad parcial, ya que esta medición nos favorecerá a la aplicación del modelo en cuanto a los recursos de mano de obra, maquinaria y materiales.

1.3.2. Programación Lineal

Programación Lineal es una representación matemática que está vinculado a la investigación de operaciones, el cual tiene como objeto de trabajo resolver distintas dificultades que se originan en los sistemas de producción, mediante la

aplicación de métodos y técnicas que hacen posible el desarrollo del problema y como solución, dando resultados óptimos en beneficio del sistema en su conjunto (Suñé et al., 2016).

Además, según Munier et al. (2019) fundamenta que la programación lineal es una técnica empleada para ejemplificar que casi todos los aspectos relacionados con escenarios del planeta real pueden añadirse al modelo y tener una solución óptima, mediante su composición matemática; es decir, tiene una habilidad inmejorable de solucionar escenarios de una forma más objetiva que otros métodos.

Efectuar modelos matemáticos de problemas respecto al mundo real es un ingenio y requiere de mucha capacidad, esto se logra a través de la evaluación de varios problemas, esfuerzo y perseverancia. Cuando deseamos manejar modelos matemáticos en la ingeniería, se pueden presentar mayores inconvenientes en el planteamiento respectivo. Finalmente, una vez planteado, se procede a resolver el problema por medio de un programa computarizado. (Soler et al., 2016)

1.3.2.1. Definición

Según Suñé et al. (2016) afirman que la programación lineal es un método que se aplica mediante un modelo de programación matemática, en donde este cuenta con variables de decisión, función objetivo y restricciones. En este modelo se puede decir que si las variables decisión son enteras, estamos hablando de un modelo de programación lineal entera, pero si es el caso de que unas variables sean enteras y otras binarias, estamos hablando de una programación lineal mixta.

1.3.2.2. Componentes de Programación Lineal

- **Variables de decisión:** son las variables que se definen para posteriormente poder determinarlas resolviendo el modelo de programación lineal, siendo su representación (x_i) .

- **Variables de holgura:** son las variables que se agregan en las restricciones cuando estas son menor igual (\leq) a la disponibilidad, siendo su coeficiente en la función objetivo "0".
- **Variables de exceso:** son las variables que vamos agregar en las restricciones con un signo (-) cuando estas sean (\geq) , siendo su coeficiente en la función objetivo "0"
- **Variables artificiales:** son las variables que se agregan con un signo positivo a las restricciones cuando también son (\geq), su coeficiente en la función objetivo es +M cuando se quiere minimizar y es -M cuando se quiere maximizar.

A. Función objetivo

Es una expresión matemática lineal en donde se relaciona las variables de decisión definidas desde el x_1 x_n con los coeficientes que le corresponde a cada variable, estos coeficientes tienen que ver con la finalidad del modelo, si es que el objetivo es maximizar, los coeficientes representan la utilidad que se va a ganar por cada unidad de dicha variables, caso contrario sería si es que se quiere minimizar, los coeficientes representan lo que te va a costar producir una unidad de cada variable.

B. Restricciones

Es un conjunto de expresiones lineales que determinan los valores posibles de las variables de decisión, además cabe recalcar que las restricciones son condiciones que se establecen como limitaciones de recursos, en el cual el modelo tendría una solución básica factible, si es que se cumplen con todas las restricciones, es decir se esté dentro del rango de la región factible. Dicho lo anterior las restricciones están conformadas por las variables de decisión, cantidad de recursos y la disponibilidad de recursos, estos se representan según una inecuación (\geq o \leq) y una igualdad (=) y son los siguientes:

Restricción de inecuación menor o igual:

$$A_{ij} \cdot X_i \leq b_i$$

Restricción de inecuación mayor o igual:

$$A_{ij} \cdot X_i \geq b_i$$

Restricción de igualdad

$$A_{ij} \cdot X_i = b_i$$

1.3.2.3. Métodos de Programación Lineal

Según Moncayo et al. (2018) nos dice que los métodos son los siguientes:

- Método gráfico

Este método solo se utiliza para dos variables y cierta cantidad de restricciones, está representado en forma canónica, por ende el primer paso a establecer es pasarlo a la forma estándar para posteriormente hacerle un proceso de tabulación, una vez hecho esto, se hace una representación gráfica con los ejes “x” y “y” de acuerdo a los puntos que salieron en la respectivas tabulaciones, en la gráfico podemos determinar cuál es nuestra región factible, y después sacar los elementos que lo conforman, para finalmente reemplazarlos en la función objetivo, y con esto determinar cuál es la mejor solución en relación a lo que se quiere, ya sea maximizar o minimizar. Asimismo, estos autores sostienen que la región factible consta de tres partes:

- a) **Región factible acotada:** es la más sencilla de realizar ya que no hay contradicciones en las restricciones y se pueden encontrar los puntos de la región fácilmente.
- b) **Región factible no acotada:** se presenta cuando la función objetivo no tiene límite, es decir, los puntos referenciales que se forman están en límite de cada recta, y con esto puede ir aumentando la función objetivo.
- c) **Región no factible:** simplemente se da cuando las restricciones dadas no cumplen entre ellas, y por lo tanto no hay solución factible.

- Método simplex primal

Es un método de procedimiento algebraico que se presenta al igual que el método gráfico en forma canónica, y luego se tiene que pasar en forma estándar, este proceso consiste en agregarle una variable de holgura si el signo es (\leq), si el caso es mayor o igual, se tiene que agregar una variable de exceso y una variable artificial, para luego proceder a establecer sus coeficientes de cada variable en una tabla, donde tenemos que encontrar un vector de entrada, que este es el menor número en caso se maximice o el mayor número en caso se minimice. El vector de salida se encuentra dividiendo las disponibilidades y los coeficientes de las columnas del vector de entrada, en el cual se escoge la menor división. El pivot viene a ser la intersección de ambos vectores, luego para las siguientes tablas se multiplica por un valor al pivot con el fin de que te dé como resultado uno, su misma columna deben dar como resultado "0", así se sigue el mismo procedimiento para las demás tablas hasta que los valores de la fila del $Z_j - C_j$ tienen que dar positivo si el objetivo es maximizar o los valores tienen que ser negativos si el caso es minimizar, esto te indica que ahí queda por terminado el modelo.

- Modelo del primal

Max

$$Z = U_1 \cdot X_1 + U_2 \cdot X_2$$

S.A

$$A_1 \cdot X_1 + A_2 \cdot X_2 \leq B_i$$

$$D_1 \cdot X_1 + D_2 \cdot X_2 \leq L_i$$

- Método simplex dual

Es un procedimiento relacionado al método simplex primal, ya que si en el simplex la función es maximizar, en el método dual sería lo contrario (minimizar), los coeficientes de la función objetivo y la disponibilidad del primal, ahora van funcionar como la disponibilidad de recursos y como los coeficientes del dual respectivamente, además las columnas de las restricciones del primal, ahora serán las filas de las restricciones del dual, también si los signos en el primal son menores igual, en el dual serán mayores iguales o viceversa. Dicho lo anterior a continuación presentamos el siguiente ejemplo:

- **Modelo del dual**

Min

$$W = B_i \cdot Y_1 + L_i \cdot Y_2$$

S.A

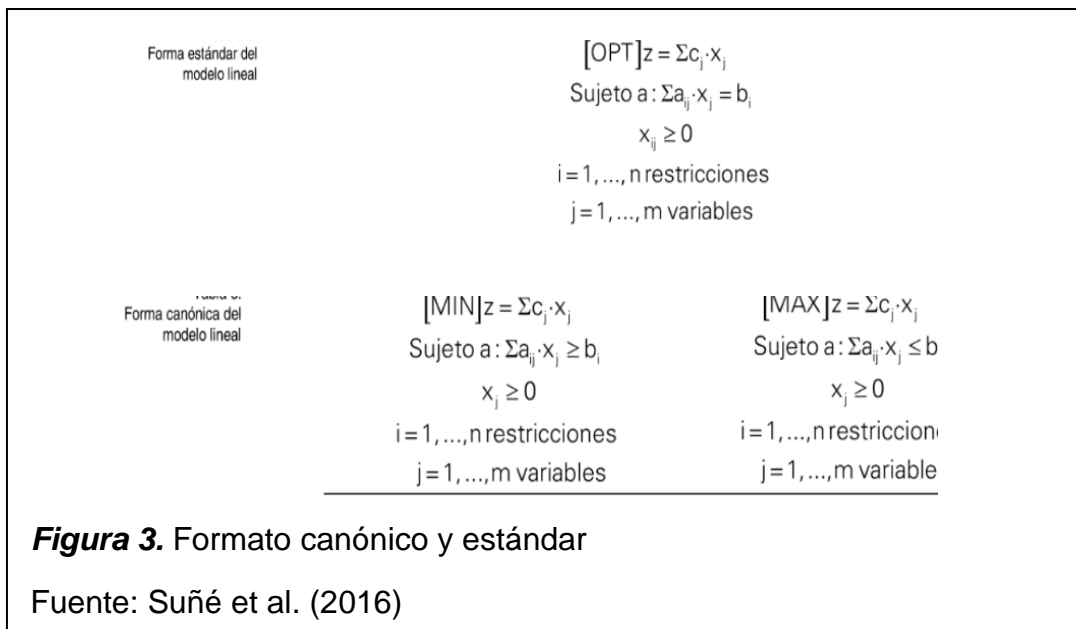
$$A_1 \cdot Y_1 + D_1 \cdot Y_2 \leq U_1$$

$$A_2 \cdot Y_1 + D_2 \cdot Y_2 \leq U_2$$

1.3.2.4. Formato Canónico y Estándar

Según Suñe et al. (2016) nos dice que la programación lineal consta de dos formas de representación, las cuales son: forma canónica y forma estándar.

- Forma estándar: se representa con una ecuación de igualdad en casos de maximización y minimización, incluyendo variables de no negatividad.
- Forma canónica: se simboliza con una inecuación de desigualdad, cuando se maximiza y minimiza es \leq y \geq respectivamente; también se incluye variables de no negatividad.



1.3.2.5. Modelo de producción

Según Chopra, Meindl, & Pino (2017) es un procedimiento efectivo para elaborar un plan óptimo de producción en un periodo de t meses. Asimismo, consiste en una función objetivo con minimización de costo, las restricciones tienen que ver con la disponibilidad mensual de la capacidad de producción, materiales, mano de obra, maquinaria, etc. Por otro lado, las variables de decisión se definen en función a la cantidad de producción, unidades subcontractadas y sobretiempo.

Estos autores destacan los siguientes puntos:

- **Recursos utilizados:** es la cantidad que se va a utilizar en el periodo de un mes por producir una unidad del producto.
- **Disponibilidad de recursos:** es el límite mensual que se va a disponer en cada recurso.
- **Stock de seguridad:** es el nivel extra que se va a requerir ante las inesperadas alteraciones de la demanda; es decir, que se pueda evitar una rotura de stock.
- **Producción:** es la cantidad de unidades producidas en horario normal.
- **Demanda:** es el valor total de cada producto demandado por los clientes, para este punto se estima hacer los llamados “pronósticos”.
- **Unidades subcontractadas:** es la cantidad dado por un servicio tercerizado para que se cumpla con la demanda.
- **Unidades en sobretiempo:** es la cantidad de unidades producidas en horas extras.
- **Costos de producción:** es el valor que cuesta por producir una unidad de cada producto de terminado.
- **Costos de subcontractación:** es el valor que recibe por disponer de un servicio tercerizado.

- **Costos de inventario:** es lo que cuesta mantener una unidad de producto en el almacén.
- **Costos de hora extra:** es la cantidad que se tiene que pagar por el tiempo extra trabajado.
- **Variable de setup:** son variables binarias, en donde se observará qué periodo se producirán “X” productos.
- **Costo de setup:** es lo que cuesta mandar a producir distinta cantidad de un producto.
- **Capacidad de planta:** es la restricción de capacidad de la cual dispone la producción.
- **Capacidad de inventario:** es el límite de capacidad de la cual dispone un almacén.

Pronósticos

Según Chopra & Meindl (2008)

Se usan para la toma de decisiones en la cadena de suministro, consiste en anticipar datos anteriores para obtener valores aproximados cada periodo requerido.

Se clasifican en los siguientes métodos:

- **Cualitativos:** se establece con una percepción subjetiva, este se da cuando no se cuenta con información de datos o cuando estos son muy escasos.
- **Serie de tiempo:** se necesita de información histórica para poder proyectar la demanda, conviene que la demanda no varíe mucho periodo tras periodo.
- **Causal:** al igual que el anterior, se necesita datos para la proyección, pero además se requiere una relación entre estos datos y otros factores.

- **Simulación:** se basa en combinación de dos o más métodos de pronóstico para que tengan un estudio más efectivo en el mercado.

Métodos no estacionales

Sin tendencia ni estacionalidad

Según Chase, Jacobs & Aquilano (2009)

Promedio móvil simple: se halla el promedio teniendo como base a partir de dos datos anteriores, sumándolo y dividiéndolo entre estos.

Suavizado exponencial simple: se trabaja con un coeficiente de suavización que oscila de 0 a 1, este se multiplicará con la resta de la demanda real y el pronóstico anterior.

Con tendencia y no estacionalidad

Promedio móvil ponderado: se calcula con un valor “n” en el cual la suma de este debe dar uno, consiste en multiplicar el “n” con la demanda real (Betancourt, 2016).

Suavizado exponencial doble: la diferencia con la simple es que se da para una demanda con tendencia y se va a necesitar dos coeficientes de suavización (Salazar, 2019).

Métodos estacionales

Con estacionalidad, no tendencia

Aditivo estacional: se determina un factor estacional en base a los datos anteriores que carecen de tendencia, se causan números con suavizamiento exponencial, en donde el ajuste de previsión se sustrae al nivel previsto.

Multiplicativo estacional: es casi igual al aditivo, lo que se diferencia es que se da el producto del ajuste de previsión y el nivel previsto.

Estacionalidad y tendencia

Aditivo de Hot-Winters: el aditivo estacional incluye un factor de estacionalidad al pronóstico con tendencia.

Multiplicativo de Hot-Winters: se añade un nivel estacional para ser multiplicado por la previsión con tendencia.

Aditivo de tendencia desecheda: escoge una secuencia de datos con estacionalidad y tendencia, al hacer la proyección los integra de manera aditiva.

Multiplicativo de tendencia desecheda: se hace el mismo procedimiento que el anterior método, pero el pronóstico se hace de forma multiplicativa.

Medición de error del pronóstico

Según Betancourt (2016) se definen los siguientes:

MAD (desviación absoluta media): se da un margen de error en cantidades, puede ser más o menos tomando en cuenta el resultado.

MAPE (porcentaje de error): se establece una medida de error en porcentaje, si se tiene un rango de 20% a 30%, se considera permisible.

MSE: es parecido al MAD, pero el margen de error aumenta ya que se eleva al cuadrado.

1.4. Formulación del Problema.

¿Con la aplicación de la programación lineal mejorará la productividad del área de producción en una empresa procesadora de lácteos?

1.5. Justificación e importancia del estudio.

En el mundo actual y con muchos cambios tecnológicos, hay empresas que sufren con la alta variación de la demanda. Para ello estas empresas podrían implementar un modelo de programación lineal que les permita planificar su producción y por ende puedan competir en el mercado. Esta herramienta debe aplicarse de la mejor manera para que las entidades optimicen sus recursos, logrando satisfacer la demanda, y por consecuencia mejorar la productividad.

Por esa razón, esta investigación es de esencial consideración ya que la programación lineal hace hincapié en la optimización de recursos, esto relacionándose con empresas lácteas del país, sería de gran ayuda para que puedan minimizar sus costos y mejorar su productividad concerniente al factor mano de obra, materiales y maquinaria; y de esta manera tengan una mayor competitividad con respecto a otras entidades del mismo rubro.

Además, para las empresas locales que desconocen de alguna herramienta para determinar su producción y mejorar su productividad, este trabajo ayudará como orientación para que cualquier empresa productora interesada pueda utilizar programación lineal mediante el Microsoft Excel, que está al alcance de toda empresa.

1.6. Hipótesis

La aplicación de la programación lineal influye positivamente en el incremento de la productividad en el área de producción de una empresa procesadora de lácteos.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Aplicar la Programación Lineal para mejorar la productividad en una empresa procesadora de lácteos.

1.7.2. Objetivos específicos

- a) Identificar las causas que están originando una baja productividad, mediante el Diagrama de Ishikawa.
- b) Definir las variables de decisión y restricciones del modelo.
- c) Aplicar el modelo de programación lineal.
- d) Evaluar la estimación de la productividad con la propuesta implementada.
- e) Analizar el beneficio-costos de la propuesta.

CAPÍTULO II: MATERIAL Y MÉTODO

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es descriptiva, ya que realizaremos un análisis de la problemática exactamente en los factores que están repercutiendo en el área de producción de una empresa procesadora de lácteos, la cual servirá para futuras investigaciones y lo puedan tomar de apoyo a su estudio.

El enfoque de investigación será cuantitativo porque nos basaremos en valores numéricos, en donde haremos uso de los datos históricos de la empresa y determinaremos los indicadores de la productividad empleando un modelo básico de producción.

La presente investigación tendrá un diseño experimental, ya que manipularemos la variable independiente, por consecuencia observaremos los resultados que la variable dependiente obtuvo por influencia directa de la variable independiente.

2.2. Variables de operacionalización

Tabla 1

Operacionalización de la variable dependiente.

Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos		
PRODUCTIVIDAD	Mano de obra	• Unidades producidas /H.	Análisis documental	Guía de análisis documental		
		• Unidades producidas / h-H.				
		• Unidades producidas /Costo de h-H.				
	Material	• Unidades producidas / cant. Mat.			Entrevista	Guía de entrevista.
		• Unidades producidas/ Costo de Mat.				
	Maquinaria	• Unidades producidas/ Maq.				
• Unidades producidas/h-M						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2

Operacionalización de la variable independiente.

Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
PROGRAMACIÓN LINEAL	Variables de decisión	$X_{it}, Y_{it}, Q_{it}, \dots, Z_{nn}$		
	Función objetivo	min $W = B_1 * Y_1 + B_2 * Y_2 + \dots + B_n * Y_n$	Análisis documental	Guía de análisis Documentario
	Restricciones	$A_{ij} * X_i \leq b_i$ $A_{ij} * X_i \geq b_i$ $A_{ij} * X_i = b_i$	Entrevista	Guía de entrevista.

Fuente: **Elaboración propia.**

2.3. Población y muestra

A) Población

Aquí está representada por los materiales, factor humano y maquinaria que se encuentra en la sección de producción de una fábrica procesadora de lácteos.

Tabla 3

Población

Recursos	Cantidad
Operario	2
Materiales	8
Maquinaria	4

Fuente: Empresa procesadora de Lácteos.

B) Muestra

Así como la población, la muestra estará conformada por factor humano, materiales y maquinaria teniendo un total de 14 recursos.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Análisis documentario.

En el proyecto de investigación, esta técnica se empleó para recolectar la información requerida, ya que evaluaremos la documentación que está grabada en el sistema de la empresa y con esto obtendremos la información necesaria para desarrollar una nueva solución. Para dicha técnica utilizamos el instrumento denominado **“Guía de Análisis documentario”**.

Entrevista

Para esta técnica se establecieron 16 preguntas concernientes al proyecto de investigación para que de esta forma se recoja la información clave y requerida de la empresa procesadora de lácteos investigada.

Validez de instrumentos

En el trabajo utilizaremos el instrumento de Guía de Análisis documentario y Guía de entrevista, por lo cual fue validado por tres expertos conocedores del tema de investigación, ya que sus criterios fueron fundamentales para tener en cuenta algunas correcciones, como consecuencia se obtuvo una validez relevante, objetiva y clara.

Confiabilidad de instrumentos

Los instrumentos **“Guía de Análisis documentario”** y **“Guía de entrevista”** solo se limitó a recibir mayormente información cuantitativa y un poco de información cualitativa en cuanto a los datos que queremos obtener para hacer nuestro estudio, por lo tanto, no sufrirá ninguna distorsión que afecte la confiabilidad del instrumento.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

La guía de análisis documentario se hizo por medio de tablas en el Microsoft Excel, en el cual se tomó en cuenta puntos necesarios y relevantes para nuestra investigación, en la guía de entrevista se le hizo a la jefa de Aseguramiento de la calidad durante 30 min, en relación a las 16 preguntas propuestas.

2.6. Criterios éticos

Los criterios que se ha priorizado para el desarrollo de este estudio se fundamentaron en el informe Belmont:

Beneficencia: Este trabajo buscó el beneficio para todas partes involucradas, sin causar daños; es decir, se pretendió el mayor beneficio tanto para los investigadores, asesores y la empresa.

Respeto: para este principio se explicó a las partes implicadas cuáles son los riesgos y beneficios del estudio, respetando a través de un consentimiento, su decisión si aceptan o no participar de la investigación.

Justicia: Con sentido de igualdad se trató equitativamente concerniente a los beneficios de la empresa y colaboradores que fueron partícipes como principales informantes para este proyecto de investigación.

2.7. Criterios de rigor científico

Los criterios que se han tenido en cuenta en el proyecto son:

Efectividad: En el proyecto de investigación se hizo uso de manera correcta y oportuna de las distintas técnicas y herramientas para recopilar dicha información fundamental que corresponden a los indicadores de la variable dependiente.

Fiabilidad: En esta presente investigación, para su desarrollo se utilizó la norma APA vigente en la facultad de ingeniería; el cual ha permitido determinar el orden correcto de la redacción de escritos, de los textos y además así evitar el plagio ya que con la aplicación de esta norma le dan un orden y originalidad a esta investigación, facilitando la lectura.

Conformidad: Se realizó el presente estudio de investigación en base a este criterio, lo cual los resultados obtenidos garantizan y dan fe de la veracidad de las descripciones realizadas.

CAPÍTULO III:

RESULTADOS

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de la empresa

3.1.1. Información general

La empresa de estudio está dentro del rubro de empresas procesadoras de productos lácteos, esta empresa inició sus actividades a partir del año 2012 hasta la fecha que continua en actividad, 100% peruana con más de 7 años en el mercado en el proceso de productos lácteos para la venta.

A. Datos generales

- Razón Social : Empresa procesadora de lácteos.
- Actividad Económica: Elaboración de productos lácteos.

B. Organigrama:

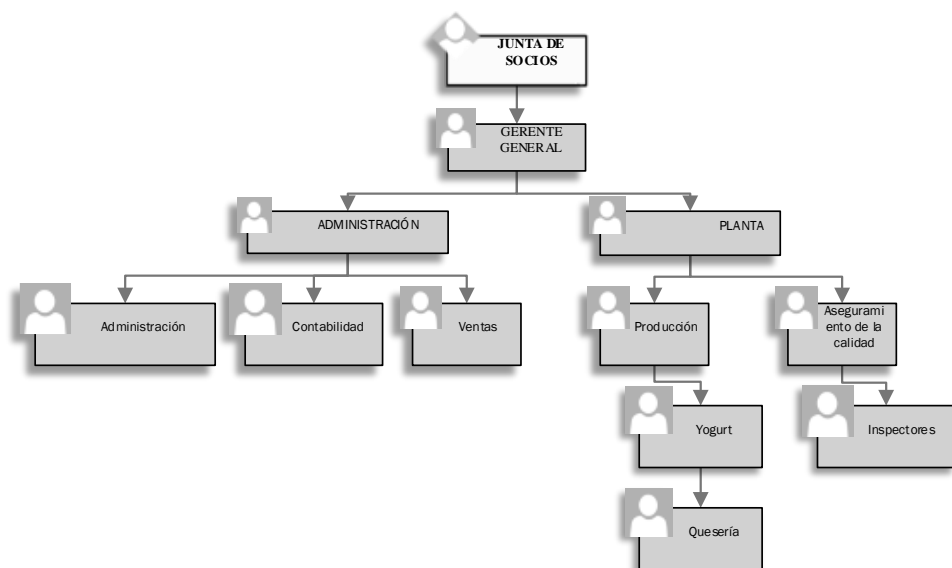


Figura 2. Organigrama General de la empresa Procesadora de lácteos.

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

C. Misión

Somos una empresa innovadora orientada a la elaboración artesanal de productos lácteos de buena calidad y a precio justo para satisfacer a nuestros clientes.

D. Visión

Posicionarnos como una empresa reconocida, distinguida y renombrada en el rubro lácteo, orientada a la innovación artesanal gracias a la buena reputación y distinción adquirida por nuestros productos de excelente calidad.

E. Descripción del Producto y/o Servicio.

La empresa procesadora de productos lácteos, brinda diferentes líneas de productos lácteos, empleando insumos de calidad, y cumpliendo con las buenas prácticas alimentarias para brindar estándares excelentes de calidad a sus clientes. Los diferentes productos brindados son: Yogures en los sabores de (fresa, lúcuma, durazno, guanábana, sauco) y también la línea de quesos: Queso mozzarella, Queso fresco, Queso Suizo, Mantequilla.

F. Sus principales proveedores

La materia prima principal (leche) que es obtenida por acopiadores a través del ordeño del ganado vacuno de los distintos distritos de la provincia de Chiclayo tales como: Reque, Tumán, Pomalca, Monsefú y otros.

3.1.2. Descripción del proceso productivo o de servicio

Para ser la correspondiente descripción del proceso del producto establecido, cabe recalcar que está dado por la empresa, para la línea de producción de sus yogures.

Recolección de materia prima

Se va a recolectar una cantidad estimada de materia prima (leche) que nuestros proveedores nos traen a nuestras instalaciones.

Estandarización

Este proceso se basa en agregar azúcar o stevia a la materia prima (leche) con el fin de darle una mayor textura, dulzor y calidad al producto.

Pasteurización

La materia prima (leche) es sometida a un proceso térmico para eliminar todos sus microorganismos patógenos, por ende, será calentada hasta llegar a una temperatura de 85° por 10 minuto.

Enfriamiento de leche

Después de que la leche se calentó en el proceso de pasteurización, está ahora será sometida al enfriamiento de la misma hasta que alcance a 43°C y así pueda tener la temperatura adecuada para agregarle el cultivo.

Incubación

La leche una vez que alcanzó su temperatura mínima, se pasa a adicionarle el cultivo que contiene las bacterias que la transforman en yogurt. Dichos cultivos son el *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus*, que se cultivan por separado para evitar el exceso de producción de ácido láctico. Una vez adicionado el fermento, la leche debe ser constante en su temperatura de enfriamiento hasta que alcance un pH igual o menor a 4,6, todo esto se realizará en un promedio aproximado de 6 horas.

Enfriamiento de yogurt

Una vez que alcanzamos el PH de 4,6, se pasará ahora a enfriarse el yogurt obtenido en la incubación hasta que llegue a una temperatura de 15°C, y con esto se ponga fin a la fermentación láctica y el yogurt no se convierta en ácido.

Adición de aditivos

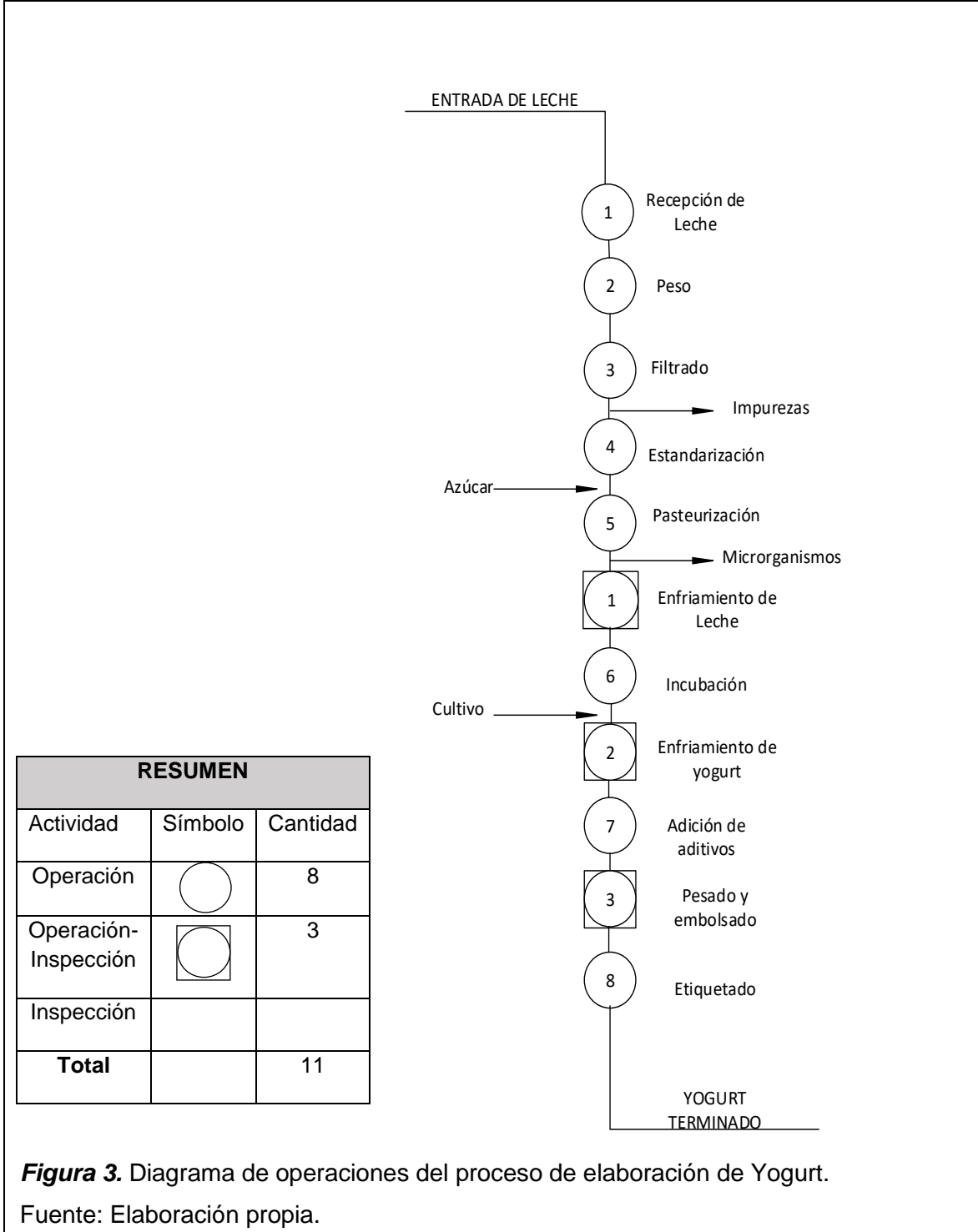
Una vez obtenido el yogurt, se comienza a agregar las esencias de frutas naturales correspondientes, cuidando de esta manera que sean productos naturales.

Envasado y etiquetado

El envase es la forma de presentación del producto (yogurt), el yogurt se procede a vaciar en las bolsas de 1lt, después se hará el etiquetado correspondiente, en donde se va a proporcionar todos los valores nutricionales que ofrece el producto y la fecha de vencimiento, este proceso se debe seguir con las indicaciones que cumplan con el certificado de sanidad. En cuanto al envase, se elegirá uno que atraiga al cliente y que conserve intactas las características iniciales del producto.

A continuación, se presentará un diagrama de operaciones (DOP) del proceso de yogurt.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO		
Actividad	Elaboración de yogurt	Fecha: 10/10/20
Departamento: Producción	Encargado : Jefe de Calidad	Hoja Nro. 01
Elaborado por: Equipo de trabajo		Método : <input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto
Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Operario <input type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina		



RESUMEN		
Actividad	Símbolo	Cantidad
Operación	○	8
Operación-Inspección	◻	3
Inspección		
Total		11

Figura 3. Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de Yogurt.
 Fuente: Elaboración propia.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO						Simbología	
PRODUCTO	Yogurt					Operación	○
						Inspección	□
ACATIVIDAD	Elaboración de yogurt					Operación-inspección	◻
						Demora	D
Descripción	Símbolo					Transporte	⇨
						Almacenamiento	▽
	○	□	◻	D	⇨	▽	Observaciones
Recepción de la leche	●						
Pesar y verificar el estado de la leche			●				
Transporte al área de producción					●		
Estandarizado	●						
Pasteurizado	●						
Esperar a que se pasteurice la leche				●			
Enfriamiento de leche	●						
Espera a que se enfríe la leche				●			
Agregado de cultivo	●						
Enfriamiento de yogurt	●						
Esperar a que se enfríe el yogurt				●			
transporte al tanque de almacenamiento					●		
Agregado de aditivos	●						
pesar y embolsar el yogurt			●				
Transporte a la cámara frigorífica					●		
Almacenamiento						●	

Figura 4. Diagrama de Análisis de proceso de yogurt.

Fuente: Elaboración propia.

DIAGRAMA DE PROCESOS

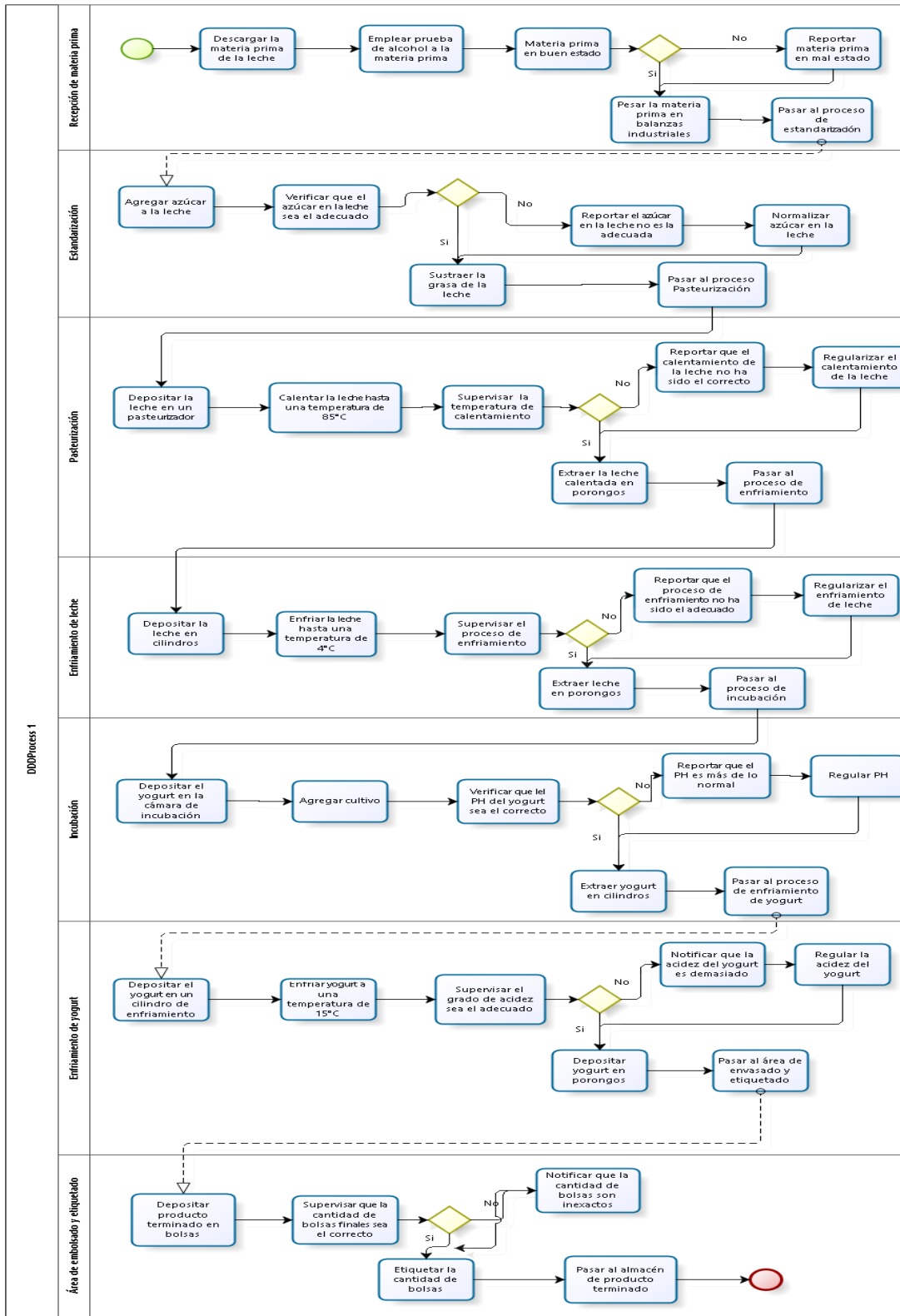


Figura 5. Diagrama de Procesos.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3. Análisis de la problemática

Con la información determinada de la aplicación de los instrumentos tanto guía de entrevista y guía de análisis documentaria, se procedió a obtener los siguientes datos:

3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos

A) Guía de análisis documentario

La parte documental de los datos requeridos para la propuesta, se obtuvieron de la base de datos de la empresa.

Documento 1: Datos de producción

Días laborales: 26

Número de máquinas: 4

Número de trabajadores: 2

Tabla 3

Datos de producción

Yogurt	Capacidad de la planta (bolsas/mes)	Cantidad Horas-hombre	Cantidad Horas-maq	Costo Horas-hombre	Costo Horas - maq	Precio de Venta	Capacidad de Invent. (bolsas /mes)
Fresa			Pasteurizadora (5horas)			s/ 5.50	
Durazno			Balanza industrial (1 horas)			s/ 5.50	
Lúcuma	1000	8 h-H	Tanque de almacenamiento (3 horas)	S/. 5	-----	s/ 5.50	250
Guanábana			Cámara frigorífica (3 horas)			s/ 5.50	
Sauco						s/ 5.50	

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

En la Tabla 3 se presenta los datos de producción para la línea de yogurt en los cinco sabores; y en los que la empresa cuenta con una capacidad de producción de 1000 bolsas/mes; así mismo con 8 horas diarias de trabajo en mano de obra, para ello cuentan con 4 máquinas para su producción como: pasteurizadora con un uso de 5 hrs/d, balanza industrial 1 h/d, tanque de almacenamiento 3 hrs/d, cámara frigorífica 3 hrs por día; y el costo de horas hombre de S/. 5; y el precio de venta del producto final de S/. 5.5, y por último con una capacidad de inventario de 250 bolsas/mes.

Documento 2: Materiales en la producción de yogurt

Tabla 4

Materiales en la producción de yogurt

Yogurt	Material	Cantidad unitaria	Costo unitario
Fresa	Leche	1 lt	S/. 1.20
	Esencia	0.007 kg	Varía
Lúcuma	Azúcar	0.2 kg	S/. 2.40
	Cultivo	0.054 lt	S/. 62.00
Durazno	conservante	0.0008 kg	S/. 100.00
	Bolsas	1 unid	S/.4.4 por millar
Guanábana			
Sauco	Etiquetas	1 unid	S/.6.8 por millar

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

En la Tabla 4 se aprecia los materiales e insumos, así como la cantidad unitaria y su costo unitario de estos para la producción de los 5 sabores de yogurt.

Documento 3: Datos históricos de la demanda

Tabla 5

Datos históricos de la demanda

Meses	yogurt de fresa	yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
oct-18	7421	5013	2069	1974	95
nov-18	4801	7319	6254	945	730
dic-18	5634	4542	3590	1245	301
ene-19	9262	5821	1926	1736	612
feb-19	5841	4621	1358	1325	89
mar-19	9421	6731	2356	1816	347
abr-19	5367	7245	2138	1957	936
may-19	1651	4312	1752	1167	434
jun-19	6284	6021	2689	1421	83
jul-19	4906	8213	2773	3275	101
ago-19	8314	4738	2574	1994	754
sep-19	5765	7146	5805	729	348
oct-19	9641	6148	2389	1823	120
nov-19	6247	7625	6913	1056	697
dic-19	1591	5361	4672	1926	354
ene-20	7385	6004	1813	1659	741
feb-20	5711	4820	1275	1010	83
mar-20	9105	6927	2064	1921	265
abr-20	4289	7438	2305	1901	724
may-20	1743	3715	1961	1284	564
jun-20	6182	4985	2512	1241	76
jul-20	3501	7005	2441	3482	91
ago-20	3599	4901	2183	2687	626
sep-20	4000	6889	6025	818	273

Fuente: Empresa procesadora de Lácteos.

En la Tabla 5 se observa la demanda histórica que ha tenido la empresa en los 24 meses anteriores.

Documento 4: Datos sobre costo de subcontratación

Tabla 6

Costo de subcontratación

Yogurt	Costo de subcontratación
Fresa	S/.3.5
Lúcuma	S/.3.3
Durazno	S/.3.2
Guanábana	S/.3
Sauco	S/.2.8

Fuente: Empresa procesadora de Lácteos.

En la Tabla 6 se visualizan los costos de subcontratación para cada sabor.

Documento 5: Datos sobre costo de stock de seguridad

Tabla 7

Costo de stock de seguridad

Yogurt	Costo de stock de seguridad
Fresa	S/.2.8
Lúcuma	S/.2.6
Durazno	S/.2.4
Guanábana	S/.2.1
Sauco	S/.2

Fuente: Empresa procesadora de Lácteos.

En la Tabla 7 se observa los costos de stock de seguridad para cada sabor.

Documento 6: Datos sobre horas hombre utilizadas

Tabla 8

Horas hombre utilizadas

Meses	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20
horas Hombre Utilizadas	152	180	138	155	97	155	154	98	145	162	141	156

Fuente: Empresa procesadora de Lácteos.

En la Tabla 8 se aprecia las horas Hombre que han sido usadas en los 12 meses anteriores.

Documento 7: Datos sobre horas máquinas utilizadas

Tabla 9

Horas máquina utilizadas

Meses	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20
horas máquinas Utilizadas	272	312	256	308	156	268	240	132	192	228	248	208

Fuente: Empresa procesadora de Lácteos.

En la Tabla 9 se observa las horas máquina que han sido empleadas en los 12 meses anteriores.

Documento 8: Datos sobre la producción actual.

Tabla 10

Producción Actual

Meses	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20
Fresa	1398	728	720	1212	582	789	412	261	402	287	445	114
Lúcuma	842	1182	710	896	693	1105	1211	592	934	1404	788	1196
Durazno	270	1171	701	170	88	292	196	351	312	357	329	1004
Guanábana	350	110	220	250	80	219	216	97	76	421	451	49
Sauco	22	298	112	286	25	38	491	191	35	62	320	40

Fuente: Empresa procesadora de Lácteos.

En la Tabla 10 se aprecia la producción de los 12 meses anteriores en cada sabor.

B) Guía de entrevista

Pregunta 1: ¿cuál es la capacidad de planta?

La capacidad de planta para todos los yogures es de 1000 bolsas al mes; es decir que es el límite que se puede producir por cada sabor de yogurt.

Pregunta 2: ¿utilizan alguna herramienta (Software) para planificar la producción?

Actualmente no contamos con ningún software para planificar la producción.

Pregunta 3: ¿existen actualmente inconvenientes en el área de producción?

Los inconvenientes que frecuentemente nos suceden, en que hay ocasiones que tenemos altos costos y también no cumplimos con la demanda, eso es lo más principal que nos suele suceder.

Pregunta 4: ¿cuántos trabajadores actualmente laboran en el área de producción?

Actualmente se encuentran laborando 2 operarios en el área de producción.

Pregunta 5: ¿qué material se utilizan en la línea de yogurt?

Los materiales que se utilizan para la producción de yogurt son lo mismo para todos, lo único que cambia es la adición de la esencia de fruta, entre los materiales más frecuentes están: leche, esencia de fruta, azúcar, cultivo láctico, colorante, conservante, bolsas, etiquetas, CMC.

Pregunta 6: ¿cuál es la cantidad de material utilizado mensualmente?

Aproximadamente la cantidad de material utilizado mensualmente es: 2500 litros de leche, 700 kg de azúcar, 220 lt de cultivo, 130 lt de colorante, 25 kg de conservante, 4500 bolsas y etiquetas. Estas son aproximaciones de algunos materiales que les puedo proporcionar.

Pregunta 7: ¿qué máquinas intervienen en la producción?

Las máquinas que se utilizan en la producción de yogurt son: balanza industrial, tanque de almacenamiento, pasteurizadora, cámara de refrigeración.

Pregunta 8: ¿Cuál es la cantidad de horas de trabajo mensualmente de cada máquina?

La máquina pasteurizadora hace un total de 5 horas en un día, la balanza industrial hace un total de 1 hora en un día, el tanque de almacenamiento hace un total de 3 horas y la cámara frigorífica hace un total de 3 horas en el día. Con estos datos las horas-máquinas mensuales es de 312.

Pregunta 9: ¿cuál es la cantidad de horas de trabajo mensualmente de cada operario?

Varía de acuerdo a la producción.

Pregunta 10: ¿cuál es el costo de la hora de trabajo de cada operario?

El costo de la hora de cada operario es de s/. 5.

Pregunta 11: ¿cuál es el costo de la hora de trabajo de cada máquina?

No tenemos conocimiento del costo de la hora máquina.

Pregunta 12: ¿cuenta con alguna herramienta para pronosticar la demanda?

No contamos con ninguna herramienta para poder pronosticar la demanda, por eso hay ocasiones que no producimos en función a la demanda.

Pregunta 13: ¿cuál es la cantidad de inventario de producto terminado que se guarda en el almacén?

No llevamos un control de la cantidad de inventario que se guarda en el almacén.

Pregunta 14: ¿Tienen costeadado el costo de inventario y de setup de cada yogurt?

Sí, respecto al costo de inventario de yogurt de fresa es de s/ 0.24, costo de inventario de yogurt de lúcuma es de s/ 0.59, costo de inventario de yogurt de durazno es de s/ 0.43, costo e inventario de yogurt de guanábana es de s/ 1.14, costo de inventario yogurt de sauco es de s/ 0.51. En cuanto al costo de setup de yogurt de fresa es de s/ 92.1, costo de setup de yogurt de lúcuma es de s/ 84.6, costo de setup de yogurt de durazno es de s/ 86.4, costo de setup de yogurt de guanábana es de s/ 80.8, costo de setup de yogurt sauco es de s/ 80.2.

Pregunta 15: ¿tienen algún conocimiento sobre el modelo de programación lineal?

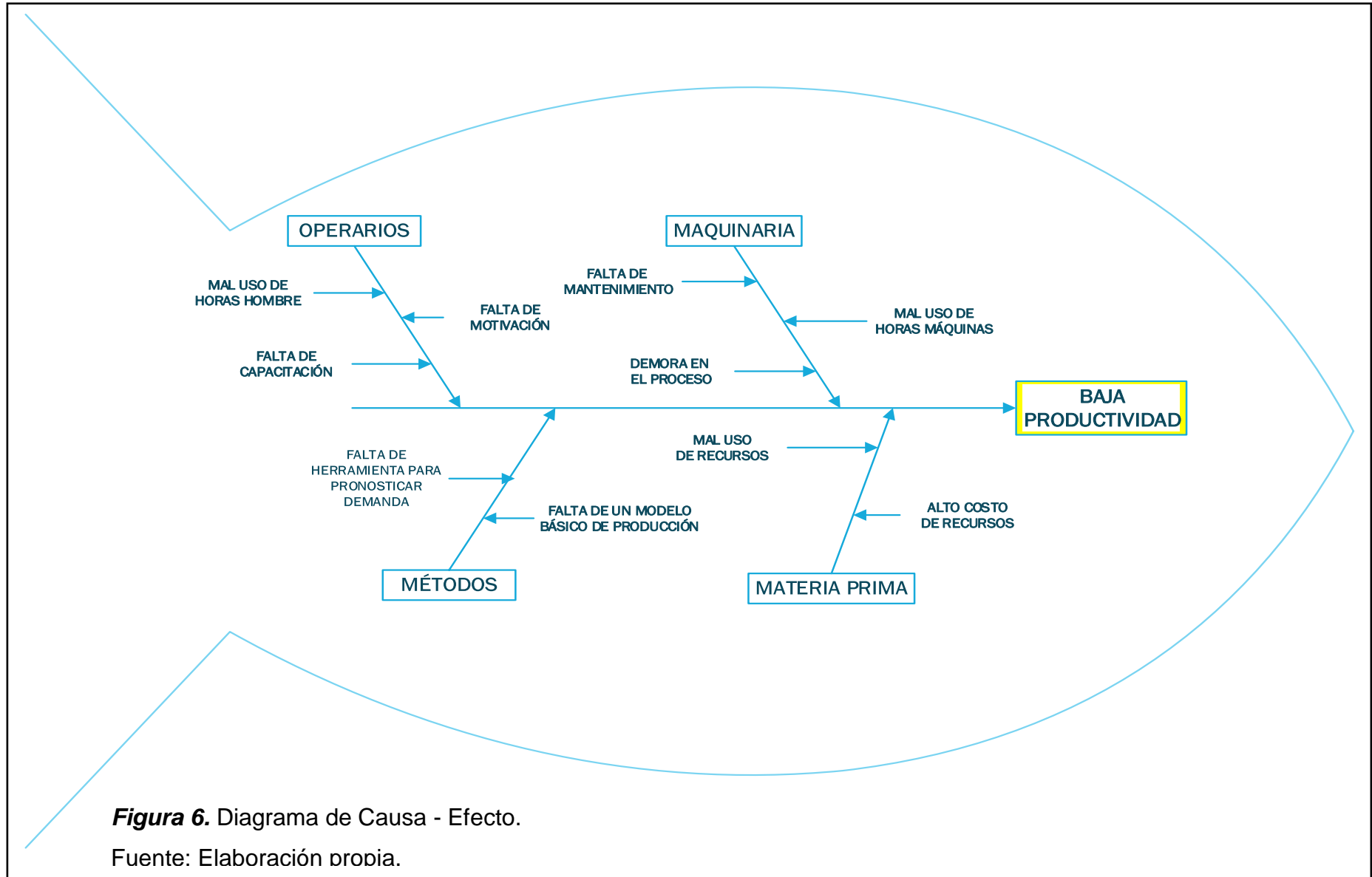
No, es algo nuevo ese tipo de tema para la empresa.

Pregunta 16: ¿Cuáles son sus ingresos y costos que han tenido?

Los ingresos es un total de S/. 786 998, costo total de producción S/.105 860, costo total de inventario S/.869, costo total de hora extra S/. 7 686, costo total de subcontratación S/. 18 652, costo total de stock S/. 200 959, y costo total de setup S/. 9 987.

3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico

a) Diagrama de Ishikawa



b) Diagrama de Pareto

Tabla 11

Diagrama de Pareto

Número	CAUSAS	FRECUENCIA (Anual)	%	ACUMULADO	% ACUMULADO	80-20
1	Falta de un modelo de producción	32	18%	32	17.8%	0.8
2	Falta de herramienta para pronosticar demanda	30	17%	62	34.4%	0.8
3	Altos costos de recursos	28	16%	90	50.0%	0.8
4	Mal uso de horas-hombre	22	12%	112	62.2%	0.8
5	Mal uso de horas-máquina	18	10%	130	72.2%	0.8
6	Mal uso de recursos	15	8%	145	80.6%	0.8
7	Falta de capacitación	12	7%	157	87.2%	0.8
8	Demora en el proceso	10	6%	167	92.8%	0.8
9	Falta de mantenimiento	7	4%	174	96.7%	0.8
10	Falta de motivación	6	3%	180	100.0%	0.8
TOTAL		180				

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 11 se ve todas las causas determinadas en el Diagrama de Ishikawa.

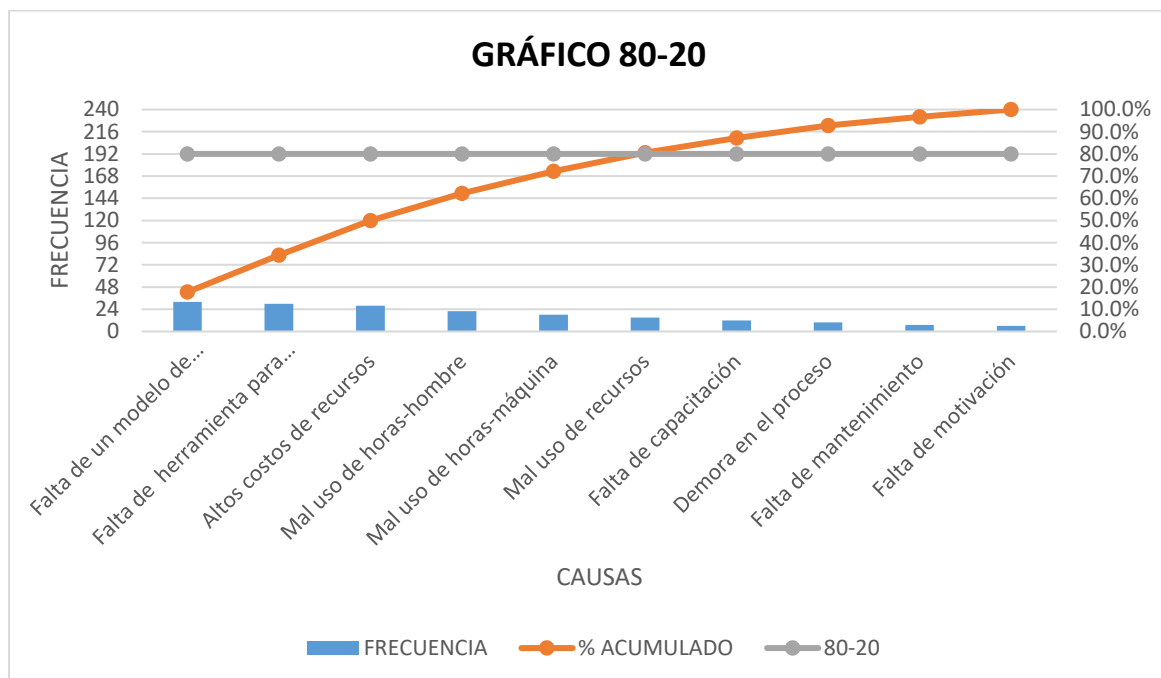


Figura 7. Gráfico de Pareto.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7. Se observa que la intersección de la línea curvilínea y la línea recta origina el gráfico de 80-20, en donde el control de las 6 primeras causas soluciona el 80% del problema principal.

3.1.4. Situación actual de la productividad

En este caso se ha considerado la producción de yogurt de los diferentes sabores, desde los 12 meses atrás (octubre-setiembre), en donde se observará los datos en la siguiente tabla.

Tabla 12

Situación actual de la productividad

Meses	Producción actual (bolsas/mes)					Total
	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco	
Octubre-19	1398	842	270	350	22	2882
Noviembre-19	728	1182	1171	110	298	3489
Diciembre-19	720	710	701	220	112	2463
Enero-19	1212	896	170	250	286	2814
Febrero-20	582	693	88	80	25	1468
Marzo-20	789	1105	292	219	38	2443
Abril-20	412	1211	196	216	491	2526
Mayo-20	261	592	351	97	191	1492
Junio-20	402	934	312	76	35	1759
Julio-20	287	1404	357	421	62	2531
Agosto-20	445	788	329	451	320	2333
Setiembre-20	114	1196	1004	49	40	2403
Producción promedio						2384

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

a) Factor hombre

Para calcular la productividad del factor hombre, se tuvo en cuenta la cantidad de trabajadores que laboran en la producción de la empresa, así mismo se detalló las horas totales que se hicieron al mes.

Tabla 13

Factor Hombre

Meses	Horas
octubre	152
noviembre	180
diciembre	138
enero	155
febrero	97
marzo	155
abril	154
mayo	98
junio	145
julio	162
agosto	141
septiembre	156
Promedio	145

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

- **Mano de obra expresada en hombre**

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción}}{\text{Hombres}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{2384 \text{ bolsas/mes}}{2 \text{ Hombres/mes}}$$

$$\text{Productividad} = 1192 \text{ bolsas/Hombre}$$

- **Mano de obra expresada en horas-hombre**

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción}}{h - H}$$

$$\text{Productividad} = \frac{2384 \text{ bolsas/mes}}{145 \text{ h-H/mes}}$$

$$\text{Productividad} = 16.44 \frac{\text{bolsas}}{h - H}$$

- Mano de obra expresada en soles

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción}}{\text{soles}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{2384 \text{ bolsas/mes}}{145 \frac{h-H}{\text{mes}} * 5 \frac{\text{soles}}{h-H}}$$

$$\text{Productividad} = 3.29 \frac{\text{bolsas}}{\text{soles}}$$

b) Factor máquina:

Para este punto, se ha considerado las horas de trabajo con las maquinarias utilizadas directamente con la producción de yogurt.

Tabla 14

Factor máquina

Meses	Horas
octubre	272
noviembre	312
diciembre	256
enero	308
febrero	156
marzo	268
abril	240
mayo	132
junio	192
julio	228
agosto	248
septiembre	208
Promedio	235

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

- Expresada en cantidad de máquinas

$$\text{Productividad factor máquina} = \frac{\text{producción}}{\text{máquina}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{2384 \text{ bolsas/mes}}{4 \text{ máquinas/mes}}$$

$$\text{Productividad} = 596 \text{ bolsas/máquina}$$

- Expresada en horas-máquina

$$\text{Productividad} = \frac{2384 \text{ bolsas/mes}}{235 \frac{\text{h-Maq}}{\text{mes}}}$$

$$\text{Productividad} = 10.14 \frac{\text{bolsas}}{\text{h - máq}}$$

c) Factor materiales

Para calcular la productividad de materiales se ha tomado en cuenta la cantidad de materiales que se utilizan para el proceso de la línea de yogurt, y para hallar la productividad expresada en soles, se tomó de referencia el material (leche) principal.

- **Expresada en cantidad de materiales**

$$\text{Productividad} = \frac{2384 \text{ bolsas/mes}}{8 \text{ materiales/mes}}$$

$$\text{Productividad} = 298 \frac{\text{bolsas}}{\text{materiales}}$$

- **Expresada en soles**

$$\text{Productividad} = \frac{2384 \text{ bolsas/mes}}{2500 \frac{\text{Its de leche}}{\text{mes}} * 1.2 \frac{\text{soles}}{\text{Its de leche}}}$$

$$\text{Productividad} = 0.57 \frac{\text{bolsas}}{\text{soles}}$$

3.2. Discusión de resultados

En el objetivo general que hemos planteado en el presente proyecto de investigación es aplicar la Programación Lineal para mejorar la productividad en una empresa procesadora de lácteos. Centraremos la discusión de resultados en aquellos aspectos relevantes que se han extraído de los resultados obtenidos.

Aplicar la Programación Lineal

Hemos propuesto la aplicación de la Programación Lineal para ello previamente se determinó la situación actual de la empresa junto con los indicadores de la productividad.

Para el diagnóstico se utilizó la herramienta diagrama de Ishikawa (causa – efecto), para poder determinar cuáles son las principales causas que dan origen al problema; y después de haber planteado nuestras causas en este, se procedió hacer un análisis de Pareto para ver que causas influenciaban más en el problema principal.

Tomando como variable dependiente la productividad, hemos realizado el cálculo de la misma dando como resultado en el factor hombre un aumento en un 54.69% con la propuesta, así también en el factor máquina aumentó en un 35.49% y por último en el factor material aumentó en un 63.35% con la propuesta.

Se determinó el análisis beneficio costo de la propuesta dando como resultado S/.1.57. Es decir, por cada sol invertido, se recupera el sol y se obtiene una ganancia de S/. 0.57. Esto significa que la aplicación de la propuesta es factible.

A continuación, contrastaremos los resultados obtenidos de trabajos realizados por otros autores con nuestros resultados realizados en este proyecto de investigación, el cual fijaremos cuán beneficioso y viable es la aplicación de esta herramienta de programación Lineal.

Ariza (2020) en su tesis realizada en el país de Colombia, tuvo como objetivo determinar la producción mediante la programación lineal relacionada a la crianza de bovinos, el tipo de investigación fue de índole descriptiva con un diseño no experimental y la población se estudió en las fichas municipales agropecuarias. El instrumento que se manejó fue el cuestionario, se aplicó un modelo matemático, en el cual planificaron la producción de leche con un valor de 711 729 litros/día y 103 192 cabezas de ganado aumentando en un 15%. El investigador tuvo como conclusión que el diseño del modelo matemático planteado optimizó la cantidad de producción y ofreció una solución adecuada a la situación real aumentando las ganancias de los productos. Del mismo modo, en la empresa en la que hemos realizado el presente estudio de investigación se ha propuesto la aplicación de un modelo básico de producción en la línea de yogurt, a través de la aplicación de la Programación Lineal con el objetivo de mejorar su productividad, aquí también el tipo de investigación fue descriptiva con un diseño experimental y cuya población está conformada por todos los datos recolectados del proceso de producción, con el apoyo de los instrumentos como son la entrevista y guía documentaria que han permitido el recojo de las mismas para ser procesada. De tal manera que antes su producción era de 2384 bolsas por mes y ahora es de 3230 bolsas por mes.

Aldás, Reyes, Morales & Sánchez (2017) en la ciudad de Ambato-Ecuador, realizaron un artículo, la cual consideró como objetivo definir las unidades factibles de materia prima, en el cual su tipo y diseño de investigación fue descriptiva y no experimental respectivamente, su población se basó en toda la revisión documentaria de los artículos de bodega, usando instrumentos como guía de observación y documentos, en cuanto a los resultados se dio una ganancia anual de S/. 52 560.50, lo que significa que hubo un 25.6% de mejora, en el cual se concluyó que con la propuesta del modelo se logró determinar las unidades faltantes, los materiales necesarios y los stocks de cada periodo. Así mismo en contraste con nuestra tesis se pudo apreciar que aplicando un modelo matemático también se pudo mejorar la productividad específicamente en factor hombre aumentando en un 54.69%, factor máquina aumentando en un 35.49%, y el factor materiales aumentando en un 63.35%; por lo tanto, en lo que respecta a las

ganancias, el antes de la propuesta era de S/. 442,985.00 y con la propuesta es de S/. 486, 949.63. Esto quiere decir que se va a tener un ahorro de dinero de S/. 43, 964.62. Lo cual es beneficioso a favor de la empresa.

En la ciudad de Cajamarca se desarrolló un proyecto de tesis por Ortega (2017) el cual tuvo como principal objetivo el mejoramiento operativo a través de la definición de restricciones en los recursos utilizados. Cuyo diseño de investigación fue la de no experimental, descriptiva y transversal, cuya muestra se basó en todos los recursos del sistema productivo, además los instrumentos que utilizó fueron la guía de entrevista, guía de observación y análisis documental. Con esto, se alcanzó plantear un adecuado patrón matemático. En la investigación se obtiene como resultados la producción actual de 31 065 huevos y producción posteriormente de 61 098 huevos con un aumento de 33 033 y teniendo un ingreso S/ 7 025 588, se concluyó que el modelo permitió tener una mayor producción e ingresos con una mejor utilización de los recursos. Es así que en la empresa procesadora de lácteos de la cual se realizó el presente proyecto de investigación, también con una nueva propuesta concerniente a la aplicación de programación lineal para mejorar la productividad, direccionada en la producción de la línea de yogurt, esta traerá un impacto favorable para la empresa ya que permitirá optimizar sus procesos, reducir recursos, permitiendo llevar una planificación óptima para su producción a largo plazo. También este modelo tiene la participación de la herramienta Solver, Crystal ball, trabajando y procesando la información recabada en la empresa con el apoyo de los instrumentos como la entrevista y guía documentaria. Tal es así obteniendo como resultado en lo que respecta a su producción tanto que antes producían 2384 bolsas por mes y ahora es de 3230 bolsas por mes con la nueva propuesta.

En conclusión aquí hemos realizado el contraste de resultados de investigaciones realizada por otros investigadores, con nuestros resultados obtenidos en este proyecto de investigación, en efecto podemos decir que aplicando un modelo básico de producción con el apoyo de la Programación Lineal y sus respectivas herramientas como Solver y Crystal ball y el análisis respectivo se logra obtener respuestas y soluciones posibles a distintos problemas que se presenten en una empresa ya sea de índole productiva, de bien o servicio.

3.3. Propuesta de investigación

3.3.1. Fundamentación

El presente proyecto de investigación establece un modelo de programación lineal para una empresa procesadora de lácteos para mejorar la productividad de la misma, ya que hay mala utilización de recursos, costos elevados y la empresa actualmente no cuenta con una herramienta para planificar la producción y por ende no logran satisfacer la demanda, es por esto que vemos conveniente plantear dicho modelo para tener un buen nivel de productividad.

3.3.2. Objetivos de la propuesta

- Aplicar la herramienta Crystall Ball para un adecuado pronóstico de demanda.
- Definir parámetros, variables y restricciones de acuerdo a la realidad de la empresa.
- Diseñar un modelo de programación lineal conveniente para mejorar la productividad en la empresa.

3.3.3. Aplicación de un plan de mantenimiento y capacitación

En la empresa productora de lácteos se trabaja un solo turno, en el cual se propone que se realice la ejecución de un plan de mantenimiento diario al final del día de trabajo, dirigido a las máquinas que participan en la producción del producto, consistirá en la limpieza de las mismas, en el cambio de piezas que lo requieran, con la supervisión de un especialista, el cual se logrará reducir los tiempos interrumpidos de horas de trabajo por fallas que se puedan dar en pleno proceso de producción.

En cuanto al plan de capacitación para el uso del software, proponemos que se realice nueve veces por un mes el cual va dirigido al jefe de calidad por parte de los especialistas.

Tanto el plan de mantenimiento y capacitación están contabilizados en el costo de setup y en el costo de implementación respectivamente.

3.3.4. Desarrollo de la propuesta

- Definición de Parámetros.

CUP_{jt} : Costo unitario de producción, de un producto *j* para un periodo "*t*"

CUI_{jt} : Costo unitario de inventario, de un producto *j* para un periodo "*t*"

CS_{jt} : Costo de set – up de un producto *j* para un periodo "*t*"

CSUB_{jt} : Costo de subcontratación de un producto *j* para un periodo "*t*"

CHE_{jt} : Costo de hora extra de un producto "*j*" para un periodo "*t*"

CSS_{jt} : Costo de stock de seguridad de un producto "*j*" para un periodo "*t*"

I_{jt} : Cantidad de inventario de un producto *j* para un periodo "*t*"

CPR : Capacidad de producción de los productos

CIN : Capacidad de inventario de los productos

CUHE : Capacidad de unidades en horas extras

M : Carga fija

D_{jt} : Demanda mensual de un producto *j* para un periodo "*t*"

PRE : Presupuesto total de la empresa

B_{ij} : Disponibilidad mensual del recurso *i* para producir un producto "*j*"

A_{ij} : Cantidad del recurso "*i*" para producir un producto "*j*"

SS_{jt} : Cantidad de stock de seguridad de un producto "*j*" para un periodo "*t*"

HH_j : Horas hombres para producir una unidad del producto "*j*"

DHH_j : Disponibilidad de horas hombres para producir el producto "*j*"

- **Definición de Variables.**

X_{jt} : *Unidades producidas de un producto j en el periodo "t"*

Donde:

j significa el número de producto (1,2,3,4,5)

t significa el número de meses (1,2,3,.....12)

US_{jt} : *Unidades subcontratadas de un producto "j" en el periodo "t"*

Donde:

j significa el número de producto (1,2,3,4,5)

t significa el número de meses (1,2,3,.....12)

UHE_{jt} : *Unidades en horas extras de un producto "j" en el periodo "t"*

Donde:

j significa el número de producto (1,2,3,4,5)

t significa el número de meses (1,2,3,.....12)

SET_{jt} : *Cantidad de set up de un producto "j" en el periodo "t"*

Donde:

j significa el número de producto (1,2,3,4,5)

t significa el número de meses (1,2,3,.....12)

Los valores de SET son binarias $\left\{ \begin{array}{l} 0: \text{cuando no se produce un producto "j" en el mes "t"} \\ 1: \text{cuando se produce un producto "j" en el mes "t"} \end{array} \right.$

- **Función Objetivo.**

Para el caso en estudio de nuestro trabajo se planteó que nuestra función objetivo será minimizar los costos de producción, costos de inventario, costos de setup, costos de subcontratación, costos de stock de seguridad, y costos de horas extras.

F.O.

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^T \left\{ \sum_{j=1}^n X_{jt} \cdot CPR_{jt} + \sum_{j=1}^n I_{jt} \cdot CIN_{jt} + \sum_{j=1}^n UHE_{jt} \cdot CHE_{jt} + \sum_{j=1}^n US_{jt} \cdot CSUB_{jt} + \sum_{j=1}^n SS_{jt} \cdot CSS_{jt} + \sum_{j=1}^n SET_{jt} \cdot CS_{jt} \right\}$$

- **Restricciones.**

Para poder plantear las restricciones en el modelo matemático se tuvo en cuenta los recursos utilizados, capacidad de producción, capacidad de inventario, la carga fija, la relación de producción, inventarios y demanda. Con esto tenemos un aproximado de 14 restricciones.

s.a.

$$\sum_{j=1}^n A_{ij} \cdot (X_{jt} + UHE_{jt}) \leq B_{it}$$

$$I_{jt} = I_{jt-1} + X_{jt} + US_{jt} + UHE_{jt} + SS_{jt} - D_{jt}$$

$$X_{jt} \leq CPR$$

$$I_{jt} \leq CIN$$

$$UHE_{jt} \leq CUHE$$

$$SS_{jt} = 0,7\%D_{jt}$$

$$X_{jt} * HH_{jt} \leq (UHE_{jt} * HH_{jt}) + DHH_j$$

$$X_{jt} + UHE_{jt} + US_{jt} \leq M * SET_{jt}$$

$$\begin{aligned} & \sum_{t=1}^T \{ \sum_{j=1}^n X_{jt} \cdot CPR_{jt} + \sum_{j=1}^n I_{jt} \cdot CIN_{jt} + \\ & \sum_{j=1}^n UHE_{jt} \cdot CHE_{jt} + \sum_{j=1}^n US_{jt} \cdot CSUB_{jt} + \\ & \sum_{j=1}^n SS_{jt} \cdot CSS_{jt} + \sum_{j=1}^n SET_{jt} \cdot CS_{jt} \} \leq PRE \end{aligned}$$

$$X_{jt} \geq UHE_{jt} + US_{jt}$$

$$X_{jt} \leq D_{jt} - SS_{jt}$$

$$I_{jt} \leq SS_{jt}$$

$$X_{jt}, UHE_{jt}, US_{jt} \geq 0; I_{jt} \geq 0; SET_{jt} \in \{0, 1\}$$

a) Pronósticos de demanda

Los pronósticos son fundamentales para el modelo, ya que con esto se va a poder planificar la producción en función a la demanda. En esta ocasión para el pronóstico se tomó en cuenta los datos históricos de los últimos 24 meses desde octubre del 2018 hasta setiembre del 2020, para pronosticar la demanda hicimos uso de la herramienta Crystal Ball, en el cual se obtuvo el método adecuado para proyectar la demanda para los diferentes sabores de yogurt.

Tabla 15

Demanda histórica

Meses	yogurt de fresa	yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
oct-18	7421	5013	2069	1974	95
nov-18	4801	7319	6254	945	730
dic-18	5634	4542	3590	1245	301
ene-19	9262	5821	1926	1736	612
feb-19	5841	4621	1358	1325	89
mar-19	9421	6731	2356	1816	347
abr-19	5367	7245	2138	1957	936
may-19	1651	4312	1752	1167	434
jun-19	6284	6021	2689	1421	83
jul-19	4906	8213	2773	3275	101
ago-19	8314	4738	2574	1994	754
sep-19	5765	7146	5805	729	348
oct-19	9641	6148	2389	1823	120
nov-19	6247	7625	6913	1056	697
dic-19	1591	5361	4672	1926	354
ene-20	7385	6004	1813	1659	741
feb-20	5711	4820	1275	1010	83
mar-20	9105	6927	2064	1921	265
abr-20	4289	7438	2305	1901	724
may-20	1743	3715	1961	1284	564
jun-20	6182	4985	2512	1241	76
jul-20	3501	7005	2441	3482	91
ago-20	3599	4901	2183	2687	626
sep-20	4000	6889	6025	818	273

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

Tabla 16

Demanda proyectada

Meses	yogurt de fresa	yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
Oct-20	5222	5210	2352	1993	76
Nov-20	3094	6911	6856	1164	566
Dic-20	2943	4552	4507	2102	239
Ene-21	4681	5482	1851	1800	483
Feb-21	2712	4464	1301	1099	69
Mar-21	3872	6526	2137	2093	270
Abr-21	1882	7057	2290	2082	737
May-21	510	3962	1934	1411	349
Jun-21	1580	5670	2562	1377	64
Jul-21	931	8019	2520	3897	79
Ago-21	1093	4940	2273	3007	591
Set-21	485	6978	6021	915	273

Fuente: Elaboración propia.

Gráficos de la demanda proyectada

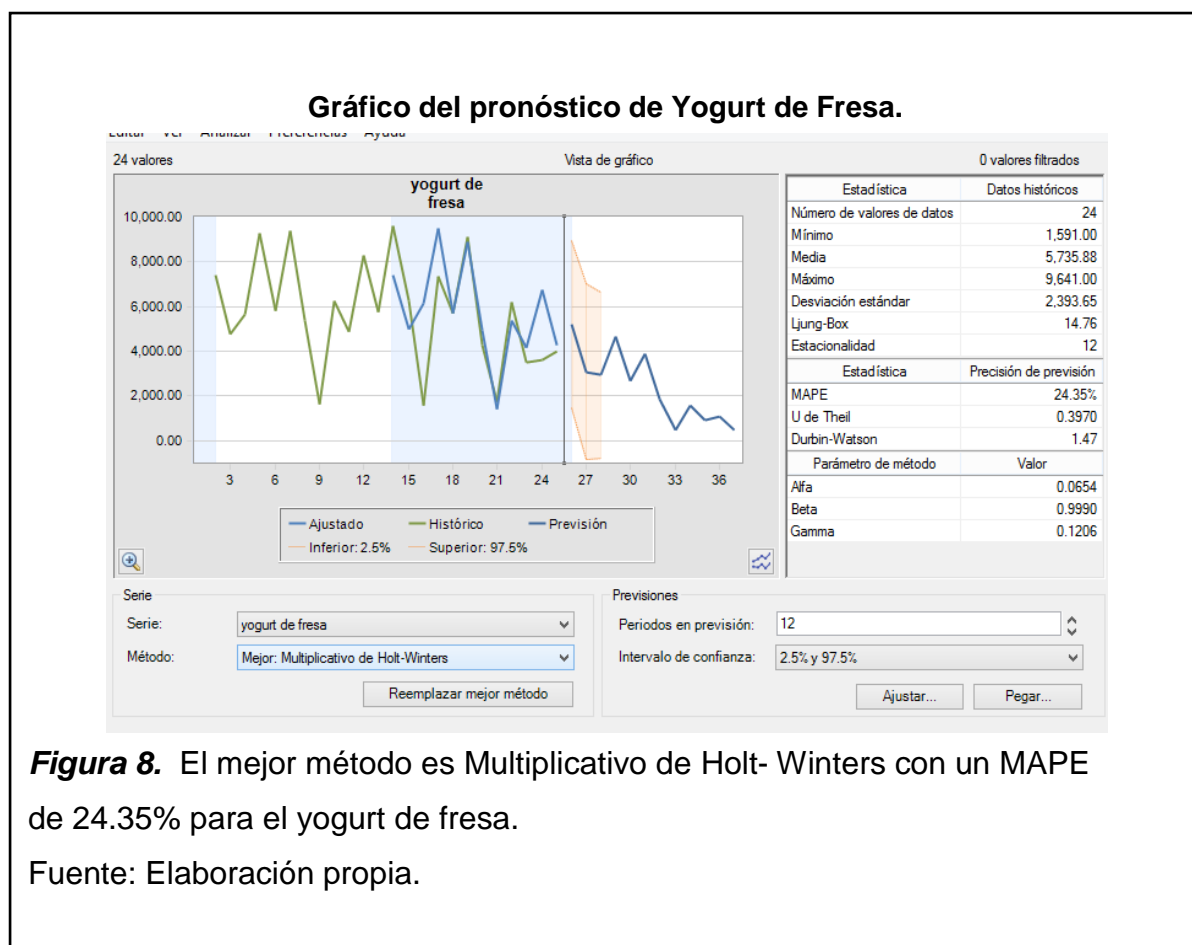


Gráfico del pronóstico de Yogurt de Lúcuma.

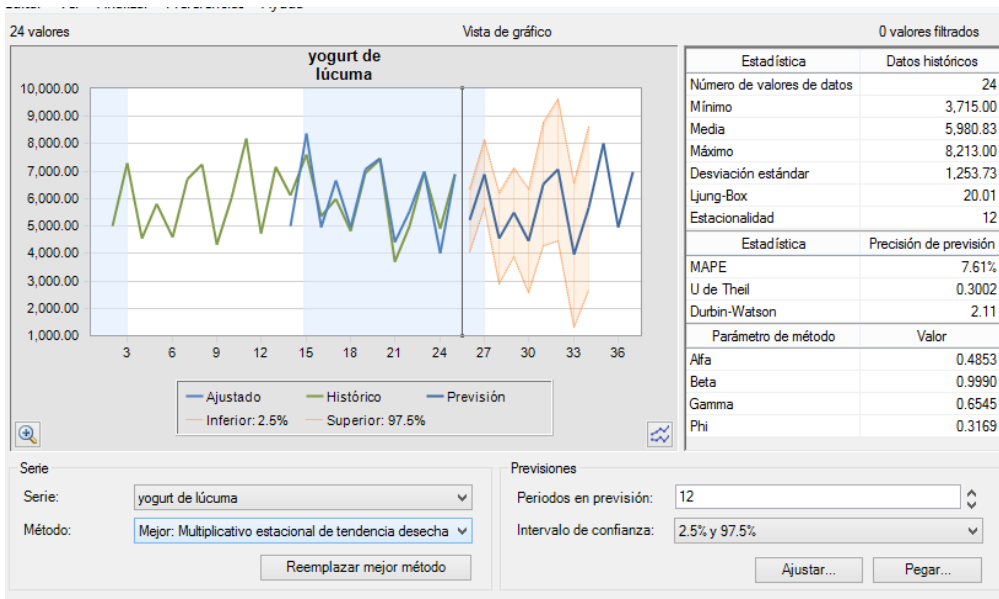


Figura 9. El mejor método es Multiplicativo estacional de tendencia desecha con un MAPE de 7.61% para el yogurt de Lúcuma.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico del pronóstico de Yogurt de Durazno.

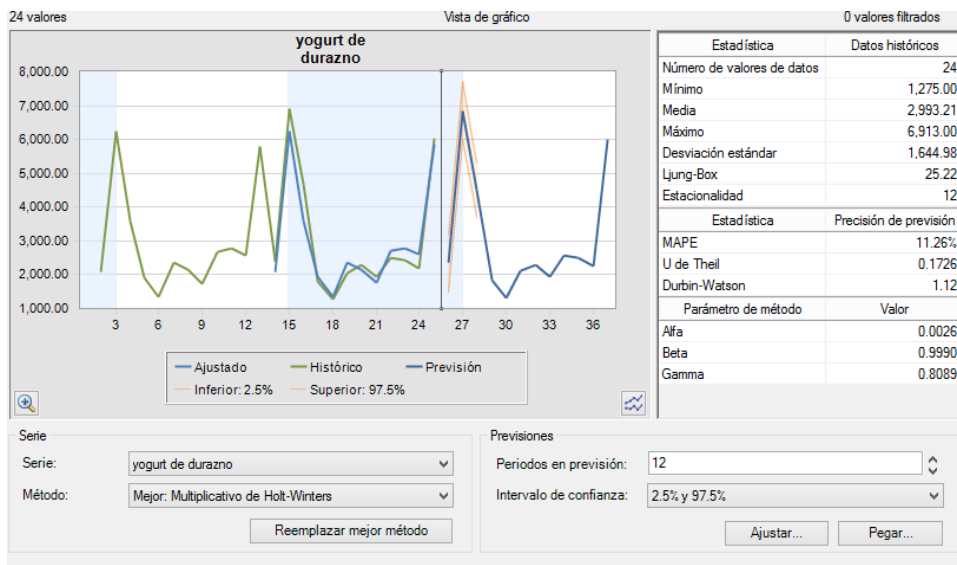


Figura 10. El mejor método es Multiplicativo de Holt- Winters con un MAPE de 11.26 % para el yogurt de Durazno.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico del pronóstico de Yogurt de Guanábana.

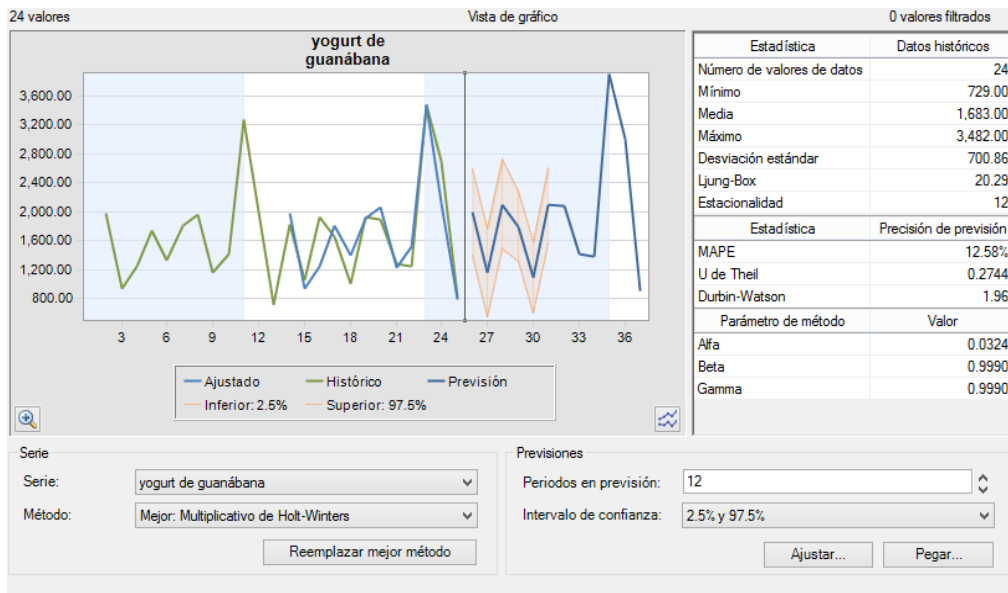


Figura 11. El mejor método es Multiplicativo de Holt- Winters con un MAPE de 12.58 % para el yogurt de guanábana.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico del pronóstico de Yogurt de Sauco.

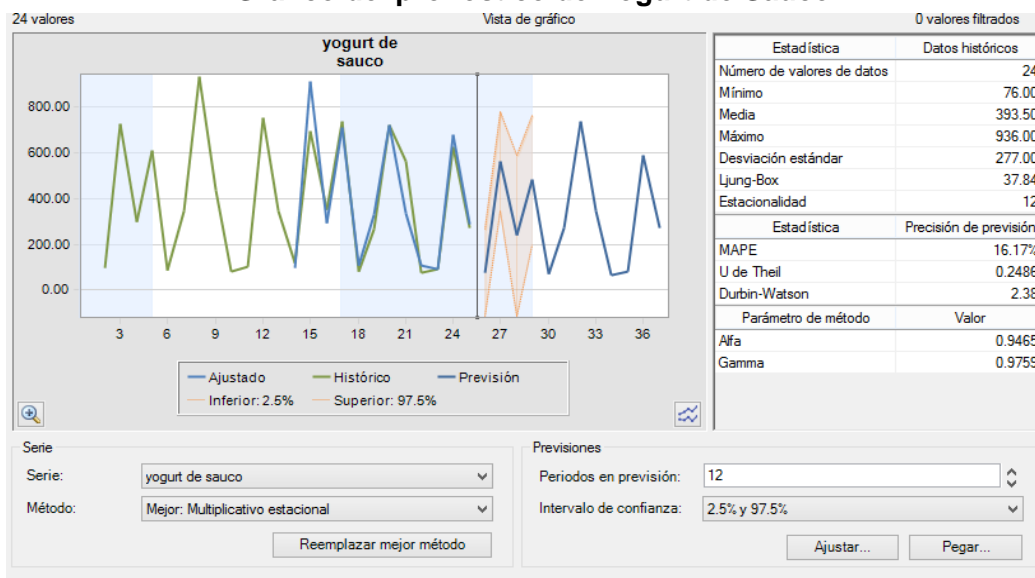


Figura 12. El mejor método es Multiplicativo estacional con un MAPE de 16.17 % para el yogurt de Sauco.

Fuente: Elaboración propia.

b) Disponibilidad de recursos

Tabla 17

Disponibilidad de recursos

USO DE RECURSOS (aij)	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco	disponibilidad
horas hombre	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	291
leche (lt)	1	1	1	1	1	4500
esencia fruta (kg)	0.07	0.03	0.06	0.01	0.02	200
azúcar (kg)	0.1695	0.1172	0.1456	0.1155	0.1245	700
cultivo láctico (lt)	0.054	0.042	0.051	0.036	0.056	220
colorante (lt)	0.04	0.02	0.03	0.01	0.02	130
conservante (kg)	0.0008	0.0003	0.0006	0.0002	0.0004	5
bolsas	1	1	1	1	1	4500
etiquetas	1	1	1	1	1	4500
H-maq	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	312
energía eléctrica (kw)	1.5	0.8	1.2	0.4	0.6	5000

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

c) Costos de producción

Tabla 18

Costos de producción

Costo de producción (S/u)	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	4	3.1	3.3	3.8	3.6
noviembre	4	3.1	3.3	3.8	3.6
diciembre	4	3.1	3.3	3.8	3.6
enero	4	3.1	3.3	3.8	3.6
febrero	4	3.1	3.3	3.8	3.6
marzo	4	3.1	3.3	3.8	3.6
abril	4	3.1	3.3	3.8	3.6
mayo	4	3.1	3.3	3.8	3.6
junio	4	3.1	3.3	3.8	3.6
julio	4	3.1	3.3	3.8	3.6
agosto	4	3.1	3.3	3.8	3.6
septiembre	4	3.1	3.3	3.8	3.6

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

d) Costos de inventario

Tabla 19

Costos de inventario

Costo de inventario (S/u-mes)	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	0.24	0.59	0.43	1.14	0.51
noviembre	0.24	0.59	0.43	1.14	0.51
diciembre	0.24	0.59	0.43	1.14	0.51
enero	0.24	0.59	0.43	1.14	0.51
febrero	0.24	0.59	0.43	1.14	0.51
marzo	0.24	0.59	0.43	1.14	0.51
abril	0.24	0.59	0.43	1.14	0.51
mayo	0.24	0.59	0.43	1.14	0.51
junio	0.24	0.59	0.43	1.14	0.51
julio	0.24	0.59	0.43	1.14	0.51
agosto	0.24	0.59	0.43	1.14	0.51
septiembre	0.24	0.59	0.43	1.14	0.51

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

e) Costo de stock de seguridad

Tabla 20

Costo de stock de seguridad

Costo de stock de seguridad	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	2.8	2.6	2.4	2.1	2
noviembre	2.8	2.6	2.4	2.1	2
diciembre	2.8	2.6	2.4	2.1	2
enero	2.8	2.6	2.4	2.1	2
febrero	2.8	2.6	2.4	2.1	2
marzo	2.8	2.6	2.4	2.1	2
abril	2.8	2.6	2.4	2.1	2
mayo	2.8	2.6	2.4	2.1	2
junio	2.8	2.6	2.4	2.1	2
julio	2.8	2.6	2.4	2.1	2
agosto	2.8	2.6	2.4	2.1	2
septiembre	2.8	2.6	2.4	2.1	2

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

f) Costos de Setup

Tabla 21

Costo de Setup

Costo de Set-up (M\$/setup)	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	92.1	84.6	86.4	80.8	80.2
noviembre	92.1	84.6	86.4	80.8	80.2
diciembre	92.1	84.6	86.4	80.8	80.2
enero	92.1	84.6	86.4	80.8	80.2
febrero	92.1	84.6	86.4	80.8	80.2
marzo	92.1	84.6	86.4	80.8	80.2
abril	92.1	84.6	86.4	80.8	80.2
mayo	92.1	84.6	86.4	80.8	80.2
junio	92.1	84.6	86.4	80.8	80.2
julio	92.1	84.6	86.4	80.8	80.2
agosto	92.1	84.6	86.4	80.8	80.2
septiembre	92.1	84.6	86.4	80.8	80.2

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

g) Costo de Subcontratación

Tabla 22

Costo de Subcontratación

Costo de subcontratación	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	3.5	3.3	3.2	3	2.8
noviembre	3.5	3.3	3.2	3	2.8
diciembre	3.5	3.3	3.2	3	2.8
enero	3.5	3.3	3.2	3	2.8
febrero	3.5	3.3	3.2	3	2.8
marzo	3.5	3.3	3.2	3	2.8
abril	3.5	3.3	3.2	3	2.8
mayo	3.5	3.3	3.2	3	2.8
junio	3.5	3.3	3.2	3	2.8
julio	3.5	3.3	3.2	3	2.8
agosto	3.5	3.3	3.2	3	2.8
septiembre	3.5	3.3	3.2	3	2.8

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

h) Demanda

Tabla 23

Demanda

Demanda (Djt)	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	5222	5210	2352	1993	76
noviembre	3094	6911	6856	1164	566
diciembre	2943	4552	4507	2102	239
enero	4681	5482	1851	1800	483
febrero	2712	4464	1301	1099	69
marzo	3872	6526	2137	2093	270
abril	1882	7057	2290	2082	737
mayo	510	3962	1934	1411	349
junio	1580	5670	2562	1377	64
julio	931	8019	2520	3897	79
agosto	1093	4940	2273	3007	591
septiembre	485	6978	6021	915	273

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

i) Capacidad de producción

Tabla 24

Capacidad de producción

Capacidad de producción (Qj)	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
Cantidad			1000		

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

j) Capacidad de inventarios

Tabla 25

Capacidad de inventario

Capacidad de inventarios (Wj)	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
Cantidad			250		

Fuente: Empresa procesadora de lácteos.

k) Carga fija

Tabla 26

Carga fija

cargas fijas	50000				
octubre	50000	50000	50000	50000	50000
noviembre	50000	50000	50000	50000	50000
diciembre	50000	50000	50000	50000	50000
enero	50000	50000	50000	50000	50000
febrero	50000	50000	50000	50000	50000
marzo	50000	50000	50000	50000	50000
abril	50000	50000	50000	50000	50000
mayo	50000	50000	50000	50000	50000
junio	50000	50000	50000	50000	50000
julio	50000	50000	50000	50000	50000
agosto	50000	50000	50000	50000	50000
septiembre	50000	50000	50000	50000	50000

Fuente: Elaboración propia.

I) Producción obtenida

Tabla 27

Producción obtenida

Producción (Pjt)	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	784	792	250	200	34
noviembre	464	1000	671	116	249
diciembre	441	660	451	210	106
enero	702	846	185	180	211
febrero	407	643	130	110	31
marzo	581	1000	214	210	134
abril	283	1000	228	208	309
mayo	153	542	202	141	154
junio	250	884	250	250	28
julio	250	1000	250	277	39
agosto	323	738	250	301	256
septiembre	142	1000	579	92	120
costo total de producción	77260.1				

Fuente: Elaboración propia.

m) Inventarios obtenidos

Tabla 28

Inventarios obtenidos

Inventarios (Ejt)	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
Inicial	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
octubre	1.00	0.00	30.00	1.00	1.00
noviembre	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
diciembre	0.00	0.00	1.00	0.00	3.00
enero	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
febrero	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
marzo	0.00	0.00	2.00	0.00	31.00
abril	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
mayo	153.00	0.00	17.00	0.00	1.00
junio	179.00	0.00	5.00	225.00	1.00
julio	148.00	0.00	1.00	0.00	9.00
agosto	1.00	0.00	46.00	0.00	0.00
septiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
costo total de inventario	442.76				

Fuente: Elaboración propia.

n) Costo de la hora extra

Tabla 29

Costo de la hora extra

Unidades en hora extra	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
Costo de la hora extra	5				
octubre	250	250	250	200	34
noviembre	250	250	250	116	249
diciembre	250	250	250	210	106
enero	250	250	185	180	211
febrero	250	250	130	110	31
marzo	250	250	214	209	134
abril	250	250	228	208	250
mayo	153	250	202	141	154
junio	250	250	250	250	28
julio	250	250	250	250	39
agosto	250	250	250	250	250
septiembre	142	250	250	91	120
Costo total de hora extra	4128.875				

Fuente: Elaboración propia.

ñ) Costo de la hora extra/ mes

Tabla 30

Costo de la hora extra/ mes

	Costo de hora extra/mes
octubre	329.64
noviembre	373.525
diciembre	357.11
enero	360.46
febrero	258.285
marzo	354.095
abril	397.31
mayo	301.5
junio	344.38
julio	348.065
agosto	418.75
septiembre	285.755
Total	4128.875

Fuente: Elaboración propia.

o) Producción normal con unidades en horas extras

Tabla 31

Producción normal con unidades en horas extras

Producción normal+ unidades en horas extras	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	1034	1042	500	400	68
noviembre	714	1250	921	232	498
diciembre	691	910	701	420	212
enero	952	1096	370	360	422
febrero	657	893	260	220	62
marzo	831	1250	428	419	268
abril	533	1250	456	416	559
mayo	306	792	404	282	308
junio	500	1134	500	500	56
julio	500	1250	500	527	78
agosto	573	988	500	551	506
septiembre	284	1250	829	183	240

Fuente: Elaboración propia.

p) Unidades Subcontratadas

Tabla 32

Unidades Subcontratadas

Unidades de subcontratación	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	534	0	0	0	0
noviembre	214	132	420	0	0
diciembre	191	0	201	0	0
enero	452	0	0	0	0
febrero	157	0	0	0	0
marzo	331	55	0	0	0
abril	32	161	0	0	59
mayo	0	0	0	0	0
junio	0	0	0	0	0
julio	0	354	0	27	0
agosto	73	0	0	50	5
septiembre	0	146	329	0	0

Fuente: Elaboración propia.

q) Mano de obra y mano de obra neta

Tabla 33

Mano de obra

Mano de obra	
octubre	138.02
noviembre	167.5
diciembre	125.156
enero	142.308
febrero	88.507
marzo	143.313
abril	135.876
mayo	79.864
junio	111.354
julio	121.672
agosto	125.156
septiembre	129.511

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34

Mano de obra neta

Mano de obra neta	
octubre	429.02
noviembre	458.5
diciembre	416.156
enero	433.308
febrero	379.507
marzo	434.313
abril	426.876
mayo	370.864
junio	402.354
julio	412.672
agosto	416.156
septiembre	420.511

Fuente: Elaboración propia.

r) Producción total

Tabla 35

Producción total

Producción+ unidades en horas extras + unidades a subcontratar	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	1568	1042	500	400	68
noviembre	928	1382	1341	232	498
diciembre	882	910	902	420	212
enero	1404	1096	370	360	422
febrero	814	893	260	220	62
marzo	1162	1305	428	419	268
abril	565	1411	456	416	618
mayo	306	792	404	282	308
junio	500	1134	500	500	56
julio	500	1604	500	554	78
agosto	646	988	500	601	511
septiembre	284	1396	1158	183	240

Fuente: Elaboración propia.

s) Stock de seguridad

Tabla 36

Stock de seguridad

Stock de seguridad	yogurt de fresa	Yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	3655	4168	1882	1594	9
noviembre	2166	5529	5485	931	68
diciembre	2060	3642	3606	1682	29
enero	3277	4386	1481	1440	58
febrero	1898	3571	1041	879	8
marzo	2710	5221	1710	1674	32
abril	1317	5646	1832	1666	88
mayo	357	3170	1547	1129	42
junio	1106	4536	2050	1102	8
julio	400	6415	2016	3118	9
agosto	300	3952	1818	2406	71
septiembre	200	5582	4817	732	33
Costo total del stock	309310.9				

Fuente: Elaboración propia.

t) Unidades en horas extras con unidades a subcontratar

Tabla 37

Unidades en horas extras con unidades a subcontratar

unidades en horas extras + unidades a subcontratar	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	784	250	250	200	34
noviembre	464	382	670	116	249
diciembre	441	250	451	210	106
enero	702	250	185	180	211
febrero	407	250	130	110	31
marzo	581	305	214	209	134
abril	282	411	228	208	309
mayo	153	250	202	141	154
junio	250	250	250	250	28
julio	250	604	250	277	39
agosto	323	250	250	300	255
septiembre	142	396	579	91	120

Fuente: Elaboración propia.

u) Presupuesto actual

Tabla 38

Presupuesto actual

Presupuesto actual	yogurt de fresa	Yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
Cantidad			410000		

Fuente: Elaboración propia.

v) Variables binarias

Tabla 39

Variables binarias

Binarias (= 1 si se hace cada bolsa de yogurt)	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	1	1	1	1	1
noviembre	1	1	1	1	1
diciembre	1	1	1	1	1
enero	1	1	1	1	1
febrero	1	1	1	1	1
marzo	1	1	1	1	1
abril	1	1	1	1	1
mayo	1	1	1	1	1
junio	1	1	1	1	1
julio	1	1	1	1	1
agosto	1	1	1	1	1
septiembre	1	1	1	1	1
costo total de set up	5089.2				

Fuente: Elaboración propia.

w) Recursos utilizados

Tabla 40

Recursos utilizados

Requerimiento mensual utilizado de los recursos										
HH	Leche	esencia de fruta	Azúcar	cultivo láctico	colorante	conservante	bolsas	etiquetas	H-maq	energía eléctrica (kw)
138.02	3044	139	424.8514	143.308	82.56	1.547	3044	3044	216.124	3185.4
167.5	3615	155.02	490.4176	174.267	93.47	1.7444	3615	3615	256.665	3567.8
125.156	2934	126.17	400.7461	138.277	75.31	1.4152	2934	2934	208.314	2900.9
142.308	3200	133.76	437.8062	152.902	83.14	1.5532	3200	3200	227.2	3146
88.507	2092	91.82	287.0061	97.636	55.38	1.0183	2092	2092	148.532	2137.1
143.313	3196	130.9	431.4318	149.294	80.63	1.4876	3196	3196	226.916	3088.5
135.876	3214	117.51	420.8806	150.818	75.34	1.3818	3214	3214	228.194	2848.5
79.864	2092	78.4	274.4288	97.792	49.18	0.9044	2092	2092	148.532	1875
111.354	2690	105.14	355.1768	121.264	63.8	1.1626	2690	2690	190.99	2490.8
121.672	2855	109.33	374.6295	128.34	66.83	1.2116	2855	2855	202.705	2607.6
125.156	3118	115.38	412.3546	146.11	73.31	1.3674	3118	3118	221.378	2773.9
129.511	2786	113.75	366.3569	130.143	67.86	1.2322	2786	2786	197.806	2638

Fuente: Elaboración propia.

x) **Función objetivo (minimizar)**

Tabla 41

Función objetivo (minimizar)

Costo Total de Producción + Costo Total de Unidades Subcontratadas + Costo de horas extras+ Costo de Stock de Seguridad+ Costo de Inventario + Costo de Setup	409424.44
---	-----------

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5. Análisis de sensibilidad.

Tabla 42

Uso de recursos

USO DE RECURSOS (aij)	yogurt de fresa	Yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco	disponibilidad
horas hombre	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	291
leche (lt)	1	1	1	1	1	3500
esencia fruta (kg)	0.07	0.03	0.06	0.01	0.02	200
azúcar (kg)	0.1695	0.1172	0.1456	0.1155	0.1245	700
cultivo láctico (lt)	0.054	0.042	0.051	0.036	0.056	220
colorante (lt)	0.04	0.02	0.03	0.01	0.02	130
conservante (kg)	0.0008	0.0003	0.0006	0.0002	0.0004	5
bolsas	1	1	1	1	1	4500
etiquetas	1	1	1	1	1	4500
H-maq	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	312
energía eléctrica (kw)	1.5	0.8	1.2	0.4	0.6	5000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43

Producción

Producción (Pjt)	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	784	792	250	200	34
noviembre	464	885	671	116	249
diciembre	441	660	451	210	105
enero	702	846	185	180	213
febrero	407	643	130	110	30
marzo	581	1000	214	210	134
abril	283	1000	228	208	309
mayo	153	542	202	141	154
junio	250	884	250	250	28
julio	250	1000	250	277	39
agosto	323	738	250	301	256
septiembre	142	1000	579	92	120
costo total de producción	76903.6				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44

Costo de la hora extra

Costo de la hora extra	5				
Unidades en hora extra	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	250	250	250	200	34
noviembre	250	250	250	116	249
diciembre	250	250	250	210	105
enero	250	250	185	180	213
febrero	250	250	130	110	30
marzo	250	250	214	209	134
abril	250	250	228	208	250
mayo	153	250	202	141	154
junio	250	250	250	250	28
julio	250	250	250	250	39
agosto	250	250	250	250	250
septiembre	142	250	250	91	120
Costo total de hora extra	4128.875				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45*Unidades de subcontratación*

Unidades de subcontratación	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	534	0	0	0	0
noviembre	214	247	420	0	0
diciembre	191	0	201	0	0
enero	452	0	0	0	0
febrero	157	0	0	0	0
marzo	331	55	0	0	0
abril	32	161	0	0	59
mayo	0	0	0	0	0
junio	0	0	0	0	0
julio	0	354	0	27	0
agosto	73	0	0	50	5
septiembre	0	146	329	0	0
Costo total de subcontratación	13572.1				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46*Inventarios*

Inventarios (Ejt)	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
Inicial	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
octubre	1.00	0.00	30.00	1.00	1.00
noviembre	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
diciembre	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
enero	0.00	0.00	1.00	0.00	2.00
febrero	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
marzo	0.00	0.00	2.00	0.00	31.00
abril	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
mayo	153.00	0.00	17.00	0.00	1.00
junio	179.00	0.00	5.00	225.00	1.00
julio	148.00	0.00	1.00	0.00	9.00
agosto	1.00	0.00	46.00	0.00	0.00
septiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
costo total de inventario	442.76				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47*Binarias*

Binarias	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
octubre	1	1	1	1	1
noviembre	1	1	1	1	1
diciembre	1	1	1	1	1
enero	1	1	1	1	1
febrero	1	1	1	1	1
marzo	1	1	1	1	1
abril	1	1	1	1	1
mayo	1	1	1	1	1
junio	1	1	1	1	1
julio	1	1	1	1	1
agosto	1	1	1	1	1
septiembre	1	1	1	1	1
costo total de set up	5089.2				

Fuente: Elaboración propia.

COSTO TOTAL	409447.44
--------------------	------------------

A continuación, se puede apreciar que en el análisis de sensibilidad propuesto se bajó el recurso de leche de 4500 a 3500 Lt, con esto se mandó a subcontratar más de yogurt de lúcuma en el mes de noviembre en comparación al modelo, por ende se obtuvo un costo total de 409447.44, lo que significa un análisis no conveniente, ya que se obtiene un costo más elevado.

3.3.6. Situación de la productividad con la propuesta

Tabla 48

Situación de la productividad con la propuesta

Producción con la propuesta (bolsas/mes)						
Meses	yogurt de fresa	yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco	Total
Octubre-20	1568	1042	500	400	68	3578
Noviembre-20	928	1382	1341	232	498	4381
Diciembre-20	882	910	902	420	212	3326
Enero-21	1404	1096	370	360	422	3652
Febrero-21	814	893	260	220	62	2249
Marzo-21	1162	1305	428	419	268	3582
Abril-21	565	1411	456	416	618	3466
Mayo-21	306	792	404	282	308	2092
Junio-21	500	1134	500	500	56	2690
Julio-21	500	1604	500	554	78	3236
Agosto-21	646	988	500	601	511	3246
Setiembre-21	284	1396	1158	183	240	3261
Producción promedio						3230

Fuente: Elaboración propia.

a) Factor hombre

Tabla 49

Factor hombre

Meses	Horas totales
octubre	139
noviembre	168
diciembre	126
enero	143
febrero	89
marzo	144
abril	136
mayo	80
junio	112
julio	122
agosto	126
septiembre	130
Promedio	127

Fuente: Elaboración propia.

- Mano de obra expresada en hombre

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción}}{\text{Hombres}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{3230 \text{ bolsas/mes}}{2 \text{ Hombres/mes}}$$

$$\text{Productividad} = 1615 \text{ bolsas/Hombre}$$

$$\Delta \text{ de la productividad} = \frac{1615 - 1192}{1192} * 100$$

$$\Delta \text{ de la productividad} = 35.49\%$$

Este indicador nos indica que la productividad aumentó en un 35.49% en relación a los hombres.

- **Mano de obra expresada en horas-hombre**

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción}}{\mathbf{h - H}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{3230 \text{ bolsas/mes}}{127 \text{ h-H/mes}}$$

$$\text{Productividad} = 25.43 \frac{\text{bolsas}}{\mathbf{h - H}}$$

$$\Delta \text{ de la productividad} = \frac{25.43 - 16.44}{16.44} * 100$$

$$\Delta \text{ de la productividad} = 54.69\%$$

Este indicador nos indica que la productividad aumentó en un 54.69 % en relación a las horas-hombre.

- **Mano de obra expresada en soles**

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción}}{\mathbf{soles}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{3230 \text{ bolsas/mes}}{127 \text{ h-H/mes} * 5 \frac{\text{soles}}{\mathbf{h-H}}}$$

$$\text{Productividad} = 5.09 \frac{\text{bolsas}}{\mathbf{soles}}$$

$$\Delta \text{ de la productividad} = \frac{5.09 - 3.29}{3.29} * 100$$

$$\Delta \text{ de la productividad} = 54.7\%$$

La productividad aumentó en un 54.7% en relación a la mano de obra expresada en soles.

b) Factor máquina:

Tabla 50

Factor máquina

Meses	Horas totales
octubre	217
noviembre	257
diciembre	209
enero	228
febrero	149
marzo	227
abril	229
mayo	149
junio	191
julio	203
agosto	222
septiembre	198
Promedio	207

Fuente: Elaboración propia.

- **Expresada en cantidad de máquinas**

$$\text{Productividad factor máquina} = \frac{\text{producción}}{\text{máquina}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{3230 \text{ bolsas/mes}}{4 \text{ máquinas/mes}}$$

$$\text{Productividad} = 808 \text{ bolsas/máquina}$$

$$\Delta \text{ de la productividad} = \frac{808-596}{596} * 100$$

$$\Delta \text{ de la productividad} = 35.49\%$$

La productividad aumentó en un 35.49% en relación a las máquinas.

- **Expresada en horas-máquina**

$$\text{Productividad} = \frac{3230 \text{ bolsas/mes}}{207 \text{ h-M/mes}}$$

$$\text{Productividad} = 16 \frac{\text{bolsas}}{\text{h-M}}$$

$$\Delta \text{ de la productividad} = \frac{16-10}{10} * 100$$

$$\Delta \text{ de la productividad} = 53.81\%$$

La productividad aumentó en un 53.81% en relación a las horas-máquina.

c) Factor materiales

- **Expresada en cantidad de materiales**

$$\text{Productividad} = \frac{3230 \text{ bolsas/mes}}{8 \text{ materiales/mes}}$$

$$\text{Productividad} = 404 \frac{\text{bolsas}}{\text{materiales}}$$

$$\Delta \text{ de la productividad} = \frac{404-298}{298} * 100$$

$$\Delta \text{ de la productividad} = 35.49\%$$

La productividad aumentó en un 35.49 % en relación a los materiales.

- Expresada en soles

$$\text{Productividad} = \frac{3230 \text{ bolsas/mes}}{2903 \frac{\text{lbs de leche}}{\text{mes}} * 1.2 \frac{\text{soles}}{\text{lbs de leche}}}$$

$$\text{Productividad} = 0.93 \frac{\text{bolsas}}{\text{soles}}$$

$$\Delta \text{ de la productividad} = \frac{0.93 - 0.57}{0.57} * 100$$

$$\Delta \text{ de la productividad} = 63.35\%$$

La productividad aumentó en un 63.35% en relación a la leche expresada en soles.

3.3.7. Análisis beneficio / costo de la propuesta

- **Ventas**

Tabla 51

Ventas

Meses	yogurt de fresa	yogurt lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco	PRECIO				
octubre	5224	5210	2412	1995	78	S/.5.50	S/.5.50	S/. 5.50	S/.5.50	S/. 5.50
noviembre	3095	6911	6826	1163	567	S/.5.50	S/.5.50	S/. 5.50	S/.5.50	S/. 5.50
diciembre	2942	4552	4509	2102	244	S/.5.50	S/.5.50	S/. 5.50	S/.5.50	S/. 5.50
enero	4681	5482	1852	1800	480	S/.5.50	S/.5.50	S/. 5.50	S/.5.50	S/. 5.50
febrero	2712	4464	1302	1099	71	S/.5.50	S/.5.50	S/. 5.50	S/.5.50	S/. 5.50
marzo	3872	6526	2140	2093	331	S/.5.50	S/.5.50	S/. 5.50	S/.5.50	S/. 5.50
abril	1882	7057	2288	2082	706	S/.5.50	S/.5.50	S/. 5.50	S/.5.50	S/. 5.50
mayo	816	3962	1968	1411	351	S/.5.50	S/.5.50	S/. 5.50	S/.5.50	S/. 5.50
junio	1785	5670	2555	1827	65	S/.5.50	S/.5.50	S/. 5.50	S/.5.50	S/. 5.50
julio	1048	8019	2517	3672	96	S/.5.50	S/.5.50	S/. 5.50	S/.5.50	S/. 5.50
agosto	947	4940	2364	3007	582	S/.5.50	S/.5.50	S/. 5.50	S/.5.50	S/. 5.50
septiembre	484	6978	5975	915	273	S/.5.50	S/.5.50	S/. 5.50	S/.5.50	S/. 5.50

Fuente: Elaboración propia.

- Ingresos

Tabla 52

Ingresos

Meses	yogurt de fresa	yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco	Total
octubre	S/. 28,732.00	S/. 28,655.00	S/.13,266.00	S/. 10,972.50	S/. 429.00	S/.82,054.50
noviembre	S/. 17,022.50	S/. 38,010.50	S/. 37,543.00	S/. 6,396.50	S/. 3,118.50	S/. 102,091.00
diciembre	S/. 16,181.00	S/. 25,036.00	S/.24,799.50	S/. 11,561.00	S/. 1,342.00	S/. 78,919.50
enero	S/. 25,745.50	S/. 30,151.00	S/.10,186.00	S/. 9,900.00	S/. 2,640.00	S/. 78,622.50
febrero	S/. 14,916.00	S/. 24,552.00	S/. 7,161.00	S/. 6,044.50	S/. 390.50	S/. 53,064.00
marzo	S/. 21,296.00	S/. 35,893.00	S/.11,770.00	S/. 11,511.50	S/.1,820.50	S/. 82,291.00
abril	S/. 10,351.00	S/. 38,813.50	S/.12,584.00	S/. 11,451.00	S/. 3,883.00	S/. 77,082.50
mayo	S/. 4,488.00	S/. 21,791.00	S/.10,824.00	S/. 7,760.50	S/. 1,930.50	S/.46,794.00
junio	S/. 9,817.50	S/. 31,185.00	S/.14,052.50	S/. 10,048.50	S/. 357.50	S/. 65,461.00
julio	S/. 5,764.00	S/. 44,104.50	S/. 13,843.50	S/. 20,196.00	S/. 528.00	S/.84,436.00
agosto	S/. 5,208.50	S/. 27,170.00	S/. 13,002.00	S/. 16,538.50	S/. 3,201.00	S/. 65,120.00
septiembre	S/. 2,662.00	S/.38,379.00	S/. 32,862.50	S/. 5,032.50	S/. 1,501.50	S/. 80,437.50
Total	S/.162,184.00	S/.383,740.50	S/.201,894.00	S/.127,413.00	S/.21,142.00	S/. 896,373.50

Fuente: Elaboración propia.

- Costo con el modelo de programación lineal

Tabla 53

Costo con el modelo de programación lineal

PRODUCCIÓN NORMAL										
Meses	yogurt de fresa	Yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco	COSTOS DE PRODUCCIÓN				
octubre	784	792	250	200	34	S/.4.00	S/.3.10	S/.3.30	S/.3.80	S/.3.60
noviembre	464	1000	671	116	249	S/.4.00	S/.3.10	S/.3.30	S/.3.80	S/.3.60
diciembre	441	660	451	210	106	S/.4.00	S/.3.10	S/.3.30	S/.3.80	S/.3.60
enero	702	846	185	180	211	S/.4.00	S/.3.10	S/.3.30	S/.3.80	S/.3.60
febrero	407	643	130	110	31	S/.4.00	S/.3.10	S/.3.30	S/.3.80	S/.3.60
marzo	581	1000	214	210	134	S/.4.00	S/.3.10	S/.3.30	S/.3.80	S/.3.60
abril	283	1000	228	208	309	S/.4.00	S/.3.10	S/.3.30	S/.3.80	S/.3.60
mayo	153	542	202	141	154	S/.4.00	S/.3.10	S/.3.30	S/.3.80	S/.3.60
junio	250	884	250	250	28	S/.4.00	S/.3.10	S/.3.30	S/.3.80	S/.3.60
julio	250	1000	250	277	39	S/.4.00	S/.3.10	S/.3.30	S/.3.80	S/.3.60
agosto	323	738	250	301	256	S/.4.00	S/.3.10	S/.3.30	S/.3.80	S/.3.60
septiembre	142	1000	579	92	120	S/.4.00	S/.3.10	S/.3.30	S/.3.80	S/.3.60

Fuente: Elaboración propia.

- **Costo total de producción**

Tabla 54

Costo total de producción

Meses	yogurt de fresa	Yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco	Total
octubre	S/. 3,136.00	S/. 2,455.20	S/. 825.00	S/. 760.00	S/.122.40	S/. 7,298.60
noviembre	S/. 1,856.00	S/. 3,100.00	S/.2,214.30	S/. 440.80	S/.896.40	S/. 8,507.50
diciembre	S/. 1,764.00	S/. 2,046.00	S/.1,488.30	S/. 798.00	S/. 381.60	S/. 6,477.90
enero	S/. 2,808.00	S/. 2,622.60	S/. 610.50	S/. 684.00	S/. 759.60	S/. 7,484.70
febrero	S/. 1,628.00	S/. 1,993.30	S/. 429.00	S/. 418.00	S/. 111.60	S/. 4,579.90
marzo	S/. 2,324.00	S/. 3,100.00	S/. 706.20	S/. 798.00	S/. 482.40	S/. 7,410.60
abril	S/. 1,132.00	S/. 3,100.00	S/. 752.40	S/. 790.40	S/. 1,112.40	S/. 6,887.20
mayo	S/. 612.00	S/. 1,680.20	S/. 666.60	S/. 535.80	S/. 554.40	S/. 4,049.00
junio	S/. 1,000.00	S/. 2,740.40	S/. 825.00	S/. 950.00	S/. 100.80	S/. 5,616.20
julio	S/. 1,000.00	S/. 3,100.00	S/. 825.00	S/.1,052.60	S/. 140.40	S/. 6,118.00
agosto	S 1,292.00	S/. 2,287.80	S/. 825.00	S/.1,143.80	S/. 921.60	S/. 6,470.20
septiembre	S/. 568.00	S/. 3,100.00	S/.1,910.70	S/. 349.60	S/. 432.00	S/. 6,360.30
Total	S/.19,120.00	S/.31,325.50	S/.12,078.00	S/. 8,721.00	S/. 6,015.60	S/.77,260.10

Fuente: Elaboración propia.

- Costo de inventarios

Tabla 55

Costo de inventarios

Meses	yogurt	Yogurt	yogurt	yogurt	yogurt	COSTOS DE INVENTARIO				
	de fresa	de lúcuma	de durazno	de guanábana	de sauco					
octubre	0	0	0	0	0	S/.0.24	S/.0.59	S/.0.43	S/.1.14	S/.0.51
noviembre	1	0	30	1	1	S/.0.24	S/.0.59	S/.0.43	S/.1.14	S/.0.51
diciembre	1	0	0	0	1	S/.0.24	S/.0.59	S/.0.43	S/.1.14	S/.0.51
enero	0	0	1	0	3	S/.0.24	S/.0.59	S/.0.43	S/.1.14	S/.0.51
febrero	0	0	1	0	0	S/.0.24	S/.0.59	S/.0.43	S/.1.14	S/.0.51
marzo	0	0	1	0	1	S/.0.24	S/.0.59	S/.0.43	S/.1.14	S/.0.51
abril	0	0	2	0	31	S/.0.24	S/.0.59	S/.0.43	S/.1.14	S/.0.51
mayo	0	0	0	0	0	S/.0.24	S/.0.59	S/.0.43	S/.1.14	S/.0.51
junio	153	0	17	0	1	S/.0.24	S/.0.59	S/.0.43	S/.1.14	S/.0.51
julio	179	0	5	225	1	S/.0.24	S/.0.59	S/.0.43	S/.1.14	S/.0.51
agosto	148	0	1	0	9	S/.0.24	S/.0.59	S/.0.43	S/.1.14	S/.0.51
septiembre	1	0	46	0	0	S/.0.24	S/.0.59	S/.0.43	S/.1.14	S/.0.51

Fuente: Elaboración propia.

- **Costo total de inventario**

Tabla 56

Costo total de inventario

Meses	yogurt de fresa	yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco	Total
octubre	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
noviembre	S/. 0.24	S/. -	S/. 12.90	S/. 1.14	S/. 0.51	S/. 14.79
diciembre	S/. 0.24	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 0.51	S/. 0.75
enero	S/. -	S/. -	S/. 0.43	S/. -	S/. 1.53	S/. 1.96
febrero	S/. -	S/. -	S/. 0.43	S/. -	S/. -	S/. 0.43
marzo	S/. -	S/. -	S/. 0.43	S/. -	S/. 0.51	S/. 0.94
abril	S/. -	S/. -	S/. 0.86	S/. -	S/. 15.81	S/.16.67
mayo	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
junio	S/. 36.72	S/. -	S/. 7.31	S/. -	S/. 0.51	S. 44.54
julio	S/. 42.96	S/. -	S/. 2.15	S/. 256.50	S/. 0.51	S/. 302.12
agosto	S/. 35.52	S/. -	S/. 0.43	S/. -	S/. 4.59	S/. 40.54
septiembre	S/. 0.24	S/. -	S/. 19.78	S/. -	S/. -	S/. 20.02
Total	S/.115.92	S/. -	S/. 44.72	S/. 257.64	S/. 24.48	S/. 442.76

Fuente: Elaboración propia.

- **Costos de Stock de seguridad**

Tabla 57

Costos de Stock de seguridad

Meses	yogurt de fresa	Yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco	COSTOS DE STOCK DE SEGURIDAD				
						S/. 2.80	S/. 2.60	S/. 2.40	S/. 2.10	S/. 2.00
octubre	3655	4168	1882	1594	9	S/. 2.80	S/. 2.60	S/. 2.40	S/. 2.10	S/. 2.00
noviembre	2166	5529	5485	931	68	S/. 2.80	S/. 2.60	S/. 2.40	S/. 2.10	S/. 2.00
diciembre	2060	3642	3606	1682	29	S/. 2.80	S/. 2.60	S/. 2.40	S/. 2.10	S/. 2.00
enero	3277	4386	1481	1440	58	S/. 2.80	S/. 2.60	S/. 2.40	S/. 2.10	S/. 2.00
febrero	1898	3571	1041	879	8	S/. 2.80	S/. 2.60	S/. 2.40	S/. 2.10	S/. 2.00
marzo	2710	5221	1710	1674	32	S/. 2.80	S/. 2.60	S/. 2.40	S/. 2.10	S/. 2.00
abril	1317	5646	1832	1666	88	S/. 2.80	S/. 2.60	S/. 2.40	S/. 2.10	S/. 2.00
mayo	357	3170	1547	1129	42	S/. 2.80	S/. 2.60	S/. 2.40	S/. 2.10	S/. 2.00
junio	1106	4536	2050	1102	8	S/. 2.80	S/. 2.60	S/. 2.40	S/. 2.10	S/. 2.00
julio	400	6415	2016	3118	9	S/. 2.80	S/. 2.60	S/. 2.40	S/. 2.10	S/. 2.00
agosto	300	3952	1818	2406	71	S/. 2.80	S/. 2.60	S/. 2.40	S/. 2.10	S/. 2.00
septiembre	200	5582	4817	732	33	S/. 2.80	S/. 2.60	S/. 2.40	S/. 2.10	S/. 2.00

Fuente: Elaboración propia.

- **Costo total de stock de seguridad**

Tabla 58

Costo Total de stock de seguridad

Meses	yogurt de fresa	Yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco	Total
octubre	S/.10,234.00	S/.10,836.80	S/.4,516.80	S/.3,347.40	S/. 18.00	S/.28,953.00
noviembre	S/. 6,064.80	S/.14,375.40	S/.13,164.00	S/.1,955.10	S/.136.00	S/.35,695.30
diciembre	S/. 5,768.00	S/. 9,469.20	S/.8,654.40	S/.3,532.20	S/.58.00	S/.27,481.80
enero	S/. 9,175.60	S/.11,403.60	S/.3,554.40	S/.3,024.00	S/.116.00	S/.27,273.60
febrero	S/. 5,314.40	S/. 9,284.60	S/.2,498.40	S/.1,845.90	S/. 16.00	S/.18,959.30
marzo	S/. 7,588.00	S/.13,574.60	S/.4,104.00	S/.3,515.40	S/. 64.00	S/.28,846.00
abril	S/. 3,687.60	S/.14,679.60	S/.4,396.80	S/.3,498.60	S/.176.00	S/.26,438.60
mayo	S/. 999.60	S/. 8,242.00	S/.3,712.80	S/.2,370.90	S/.84.00	S/.15,409.30
junio	S/. 3,096.80	S/. 11,793.60	S/.4,920.00	S/.2,314.20	S/.16.00	S/.22,140.60
julio	S/. 1,120.00	S/. 16,679.00	S/.4,838.40	S/.6,547.80	S/.18.00	S/.29,203.20
agosto	S/. 840.00	S/. 10,275.20	S/. 4,363.20	S/.5,052.60	S/.142.00	S/.20,673.00
septiembre	S/. 560.00	S/. 14,513.20	S/.11,560.80	S/.1,537.20	S/. 66.00	S/. 28,237.20
Total	S/.4,448.80	S/.145,126.80	S/.70,284.00	S/.38,541.30	S/.910.00	S/.309,310.90

Fuente: Elaboración propia.

- **Setup**

Tabla 59

Setup

BINARIAS										
Meses	yogurt de fresa	Yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	Yogurt de guanábana	yogurt de sauco	COSTOS DE SETUP				
octubre	1	1	1	1	1	S/.92.10	S/.84.60	S/.86.40	S/.80.80	S/.80.20
noviembre	1	1	1	1	1	S/.92.10	S/.84.60	S/.86.40	S/.80.80	S/.80.20
diciembre	1	1	1	1	1	S/.92.10	S/.84.60	S/.86.40	S/.80.80	S/.80.20
enero	1	1	1	1	1	S/.92.10	S/.84.60	S/.86.40	S/.80.80	S/.80.20
febrero	1	1	1	1	1	S/.92.10	S/.84.60	S/.86.40	S/.80.80	S/.80.20
marzo	1	1	1	1	1	S/.92.10	S/.84.60	S/.86.40	S/.80.80	S/.80.20
abril	1	1	1	1	1	S/.92.10	S/.84.60	S/.86.40	S/.80.80	S/.80.20
mayo	1	1	1	1	1	S/.92.10	S/.84.60	S/.86.40	S/.80.80	S/.80.20
junio	1	1	1	1	1	S/.92.10	S/.84.60	S/.86.40	S/.80.80	S/.80.20
julio	1	1	1	1	1	S/.92.10	S/.84.60	S/.86.40	S/.80.80	S/.80.20
agosto	1	1	1	1	1	S/.92.10	S/.84.60	S/.86.40	S/.80.80	S/.80.20
septiembre	1	1	1	1	1	S/.92.10	S/.84.60	S/.86.40	S/.80.80	S/.80.20

Fuente: Elaboración propia.

- **Costo total de setup**

Tabla 60

Costo total de setup

Meses	yogurt de fresa	yogurt de lúcuma	Yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco	Total
octubre	S/. 92.10	S/.84.60	S/. 86.40	S/.80.80	S/.80.20	S/. 424.10
noviembre	S/. 92.10	S/.84.60	S/. 86.40	S/. 80.80	S/. 80.20	S/. 424.10
diciembre	S/. 92.10	S/.84.60	S/. 86.40	S/.80.80	S/. 80.20	S/.424.10
enero	S/. 92.10	S/.84.60	S/. 86.40	S/.80.80	S/. 80.20	S/. 424.10
febrero	S/. 92.10	S/.84.60	S/. 86.40	S/. 80.80	S/. 80.20	S/. 424.10
marzo	S/. 92.10	S/.84.60	S/. 86.40	S/. 80.80	S/. 80.20	S/. 424.10
abril	S/. 92.10	S/.84.60	S/. 86.40	S/. 80.80	S/. 80.20	S/. 424.10
mayo	S/. 92.10	S/.84.60	S/. 86.40	S/. 80.80	S/. 80.20	S/. 424.10
junio	S/. 92.10	S/.84.60	S/. 86.40	S/. 80.80	S/. 80.20	S/. 424.10
julio	S/. 92.10	S/.84.60	S/. 86.40	S/. 80.80	S/. 80.20	S/. 424.10
agosto	S/. 92.10	S/.84.60	S/. 86.40	S/. 80.80	S/. 80.20	S/. 424.10
septiembre	S/. 92.10	S/.84.60	S/. 86.40	S/.80.80	S. 80.20	S/. 424.10
Total	S/.1,105.20	S/.1,015.20	S/. 1,036.80	S/.969.60	S/.962.40	S/. 5,089.20

Fuente: Elaboración propia.

- **Subcontratación**

Tabla 61

Subcontratación

Meses	UNIDADES A SUBCONTRATAR					COSTOS DE HORA EXTRA				
	yogurt de fresa	Yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco	S/.3.50	S/.3.30	S/.3.20	S/.3.00	S/.2.80
octubre	534	0	0	0	0	S/.3.50	S/.3.30	S/.3.20	S/.3.00	S/.2.80
noviembre	214	132	420	0	0	S/.3.50	S/.3.30	S/.3.20	S/.3.00	S/.2.80
diciembre	191	0	201	0	0	S/.3.50	S/.3.30	S/.3.20	S/.3.00	S/.2.80
enero	452	0	0	0	0	S/.3.50	S/.3.30	S/.3.20	S/.3.00	S/.2.80
febrero	157	0	0	0	0	S/.3.50	S/.3.30	S/.3.20	S/.3.00	S/.2.80
marzo	331	55	0	0	0	S/.3.50	S/.3.30	S/.3.20	S/.3.00	S/.2.80
abril	32	161	0	0	59	S/.3.50	S/.3.30	S/.3.20	S/.3.00	S/.2.80
mayo	0	0	0	0	0	S/.3.50	S/.3.30	S/.3.20	S/.3.00	S/.2.80
junio	0	0	0	0	0	S/.3.50	S/.3.30	S/.3.20	S/.3.00	S/.2.80
julio	0	354	0	27	0	S/.3.50	S/.3.30	S/.3.20	S/.3.00	S/.2.80
agosto	73	0	0	50	5	S/.3.50	S/.3.30	S/.3.20	S/.3.00	S/.2.80
septiembre	0	146	329	0	0	S/.3.50	S/.3.30	S/.3.20	S/.3.00	S/.2.80

Fuente: Elaboración propia.

- **Costo total de subcontratación**

Tabla 62

Costo total de subcontratación

Meses	yogurt de fresa	Yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco	Total
octubre	S/.1,869.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/.1,869.00
noviembre	S/. 749.00	S/. 435.60	S/.1,344.00	S/. -	S/. -	S/. 2,528.60
diciembre	S/. 668.50	S/. -	S/. 643.20	S/. -	S/. -	S/. 1,311.70
enero	S/. 1,582.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 1,582.00
febrero	S/. 549.50	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 549.50
marzo	S/. 1,158.50	S/. 181.50	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 1,340.00
abril	S/. 112.00	S/. 531.30	S/. -	S/. -	S/.165.20	S/. 808.50
mayo	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
junio	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
julio	S/. -	S/.1,168.20	S/. -	S/. 81.00	S/. -	S/. 1,249.20
agosto	S/. 255.50	S/. -	S/. -	S/. 150.00	S/.14.00	S/. 419.50
septiembre	S/. -	S/. 481.80	S/.1,052.80	S/. -	S/. -	S/. 1,534.60
Total	S/. 6,944.00	S/.2,798.40	S/. 3,040.00	S/. 231.00	S/.179.20	S/. 13,192.60

Fuente: Elaboración propia.

- Cuadro resumen del antes de la propuesta

Tabla 63

Cuadro resumen del antes de la propuesta

	Ingresos	S/.	786,998.00
	Costo total de producción	S/.	105,860.00
	Costo total de inventario	S/.	869.00
ANTES	Costo total de hora extra	S/.	7,686.00
	Costo total de subcontratación	S/.	18,652.00
	Costo total de stock	S/.	200,959.00
	Costo total de setup	S/.	9,987.00
	Utilidad	S/.	442,985.00

Fuente: Elaboración propia.

- Cuadro resumen del después de la propuesta

Tabla 64

Cuadro resumen del después de la propuesta

	Ingresos	S/.	896,373.50
	Costo total de producción	S/.	77,260.10
	Costo total de inventario	S/.	442.80
DESPUÉS	Costo total de hora extra	S/.	4,128.88
	Costo total de subcontratación	S/.	13,192.00
	Costo total de stock	S/.	309,310.90
	Costo total de setup	S/.	5,089.20
	Utilidad	S/.	486,949.63

Fuente: Elaboración propia.

- Cuadro de resumen del beneficio

Tabla 65

Cuadro Resumen del beneficio

Cuadro Resumen del beneficio	Antes	Después	Ahorro
Utilidad	S/. 442,985.00	S/. 486,949.63	S/. 43,964.62

Fuente: Elaboración propia.

- Costo de implementación

Tabla 66

Costo de implementación

Descripción	Costo	Cantidad	Total
Sillas	S/. 50.00	4.00	S/. 200.00
Salario al jefe de producción	S/. 3,000.00	4.00	S/. 12,000.00
Laptop	S/. 2,500.00	1.00	S/. 2,500.00
Crystall Ball	S/. 4,312.00	1.00	S/. 4,312.00
Mesa	S/. 400.00	1.00	S/. 400.00
Lapiceros	S/. 3.00	4.00	S/. 12.00
Capacitación en programación lineal	S/. 100.00	6.00	S/. 600.00
Capacitación del personal	S/. 300.00	9.00	S/. 2,700.00
Expertos en el diseño del modelo	S/. 1,000.00	4.00	S/. 4,000.00
Luz	S/. 200.00	6.00	S/. 1,200.00
Total			S/. 27,924.00

Fuente: Elaboración propia.

- **Beneficio – Costo**

Tabla 67

Beneficio- Costo

Beneficio-Costo	Ahorro/Costo de implementación
Beneficio-Costo	$\frac{43964.62}{27924}$ 1.57

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Por cada sol invertido, se recupera el sol y se obtiene una ganancia de S/. 0.57. Esto significa que la aplicación de la propuesta es factible.

**CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES**

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- a. Se identificó las causas principales que estaban afectando la baja productividad con el apoyo del diagrama de Ishikawa en el cual se halló que la empresa no cuenta con una herramienta para planificar su producción, además se encontró que no utilizaban los recursos correctamente como son: (máquina, hombre y materiales), debido a la falta de capacitación en su personal y costos elevados.
- b. Se definió las variables de decisión y restricciones del modelo, en el primero se detallaron las variables a encontrar, mientras que en las restricciones se comenzó pronosticando la demanda, después se establecieron recursos de producción, capacidad de planta, capacidad de inventarios, carga fija, presupuesto, entre otros; el cual nos sirvió para las restricciones.
- c. Se aplicó el modelo en el programa Open Solver, el cual nos ayudó para determinar la producción, encontrar los recursos utilizados en cada mes y minimizar los costos.
- d. Se estimó que, cuando se aplicó el modelo en la propuesta, la productividad factor Hombre aumentó en un 35.49%, el factor hora Hombre aumentó en un 54.69%, y también en la mano de obra expresada en soles la productividad aumentó en un 54.69% también el factor máquina aumentó en un 35.49 %, el factor hora máquina aumentó en un 53.81%, y en el factor materiales la productividad aumentó en un 35.49 % y expresada en soles aumentó en un 63.35%.

- e. Se analizó el beneficio- costo de la propuesta, en el cual se obtuvo como resultado S/. 1.57, esto quiere decir que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/. 0.57. Por consiguiente, esto significa que el modelo implementado sí es factible.

4.2. Recomendaciones

- a. Se recomienda a los futuros investigadores que sugieran a las empresas lácteas en estudio, lleven un control de la cantidad de recursos que utilizan para producir los diferentes sabores de yogurt.
- b. Para planificar la producción y satisfacer la demanda, proponemos a las empresas que implementen un modelo de programación lineal y la herramienta Crystall Ball respectivamente.
- c. Se recomienda a las empresas Implementar el modelo propuesto de esta investigación para mejorar el uso de sus recursos y mejorar su productividad, haciendo uso de la herramienta gratuita Open Solver.
- d. Se aconseja a las empresas a realizar constantes capacitaciones al personal de trabajo, ya que sería de mucha ayuda para que ellos cuenten con las competencias necesarias y específicas para que desempeñen de manera eficiente dentro de la empresa.

REFERENCIAS

- Alamar, J. & Guijarro, R. (2018). *El libro de la productividad en la empresa española 2018*. (1era Edición). Valencia, España. Obtenido de <https://bit.ly/3w5c4pX>
- Aldás, D et al. (2018). Optimización de costos de inventarios con algoritmo de programación lineal. Caso aplicado industria de producción de suelas. *INNOVA Research Journal* 3(2.1), 77-83. Obtenido de <https://bit.ly/3ECTKWz>
- Aramburú, J. (2016). *Programación lineal para la mejora del proceso de envasado en una empresa de lubricantes*. (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Ariza, J. (2020). *Modelo de programación lineal basado en la caracterización de la cadena de suministro de los productos bovinos con alta producción en la provincia de Sabana Centro*. (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Cajicá, Colombia.
- Arrascue, L. (2019). *Propuesta de un proceso de costos para aumentar la productividad en la elaboración de quesos de las Mypes de la provincia de Cajamarca, Perú, utilizando la gestión por procesos* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (10 de julio de 2018). BID: ¿Por qué la productividad se ha estancado en el Perú? *El Comercio*. Obtenido de <https://bit.ly/2NPPyuq>
- Banco Mundial (BM). (7 de octubre de 2015). Empresas peruanas están muy por debajo de la productividad que pueden alcanzar, según el BM. *Gestión*. Obtenido de <https://bit.ly/2NTmr9k>

Betancourt, D. F. (17 de febrero de 2016). El promedio móvil ponderado para pronosticar la demanda. *Ingenio Empresa*. Obtenido de <https://bit.ly/3w6WIVT>

Betancourt, D. F. (7 de marzo de 2016). Medición del error en pronósticos de la demanda. *Ingenio Empresa*. Obtenido de <https://bit.ly/3m32wWj>

Campos, L. et al. (2016). *Guía Sindical sobre Negociación Colectiva y productividad*. Obtenido de <https://bit.ly/3FJ9lpm>

Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones – Producción y Cadena de Suministros*. Obtenido de <https://bit.ly/3AJ2TLV>

Chopra, S. & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministros. Estrategia, planeación y operación*. Obtenido de <https://bit.ly/3EZrRcy>

Chopra, S. Meindl, P., & Pino, R. (2017). *Administración de la cadena de suministros. Estrategia, planeación y operación*. Obtenido de <https://bit.ly/3icl0CC>

Cruelles, J. (2012). *Productividad e Incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. (1era Edición). Obtenido de <https://bit.ly/3MfQwg6>

Díaz, G. & Paz, C. (2021). *Sistema de Planificación y Control de la Producción para mejorar la Productividad en la empresa Productos Lácteos Naturales S.A.C.* (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán. Pimentel Perú.

Fontalvo, T., De la Hoz, E., & Morelos, J. (2017). La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión Empresarial*. Obtenido de <https://bit.ly/3sxAo1E>

Idme, L. & Silva, J. (2020). *Programación lineal para optimizar el margen de contribución de la empresa productos alimentarios Misky SAC 2019* (Tesis De pregrado). Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú.

Indecopi (2021). *Informe de Lanzamiento del Estudio de Mercado sobre el Sector Lácteo en el Perú*. Obtenido de <https://bit.ly/3a0GdOL>

Juez, J. (2020). *Productividad Extrema: Como ser más eficiente, producir más y mejor*. (1era Edición). Obtenido de <https://bit.ly/3wtduck>

La Industria (2021). *Ganaderos lecheros en crisis por costos*. Chiclayo, Perú. Obtenido de <https://bit.ly/3L8Sg9r>

Meléndez, M. & Pisfil, S. (2018). *Aplicación de un Sistema Haccp Para Mejorar la Inocuidad de Los Productos Lácteos en La Empresa Prolacnat SAC Chiclayo-2017* (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú.

MINAGRI (2017). *Estudio de la ganadería lechera en el Perú: Análisis de su Estructura, Dinámica y Propuestas de Desarrollo*. pág. 28. (1era Edición). Gráfica Andina Perú SAC. Lince, Perú.

Moncayo, L. & Muñoz, D. (2018). *Un Sistema de Apoyo para la Enseñanza del Método Simplex y su Implementación en Computadora*. México. Obtenido de <https://bit.ly/3PILDUv>

Monja, M. S. & Sedan, M. L. (2016). *Aplicación de Programación Lineal en la Planeación y Programación de la producción de azúcar, para mejorar la Productividad de la empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A* (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú.

- Mor, R., Singh, S., & Bhardwaj, A. (2017). *Explorando las causas de la baja productividad en la cadena de suministro de productos lácteos utilizando AHP*. Jurnal Teknik Industri. Obtenido de <https://bit.ly/39iloMY>
- Munier, N., Honduras, E., & Jiménez, F. (2019). *Fundamentos de Programación Lineal. Enfoque estratégico en la toma de decisiones con criterios múltiples*. Obtenido de <https://bit.ly/3FlxoVi>
- Nemur, L. (2016). *Productividad: Consejos y Atajos de Productividad para personas ocupadas*. Obtenido de <https://bit.ly/38jVGcj>
- Odar, J. (2014). *Mejora de la Productividad en la empresa Vivar SAC*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo.
- Ortega, R. (2017). *Las restricciones de recursos utilizados en el proceso productivo para lograr la optimización operativa de una empresa Avícola cajamarquina, año 2017* (Tesis de Posgrado). Cajamarca, Perú.
- Salazar, B. (2019). *Suavización exponencial doble*. Obtenido de <https://bit.ly/3CFLLYo>
- Sánchez, D. & Ramírez, N. (2017). Diseño de un modelo de programación lineal para la planeación de producción de un cultivo de fresa, según factores costo/beneficio y capacidades productivas en un periodo temporal definido. *Ingenierías USBMed*, 8(1), 7-11. Obtenido de <https://bit.ly/3mAb9Jw>
- Saviom. (6 de octubre del 2021). *Los efectos de la baja productividad en el crecimiento empresarial*. Obtenido de <https://bit.ly/3L7VYQS>

Soler, F., Molina, F., & Rojas, L. (2016). *Álgebra lineal y Programación lineal*. (3era Edición). Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://bit.ly/39fZ2x4>

Suñé, A. et al. (2016). *Programación Lineal. Métodos Cuantitativos para la toma de Decisiones*. Obtenido de <https://bit.ly/2BuYvqB>

Vega, N. M. (2016). *Diseño de Plan de Mejoramiento de los procesos de producción de yogurt, queso doble crema y queso pasteurizado en la empresa Scalea S.A.S* (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia.

Título de Investigación	Problema de Investigación	Objetivos	Hipótesis	Tipo y Diseño de Investigación	Variables	Instrumentos o Técnicas
<p style="text-align: center;">Aplicación de programación lineal para mejorar la productividad en una empresa procesadora de lácteos.</p>	<p style="text-align: center;">¿Con la aplicación de la programación lineal mejorará la productividad del área de producción en una empresa procesadora de lácteos?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Aplicar la Programación Lineal para mejorar la productividad en una empresa procesadora de lácteos.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>a) Identificar las causas que están originando una baja productividad, mediante el Diagrama de Ishikawa.</p>	<p style="text-align: center;">La aplicación de la P.L. influye positivamente en el incremento de la productividad en el área de producción de una empresa procesadora de lácteos.</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p style="text-align: center;">Aplicada</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p style="text-align: center;">Experimental</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p style="text-align: center;">Productividad</p> <p>Variable independiente:</p> <p style="text-align: center;">Programación Lineal.</p>	<p style="text-align: center;">Análisis documental</p> <p style="text-align: center;">Guía de análisis documental</p>

		<p>b) Definir las variables de decisión y restricciones del modelo.</p> <p>c) Aplicar el modelo en el programa Open Solver.</p> <p>d) Evaluar la estimación de la productividad con la propuesta implementada.</p> <p>e) Analizar el beneficio-costos de la propuesta.</p>				
--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Resolución de aprobación del proyecto de investigación



UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

RESOLUCIÓN N°2382-2020/FIAU-USS

Pimentel, 23 de diciembre de 2020

VISTO:

El Acta de reunión N°017- 2020 del Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL remitida mediante Oficio N°0211-2020/FIAU-II-USS de fecha 22 de diciembre de 2020, y;

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con la Ley Universitaria N° 30220 en su artículo 48° que a letra dice: "La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, creadas por las instituciones universitarias públicas o privadas.";

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 21° señala: "Los temas de trabajo de investigación, trabajo académico y tesis son aprobados por el Comité de Investigación y derivados a la Facultad o Escuela de Posgrado, según corresponda, para la emisión de la resolución respectiva. El periodo de vigencia de los mismos será de dos años, a partir de su aprobación. En caso un tema perdiera vigencia, el Comité de Investigación evaluará la ampliación de la misma.

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 24° señala: La tesis es un estudio que debe denotar rigurosidad metodológica, originalidad, relevancia social, utilidad teórica y/o práctica en el ámbito de la escuela profesional. Para el grado de doctor se requiere una tesis de máxima rigurosidad académica y de carácter original. Es individual para la obtención de un grado; es individual o en pares para obtener un título profesional. Asimismo, en su artículo 25° señala: "El tema debe responder a alguna de las líneas de investigación institucionales de la USS S.A.C."

Que, según documentos de Visto el Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL acuerda aprobar los temas de las Tesis a cargo de los estudiantes que se detallan en el anexo de la presente Resolución.

Estando a lo expuesto, y en uso de las atribuciones conferidas y de conformidad con las normas y reglamentos vigentes;



Pimentel, 23 de diciembre de 2020

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°: APROBAR, el tema de la Tesis perteneciente a la línea de investigación de INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE, a cargo de los estudiantes del Programa de estudios de INGENIERÍA INDUSTRIAL según se detalla en el anexo de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2°: ESTABLECER, que la inscripción del Tema de la Tesis se realice a partir de emitida la presente resolución y tendrá una vigencia de dos (02) años.

ARTÍCULO 3°: DEJAR SIN EFECTO, toda Resolución emitida por la Facultad que se oponga a la presente Resolución.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE


 Dr. Mario Fernando Ramos Moscol
Decano - Facultad de Ingeniería,
Arquitectura y Urbanismo
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.


 MBA Maria Noelia Sialer Rivera
Secretaría Académica / Facultad de Ingeniería,
Arquitectura y Urbanismo
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

Cc: Interesado, Archivo

ANEXO

N°	TEMA DE TESIS	AUTOR (ES)
1	TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA EMPRESA CORPORACIÓN DEL NORTE MARICE SAC	ALAYO CORREA MILAGROS ESTEFANY
		PITA CORONEL DIANA KARINA LEIDY
2	PLAN DE MEJORA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE FREJOL EN CONSERVA DE UNA EMPRESA EN CHICLAYO	ALVINO LINGAN JAVIER ANDRES
		ARA ROJAS JULIO ERNESTO
3	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN BASADO EN LAS NORMAS ISO 45001: 2018 E ISO 9001:2015 PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DE LA EMPRESA INOXZAUMA - CHICLAYO	BENAVIDES PIÑELLA LUCY DEL MILAGRO
		ZAUMA ROJAS CARLOS HAROLD
4	MEJORA DE LA GESTION LOGISTICA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA RENSA PARA EL AÑO 2021	CALERO DELGADO JAIDITH PAULINA
		MORENO HUAMAN MANUEL CRISTIAN
5	PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN MEDIANTE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA LA MAXIMIZACIÓN DE UTILIDADES EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE LEGUMBRES EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE	BRIONES URRUTIA KENNETH FERNANDO
		CHAMBERGO ALVA MAURICIO ALEXANDER
6	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS ORGÁNICAS UTILIZANDO PULPA DE FRAMBUESA CON PITAHAYA Y FORTIFICADAS CON HARINA DE KIWICHA	DE LA CRUZ OLANO YARITZA MASSIEL
		AVELLANEDA PEREZ SEYLI ERLITA
7	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE ACEITE DE FREJOL DE PALO EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE	GUEVARA CULQUI CRISTHIAN KENJI
		MEJIA ARBULU VICTOR JEAN PIERR
8	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE LECHUGAS HIDROPÓNICAS EN LA REGION LAMBAYEQUE	MORI BARTUREN GILSON ENRIQUE
		RODRIGUEZ BUSTAMANTE PERLA DEL MILAGRO
9	AUMENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE CARGUIO MEDIANTE LA GESTION DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA MINERA DE TAJO ABIERTO EN APURIMAC	MELENDEZ RODRIGUEZ MOISES EMANUEL
		CRUZ FARFAN MAYTE FIORELLA
10	PLAN DE MEJORA BASADO EN LA NORMA ISO 22000:2005 PARA GARANTIZAR LA INOCUIDAD DE LA HARINA DE GRANOS SECOS EN LA EMPRESA AGROBEANS SRL	RODRIGUEZ GIRON MARITZA
		ESPINO MARCELO GIAN MARCO
11	GESTIÓN POR PROCESOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE UNA EMPRESA DE CALZADO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO	ACOSTA CALVAY ELVERT ADRIAN
		ALDANA TORRES NEER CHRISTIAN
12	GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SERVICIO DE UNA CONCESIONARIA DE AUTOMOTORES EN CHICLAYO	ALDANA VERA ROBERTO ALDO
		RODRIGUEZ CHOROCO JOSE MANUEL
13	GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA TEXTIL - LAMBAYEQUE 2020.	ANGELES DURAND OSCAR ARMANDO
		HUARCAYA ROJAS SARA
14	GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA DELICIAS DEL NORTE S.R.L	BOCANEGRA ALBAN CARLOS EDUARDO
		SOSA BUSTAMANTE MARCO ANTONIO
15	GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA QUE FABRICA EMPAQUES DE CARTÓN	BUSTAMANTE FERNANDEZ EDUARDO GIANPIERRE
		LEON AGILA HARLIN HERLIN
16	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA HACCP PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD E INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS BALACEADOS EN EL MOLINO ALDUR'S S.A.C	CARRANZA SAMAME RENATO FELIPE
17	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA MEJORA DE PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA MOLINOS ALMENDRA SAC - LAMBAYEQUE, 2020	CERCADO GRANDEZ CESAR AUGUSTO
		DELGADO PEREZ MARIO EMILIANO
18	PLAN BASADO EN LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO S.A.	DELGADO HUAMAN MELISSA JUDITH
		ESQUEN PISFIL OSCAR JONATHAN
19	GESTIÓN DE inventarios PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA ROSARIO DE LAS NIEVES E.I.R.L	DIAZ CORNEJO CARLOS JAVIER

Pimentel, 23 de diciembre de 2020

N°	TEMA DE TESIS	AUTOR (ES)
20	PLAN DE MEJORA CONTINUA EN EL PROCESOS DE PRODUCCIÓN, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA PROSEGD E.I.R.L.	DIAZ NUÑEZ BRAYHAN IVAN
21	GESTION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA VEHICULAR DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JANGAS, HUARAZ - 2020	DOMINGUEZ NORABUENA WILFREDO ROMMEL LAMADRID ROMAN CRISTHIAN MANUEL
22	GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LA EMPRESA INMAPE SRL- ETEN	FERNANDEZ COTRINA FERNANDO CRISTIAN UCAÑAY FLORES BRANDON LUIS
23	GESTION DEL ABASTECIMIENTO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN OBRAS DE CONSTRUCCION	GARCIA MONCADA GIANNINA LISSET
24	PROYECTO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA PROCESADORA DE MERMELADA DE TOMATE CON PANELA EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE	GUEVARA IGNACIO MILTON ROBERTO SANTAMARIA BANCES HILDA LEYDY
25	PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA PLANTA INDUSTRIAL CHEMOTO S.A.C	HERRERA SANCHEZ WILER
26	PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MANJAR BLANCO	MEDINA BECERRA ALEX JHORDAN
27	ESTUDIO DE PERFECTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTO BALANCEADO EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO - REGIÓN DE LAMBAYEQUE.	PEREZ OLIVERA DAVID JOANATHAN
28	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION BASADO EN LA NORMA 45001 2018 E ISO 14001 PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL E INDICE DE ACCIDENTABILIDAD EN LA EMPRESA INVERSIONES SECLN SRL	RICO EFFIO JHON MAYKOL
29	PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA PREVENCIÓN DEL CONTAGIO COVID-19 EN LOS TRABAJADORES DE UNA CLINICA PRIVADA.	SANDOVAL DELGADO ISAAC AVELINO VILLALOBOS HOYOS JESUS SEBASTIAN
30	DISEÑO DE UN SISTEMA ERP PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE CUEROS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO	SIFUENTES HUAPAYA RONNY LUIS VASQUEZ BANCES ESTRELLITA MATILDE
31	GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL PARA AUMENTAR LA SATISFACCIÓN LABORAL EN LA EMPRESA EVENTUAL SERVIS, 2020	SILVA MARTINEZ CRISTIAN JOHNY
32	PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN MOLINO DE ARROZ EN LA CIUDAD DE CHICLAYO	TORO SILVA CATHERINNE
33	GESTION DE SUMINISTROS PARA REDUCIR COSTOS EN LA EMPRESA CONSORCIO R & S RENTA CAR S.A.C	VILLALOBOS CABRERA NAGIB YASSER HOYOS ALCALDE IVAN PIERRE
34	PLAN DE MEJORA DE LA GESTIÓN LOGÍSTICA PARA incrementar LA EFICIENCIA EN LA EMPRESA A&B REPRESENTACIONES S.R.L.- CHICLAYO	CHINCHAY LLACSAHUANGA JAVIER
35	DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA MEJORAR LA RENTABILIDAD EN LA EMPRESA DE MULTISERVICIOS JESÚS EL BUEN PASTOR- OLMOS 2020	LEON SUAREZ JANDER SANCHEZ CHUZON HUGO
36	PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE CONFECCIONES	HIDALGO SILVA PETER GIANCARLO
37	GESTION DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS EN LA PLANTA DE CONCRETO DE LA EMPRESA DINO SRL	BRAVO VIDARTE WILFREDO
38	PLAN DE MEJORA EN LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA DE DESTILERÍA NAYLAMP E.I.R.L.	UBILLUS PEREZ MERILYN CANDY
39	MODELO DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN EL ÁREA DE ALMACÉN DE UNA EMPRESA CONTRATISTA. CHICLAYO 2020.	TAVARA SHEEN JIMMY WILLIAM

Pimentel, 23 de diciembre de 2020

N°	TEMA DE TESIS	AUTOR (ES)
40	MEJORA DEL DESEMPEÑO DE UNA EMPRESA CONTRATISTA Y DE SERVICIOS GENERALES APLICANDO LA METODOLOGÍA DE LA GUÍA PMBOK EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS	DUQUE CAMPOVERDE JESUS DEL ANGEL
41	APLICACIÓN DE LA GESTIÓN POR PROCESOS PARA MEJORAR EL SERVICIO AL CLIENTE EN UNA EMPRESA DE VENTA DE MAQUINARIA Y SERVICIOS EN LA REGIÓN AREQUIPA-2020	MEDINA TORRES GIANFRANCO JONATHAN
42	APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE LÁCTEOS	CHALLE CORDOVA JOSMI PAUL CURO CHAFLOQUE FERNANDO TEOFILO
43	PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS PALAS DE MINERÍA P&H 4100A.	QUISPE VASCOPE NOLAN MANUEL
44	ANÁLISIS DE LA CALIDAD EN LA MANUFACTURA DE LENTES PARA REDUCIR LOS COSTOS EN INVERSIONES OPTICAS S.A.C, LIMA 2020.	DIAZ INFANTES JUAN MANUEL
45	OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS OPERATIVOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA FERRETERIA Y ACABADOS PIMENTEL - 2020	FARIAS CARBAJAL CRISTOPHER
46	PLAN DE MEJORA EN LA GESTIÓN LOGÍSTICA DE VACUNAS DE LA RED DE SALUD SAN MARCOS - CAJAMARCA, 2020	CHICLOTE CERNA NARCISO FRANCO
47	ODELO DE GESTION DE ALMACEN PARA DISMINUIR LOS COSTOS DE ALMACENAMIENTO EN LA EMPRESA ABENGOA PERU S.A - LIMA, 2020	ROJAS QUISPE GLADYS
48	PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO POSTVENTA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SERVICIO AL CLIENTE DE LA EMPRESA INMOBILIARIA Y CONSTRUCTORA ESPACIOS PIURA	LAZO TALLEDO ALFONSO
49	PROPUESTA DE REINGENIERIA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UVA DE MESA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA JAYANCA FRUITS SAC EN EL 2020.	BUSTAMANTE CHONATE SUZETY GERALDINE

Anexo 3. Carta de autorización de recojo de información.

“Año de la Universalización de la salud”

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE RECOJO DE INFORMACIÓN.

Chiclayo, 20 de octubre de 2020.

Quien suscribe:

Ing. Omar Ernesto Barreto Alama.

Gerente General de la Empresa PRODUCTOS LÁCTEOS NATURALES S.A.C.

RUC: 20488084411


AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado:

APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE LÁCTEOS.

Por el presente, el que suscribe Ing. Omar Ernesto Barreto Alama, representante legal de la empresa PRODUCTOS LÁCTEOS NATURALES S.A.C., AUTORIZO a los alumnos: Challe Cordova Josmi Paul con DNI. 73899395 y Curo Chafloque Fernando Teófilo con DNI. 41882034 estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipán, y autores del trabajo de Investigación denominado: APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE LÁCTEOS., al uso de dicha información que conforma el expediente técnico, así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis de PRE-GRADO, enunciada líneas arriba. De quien solicita se garantiza la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.

PRODUCTOS LÁCTEOS NATURALES S.A.C.


Omar E. Barreto Alama
GERENTE GENERAL

Ing. Omar Ernesto Barreto Alama.

DNI: 40989204

Gerente General.

PROLACNAT S.A.C.

Anexo 4. Guía de análisis documentario.

GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTARIO

Área: **Fecha:**
Empresa:

Documento 1: datos de producción de la empresa

Días laborales: N° de máquinas:
 Números de Trabajadores:

Yogurt	Capacidad de la planta (bolsas/mes)	Cantidad Horas-hombre	Cantidad Horas-maq	Costo Horas-hombre	Costo Horas-maq	Precio de Venta	Capacidad de Inventario
Fresa							
Durazno							
Lúcuma							
Guanábana							
Sauco							

Fuente: Elaboración propia.

Documento 2: materiales en la producción de yogurt.

MATERIALES EN LA PRODUCCIÓN DE YOGURT			
Yogurt	Material	Cantidad unitaria	Costo unitario

Fuente: Elaboración propia.

Documento 3: Datos históricos de la demanda.

Meses	yogurt de fresa	yogurt de lúcuma	yogurt de durazno	yogurt de guanábana	yogurt de sauco
oct-18					
nov-18					
dic-18					
ene-19					
feb-19					
mar-19					
abr-19					
may-19					
jun-19					
jul-19					
ago-19					
sep-19					
oct-19					
nov-19					
dic-19					
ene-20					
feb-20					
mar-20					
abr-20					
may-20					
jun-20					
jul-20					
ago-20					
sep-20					

Fuente: Elaboración propia.

Documento 4: Datos sobre costo de subcontratación

Yogurt	Costo de subcontratación
Fresa	
Lúcuma	
Durazno	
Guanábana	
Sauco	

Fuente: Elaboración propia.

Documento 5: Datos sobre costo de stock de seguridad

Yogurt	Costo de stock de seguridad
Fresa	
Lúcuma	
Durazno	
Guanábana	
Sauco	

Fuente: Elaboración propia.

Documento 6: Datos sobre horas Hombre utilizadas

Meses	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20
horas Hombre Utilizadas												

Fuente: Elaboración propia.

Documento 7: Datos sobre horas máquinas utilizadas

Meses	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20
horas máquinas Utilizadas												

Fuente: Elaboración propia.

Documento 8: Datos sobre la producción actual.

Producción Actual												
Meses	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20
Fresa												
Lúcuma												
Durazno												
Guanábana												
Sauco												

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Validación de guía de análisis documentario.



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Rivasplata Sánchez Absalón

Grado académico: Magister

Cargo e institución: Docente Tiempo Parcial

Nombre de instrumento a validar: Guía De Análisis Documentario

Autor del instrumento: Challe Cordova Josmi Paul.

Curo Chafloque Fernando Teófilo.

Título del proyecto de tesis: Aplicación de Programación Lineal para mejorar la Productividad en una empresa procesadora de lácteos

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				17
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				16
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				17
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				16
Viabilidad	Es viable su aplicación				17

Valoración

Puntaje de (0 a 20): 17

Calificación de deficiente o muy bueno: Muy Bueno

Observaciones.....

Fecha: 09.10.2020


ABSALÓN RIVASPLATA SANCHEZ
Mg. INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERO QUÍMICO
Reg. CIP. N° 163595

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN

Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: *QUEREVALÚ PAIVA LUIS MIGUEL*

Grado académico: *INGENIERO DE SISTEMAS*

Cargo e institución: *COORDINADOR – UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN*

Nombre de instrumento a validar: *ANALISIS DOCUMENTARIO*

Autor del instrumento: - *CHALLE CORDOVA JOSMI PAUL*

- *CURO CHAFLOQUE FERNANDO TEOFILO*

Título del proyecto de tesis: *APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE LÁCTEOS*

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				X
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			X	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				X
Viabilidad	Es viable su aplicación			X	

Valoración

Puntaje de (0 a 20) **15**

Calificación de deficiente o muy bueno **BUENO**

Observaciones: **NINGUNA**

Fecha: 07/10/2020

Firma:

Ing. Luis M. Querevalú Paiva
INGENIERO DE SISTEMAS
CIP:216530

DNI: 44784384

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN

Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: **ARAUJO FARRO ABEL NARCISO**

Grado académico: **BACHILER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA-INGENIERO INDUSTRIAL HÁBIL CON CIP N°77449**

Cargo e institución: **INDEPENDIENTE**

Nombre de instrumento a validar: **GUÍA DEL ANÁLISIS DOCUMENTARIO**

Autor(es) del instrumento: **CHALLE CORDOVA JOSMI PAUL**

CURO CHAFLOQUE FERNANDO TEÓFILO

Título del proyecto de tesis:

APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE LÁCTEOS.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			X	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			X	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			X	
Viabilidad	Es viable su aplicación			X	

Valoración

Puntaje de (0 a 20) **QUINCE (15)**

Calificación de deficiente o muy bueno **BUENO**

Observaciones: **INCLUIR LAS UNIDADES DE MEDIDA EN LAS TABLAS**

Fecha: 09 de octubre de 2020

Firma:

DNI: 16464764

Araujo
CIP N° 77449

Anexo 6. Guía de entrevista

GUÍA DE ENTREVISTA		
FECHA:		
ENTREVISTADOR:		
EMPRESA:		
ENTREVISTADO:	NOMBRE:	
	CARGO:	
PREGUNTAS		
1. ¿Cuál es la capacidad de la planta?		
2. ¿Utilizan alguna herramienta (Software) para planificar la producción?		
3. ¿Existen actualmente inconvenientes en el área de producción?		
4. ¿Cuántos trabajadores laboran en el área de producción?		
5. ¿Qué materiales se utilizan en la línea de yogurt?		
6. ¿Cuál es la cantidad de material utilizado mensualmente?		
7. ¿Qué máquinas intervienen en la producción?		
8. ¿Cuál es la cantidad de horas de trabajo mensualmente de cada máquina?		
9. ¿Cuál es la cantidad de horas de trabajo mensualmente de cada operario?		
10. ¿Cuál es el costo de la hora de trabajo de cada operario?		
11. ¿Cuál es el costo de la hora de trabajo de cada máquina?		
12. ¿Cuenta con alguna herramienta para pronosticar la demanda?		
13. ¿Cuál es la cantidad de inventario de producto terminado que se guarda en el almacén?		
14. ¿Tienen costado el costo de Inventario y de Setup de cada yogurt?		
15. ¿tienen algún conocimiento sobre el modelo de programación lineal?		
16. ¿Cuáles son sus ingresos y costos que han tenido?		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7. Validación de guía de entrevista.



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Rivasplata Sánchez Absalón

Grado académico: Magister

Cargo e institución: Docente Tiempo Parcial

Nombre de instrumento a validar: Guía de Entrevista

Autor del instrumento: Challe Cordova Josmi Paul.

Curo Chafloque Fernando Teófilo.

Título del proyecto de tesis: Aplicación de Programación Lineal para mejorar la Productividad en una empresa procesadora de lácteos

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				17
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				16
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				17
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				16
Viabilidad	Es viable su aplicación				17

Valoración

Puntaje de (0 a 20): 17

Calificación de deficiente o muy bueno: Muy Bueno

Observaciones.....

Fecha: 09.10.2020


ABSALÓN RIVASPLATA SANCHEZ
Mg. INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERO QUÍMICO
Reg. CIP. N° 163595

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial
FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: *QUEREVALÚ PAIVA LUIS MIGUEL*

Grado académico: *INGENIERO DE SISTEMAS*

Cargo e institución: *COORDINADOR – UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN*

Nombre de instrumento a validar: *GUIA DE ENTREVISTA*

Autor del instrumento: - *CHALLE CORDOVA JOSMI PAUL*

- *CURO CHAFLOQUE FERNANDO TEOFILO*

Título del proyecto de tesis: *APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE LÁCTEOS*

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			X	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				X
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				X
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				X
Viabilidad	Es viable su aplicación			X	

Valoración

Puntaje de (0 a 20) **16**

Calificación de deficiente o muy bueno **MUY BUENO**

Observaciones: **CAMBIAR EL ORDEN DE LAS PREGUNTAS**

Fecha: 07/10/2020

Firma:



Ing. Luis M. Querevalú Paiva
INGENIERO DE SISTEMAS
CIP:216530

DNI: 44784384

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN

Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: **ARAUJO FARRO ABEL NARCISO**

Grado académico: **BACHILER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA-INGENIERO INDUSTRIAL HÁBIL CON CIP N°77449**

Cargo e institución: **INDEPENDIENTE**

Nombre de instrumento a validar: **GUÍA DE ENTREVISTA**

Autor(es) del instrumento: **CHALLE CORDOVA JOSMI PAUL**

CURO CHAFLOQUE FERNANDO TEÓFILO

Título del proyecto de tesis:

APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE LÁCTEOS.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			X	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			X	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			X	
Viabilidad	Es viable su aplicación			X	

Valoración

Puntaje de (0 a 20) **QUINCE (15)**

Calificación de deficiente o muy bueno **BUENO**

Observaciones: **PRECISIÓN AL PREGUNTAR LE VA PERMITIR OBTENER MEJOR INFORMACIÓN**

Fecha: 09 de octubre de 2020

Firma:

DNI: 16464764

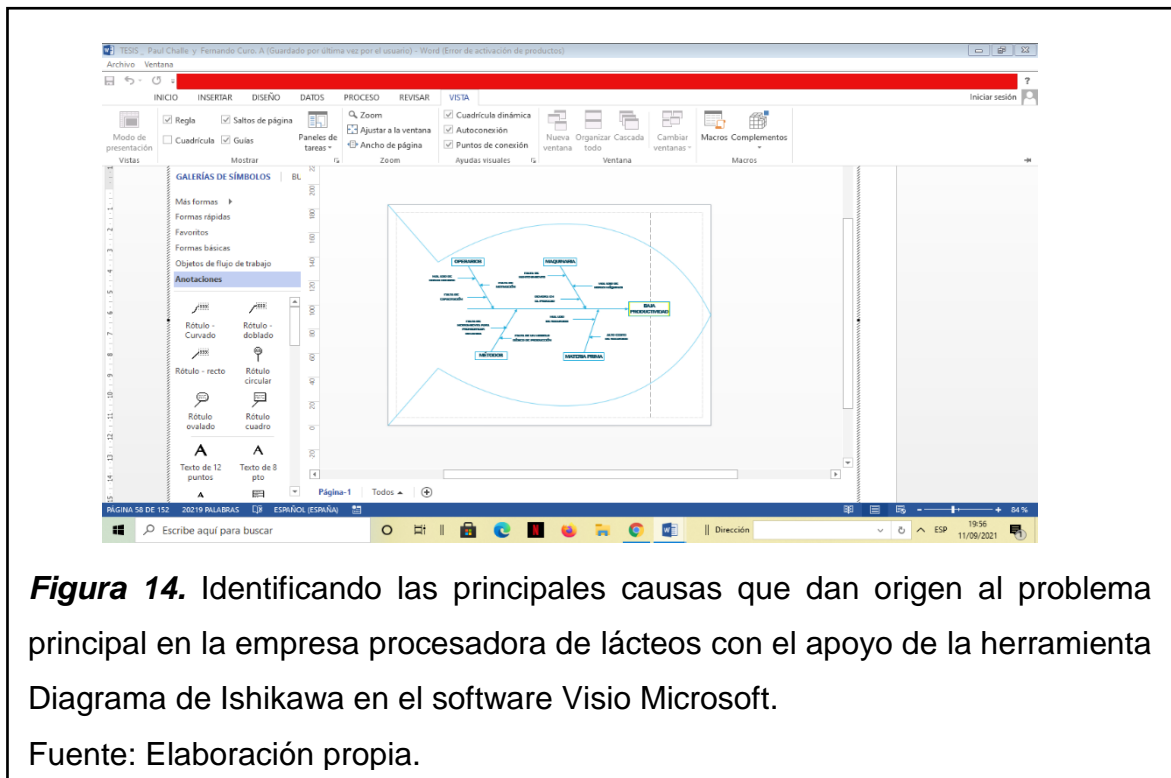
Abraun
CIPN° 77449

Anexo 8. Visita a la empresa procesadora de lácteos.

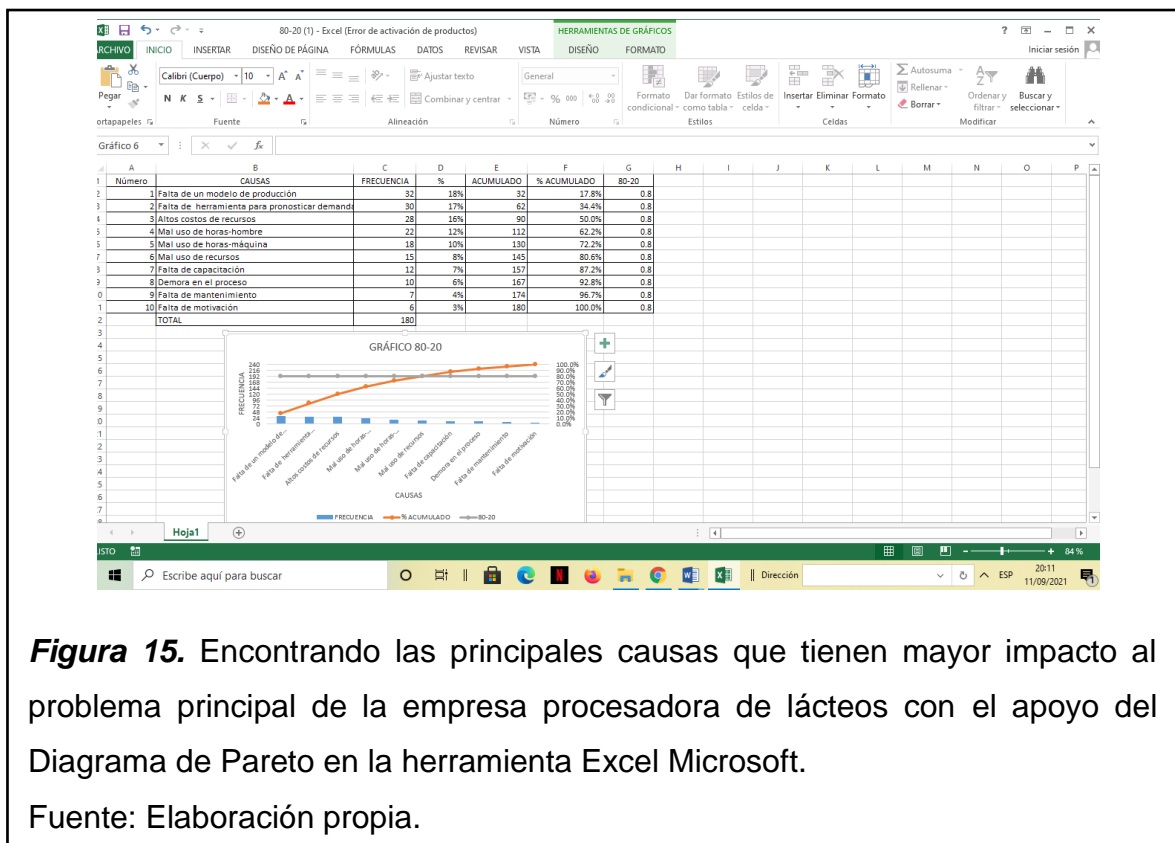


Figura 13. Recabando información en la empresa procesadora de lácteos.
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9. Diagrama de Ishikawa.



Anexo 10. Diagrama de Pareto.



Anexo 11. Cotización de herramienta Crystal Ball.

Oracle Crystal Ball
Por Oracle ★★★★★ (7) ¡Escribe una reseña!

Info **Precios** Implementación Funcionalidades Alternativas Opiniones

Precio inicial	N/A	N/A	N/D	USD 1,232.00/año
Versión gratuita	No	No	No	No
Prueba gratis	No	No	Si	Si

Figura 16. Cotización de herramienta Crystal Ball.
Fuente: Capterra.pe/software

Anexo 12. Detalle del MAPE de cada método de pronóstico aplicado.

Métodos	MAPE	RMSE	MAD	U de Theil	Durbin-Watson	Alfa	Beta	Gamma	Orden	Phi
2 Aditivo de Holt-Winters	24.66%	1,961.18	1,356.60	0.4087	1.5427	0.0611	0.9990	0.0224		
6 Aditivo estacional	25.93%	2,041.81	1,453.54	0.3948	1.4174	0.1317		0.4461		
3 Aditivo estacional de tendencia desecheda	24.66%	1,961.41	1,357.22	0.4086	1.5418	0.0610	0.9990	0.9990	0.9990	
1 Multiplicativo de Holt-Winters	24.35%	1,903.66	1,345.73	0.397	1.4734	0.0654	0.9990	0.1206		
4 Multiplicativo estacional	24.71%	2,003.98	1,352.97	0.3019	1.7747	0.3926		0.5445		
5 Multiplicativo estacional de tendencia desecheda	24.71%	2,003.98	1,352.97	0.3019	1.7747	0.3922	0.9989	0.9513		0.0010
10 Promedio móvil doble	34.17%	2,283.83	1,795.28	0.4546	2.0349				8	
7 Promedio móvil simple	32.07%	2,302.23	1,837.66	0.3763	2.2695				8	
8 Suavizado exponencial doble	32.48%	2,358.40	1,931.33	0.4108	2.1156	0.0158	0.9990			
11 Suavizado exponencial simple	34.62%	2,520.01	2,092.19	0.4195	2.0759	0.1395				
9 Tendencia desecheda no estacional	32.49%	2,359.01	1,932.22	0.4109	2.115	0.0159	0.9990			0.9990

Figura 17. Detalle del MAPE de cada método de pronóstico aplicado del yogurt de fresa.
Fuente: Elaboración propia.

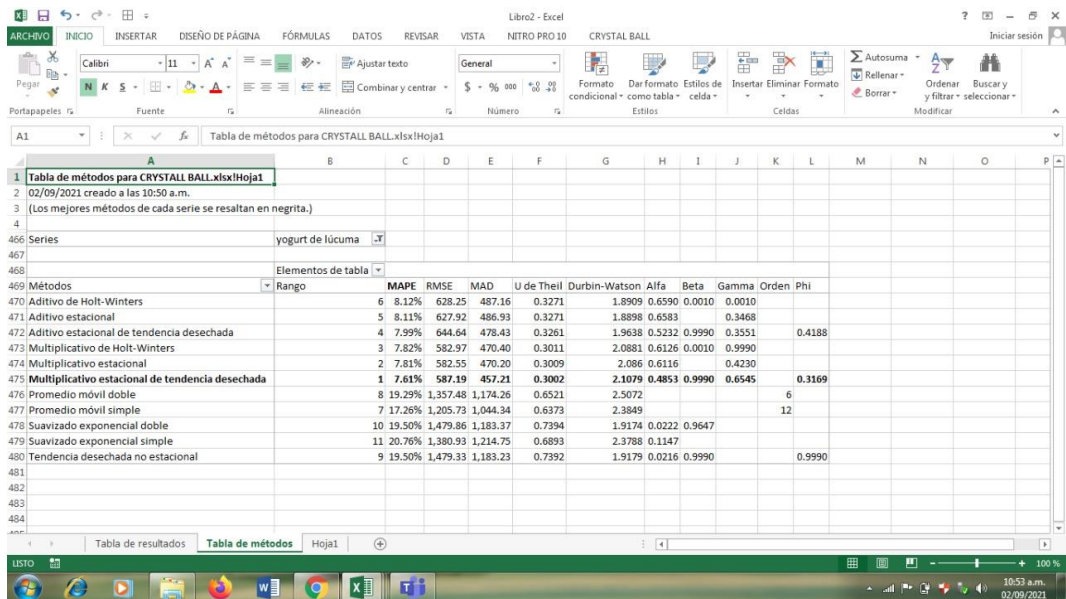


Figura 18. Detalle del MAPE de cada método de pronóstico aplicado del yogurt de lúcuma.

Fuente: Elaboración propia.

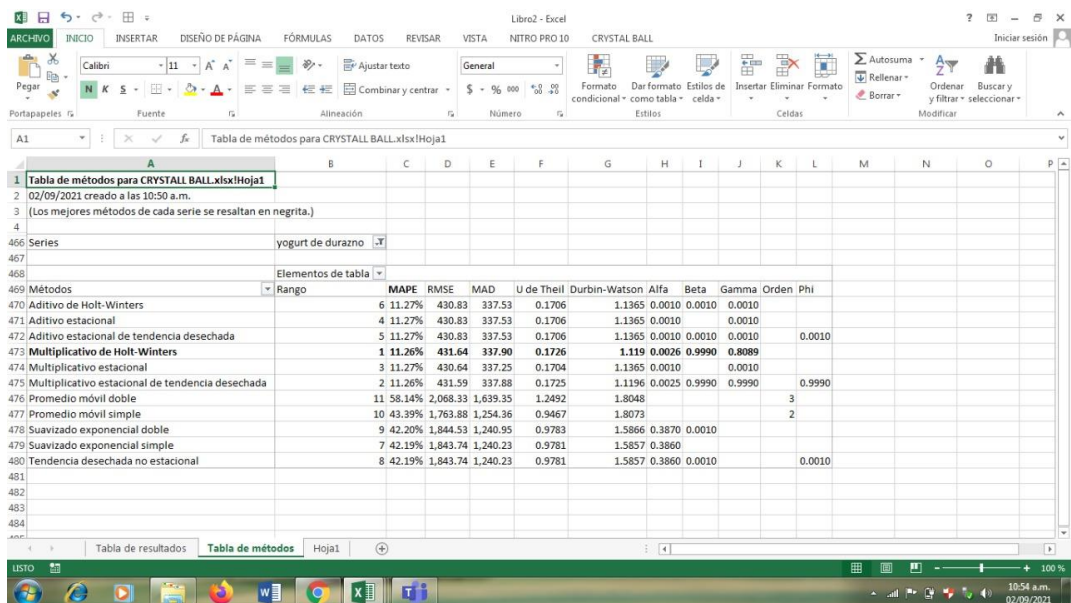


Figura 19. Detalle del MAPE de cada método de pronóstico aplicado del yogurt de durazno.

Fuente: Elaboración propia.

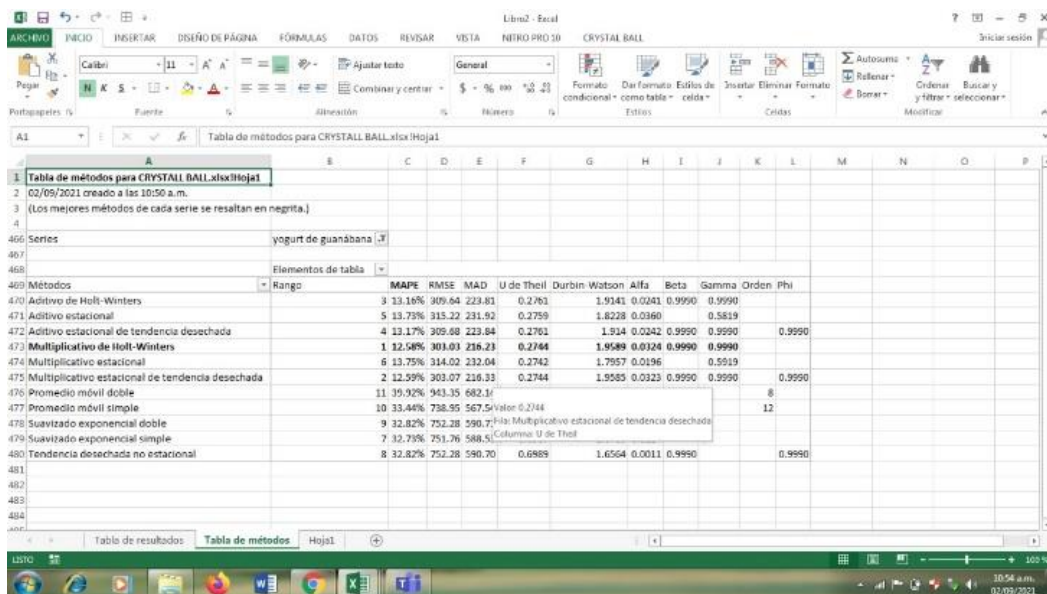


Figura 20. Detalle del MAPE de cada método de pronóstico aplicado del yogurt de guanábana.

Fuente: Elaboración propia.

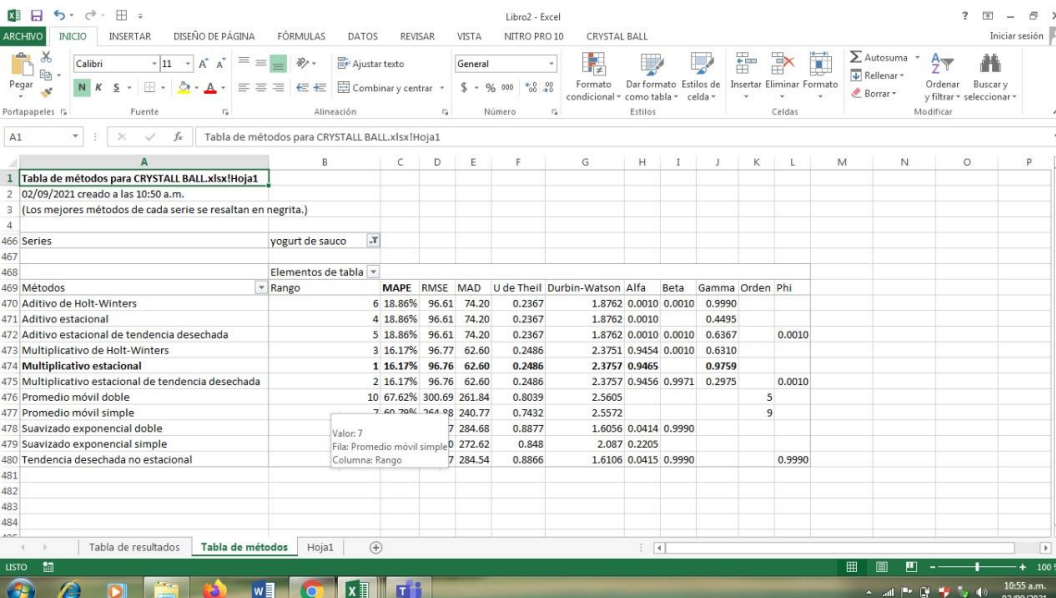


Figura 21. Detalle del MAPE de cada método de pronóstico aplicado del yogurt de sauco.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13. Desarrollo de la demanda proyectada con Crystall Ball.

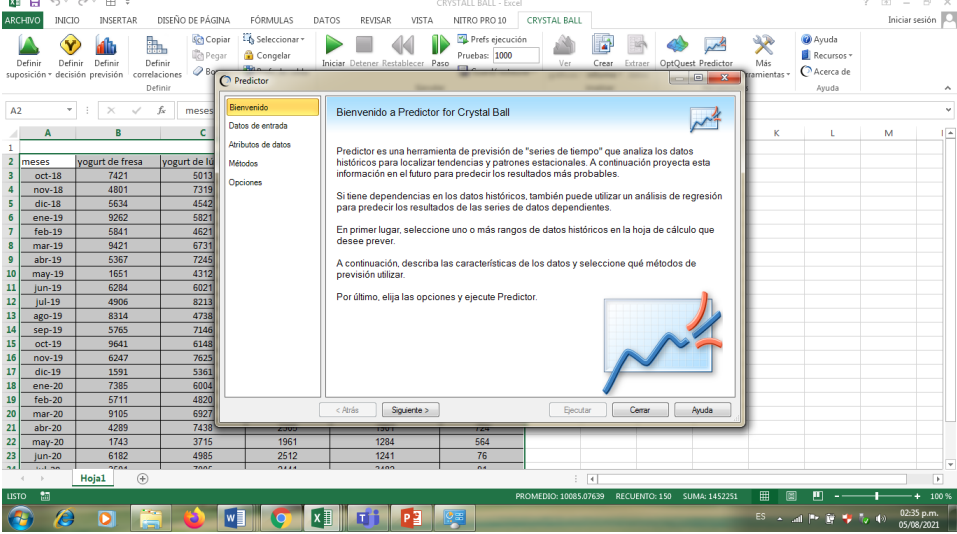


Figura 22. Desarrollo de la demanda proyectada con Crystall Ball.
Fuente: Elaboración propia.

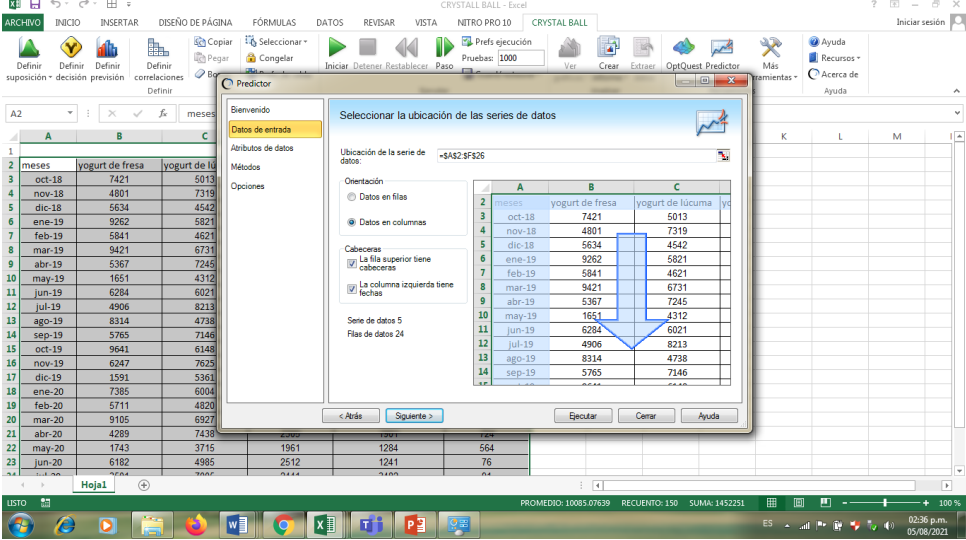


Figura 23. Desarrollo de la demanda proyectada con Crystall Ball.
Fuente: Elaboración propia.

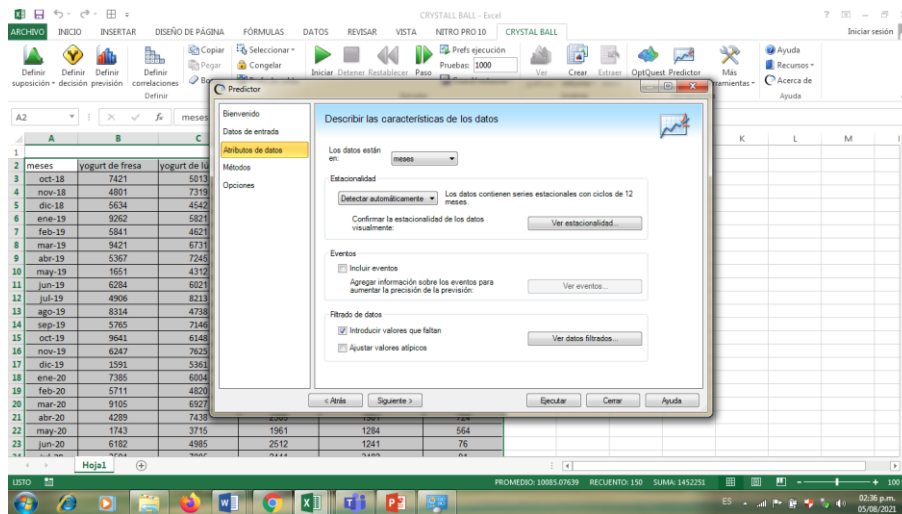


Figura 24. Desarrollo de la demanda proyectada con Crystall Ball.
Fuente: Elaboración propia.

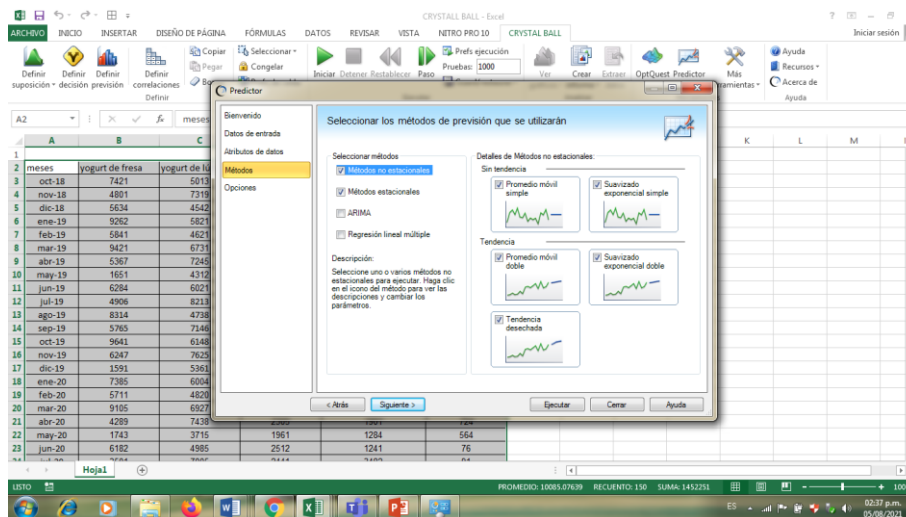


Figura 25. Desarrollo de la demanda proyectada con Crystall Ball.
Fuente: Elaboración propia.

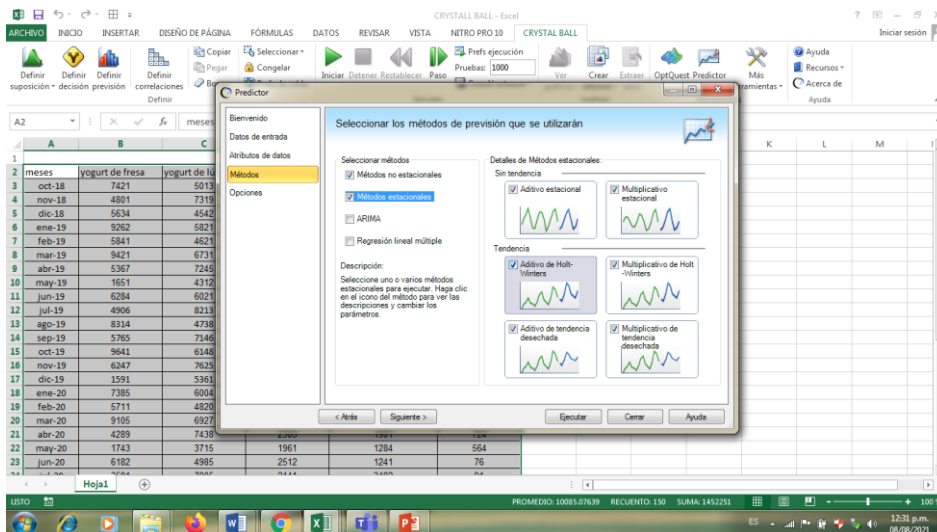


Figura 26. Desarrollo de la demanda proyectada con Crystall Ball.

Fuente: Elaboración propia.

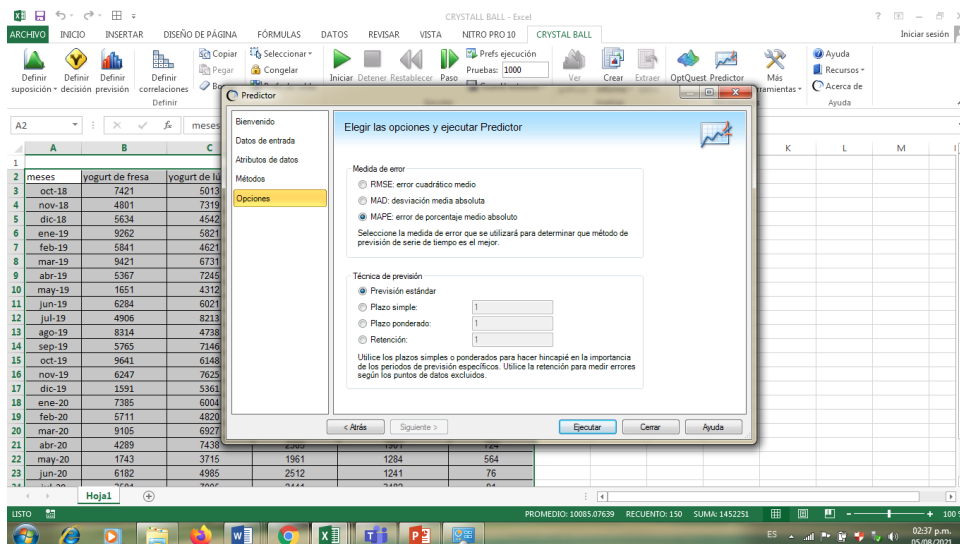


Figura 27. Desarrollo de la demanda proyectada con Crystall Ball.

Fuente: Elaboración propia.

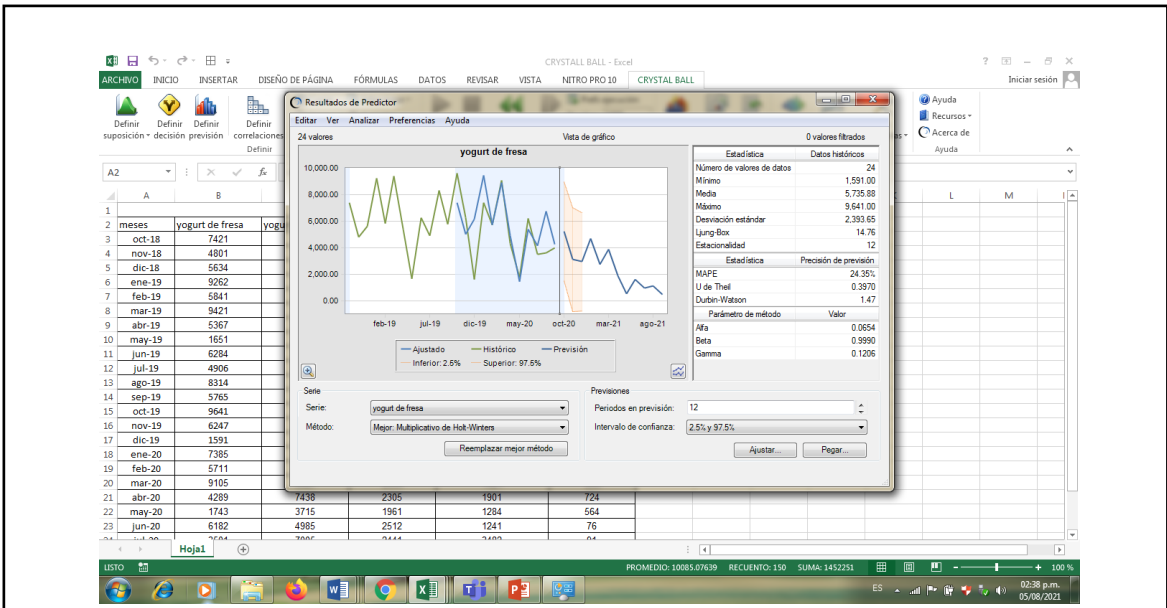


Figura 28. Desarrollo de la demanda proyectada con Crystall Ball.
Fuente: Elaboración propia.

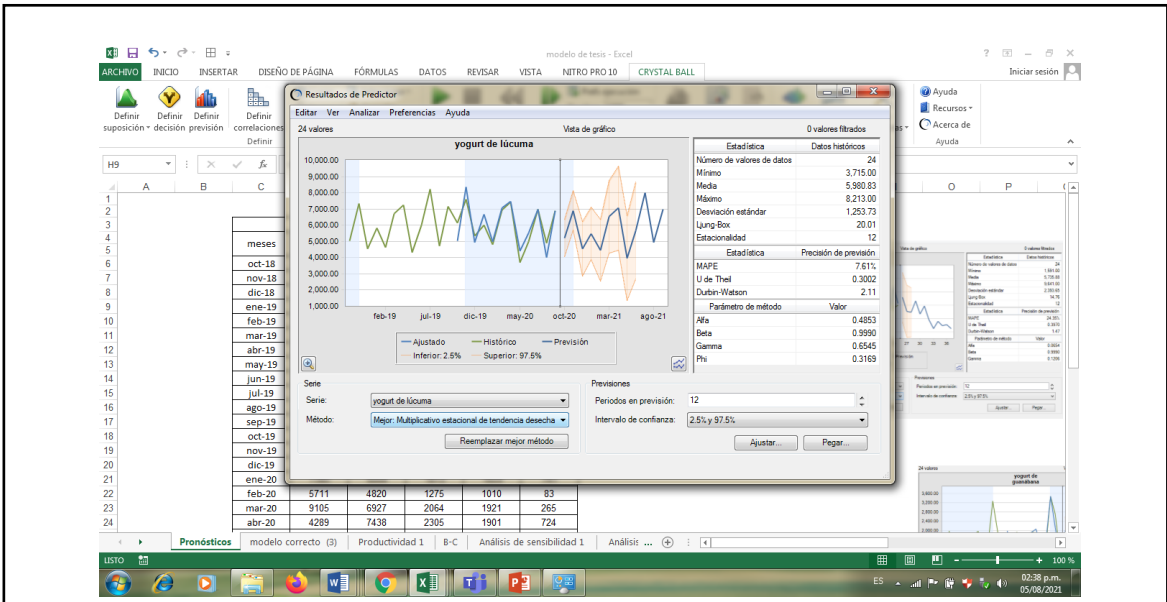


Figura 29. Desarrollo de la demanda proyectada con Crystall Ball.
Fuente: Elaboración propia.

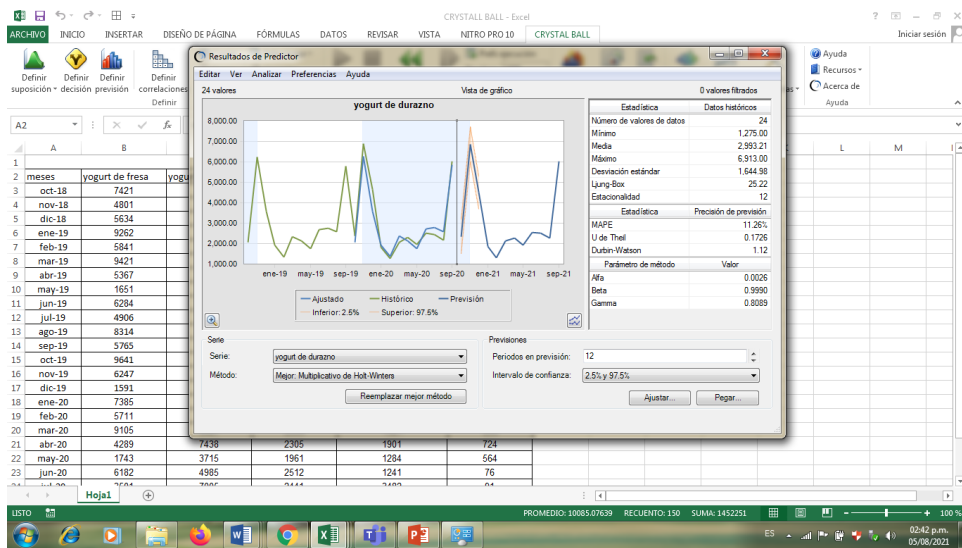


Figura 30. Desarrollo de la demanda proyectada con Crystall Ball.
Fuente: Elaboración propia.

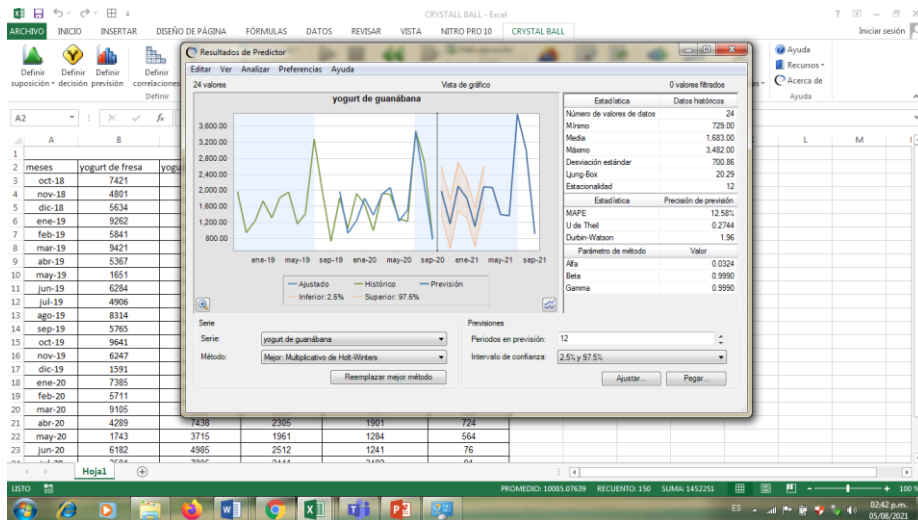


Figura 31. Desarrollo de la demanda proyectada con Crystall Ball.
Fuente: Elaboración propia.

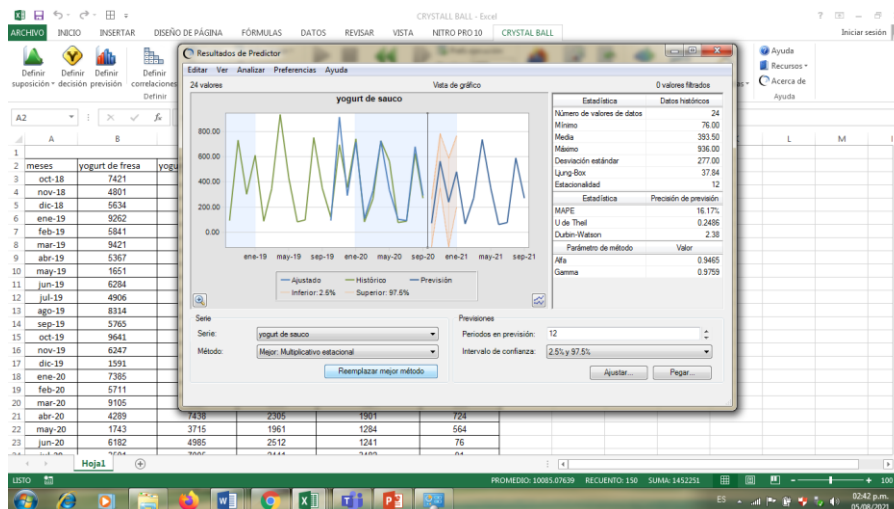


Figura 32. Desarrollo de la demanda proyectada con Crystall Ball.

Fuente: Elaboración propia.

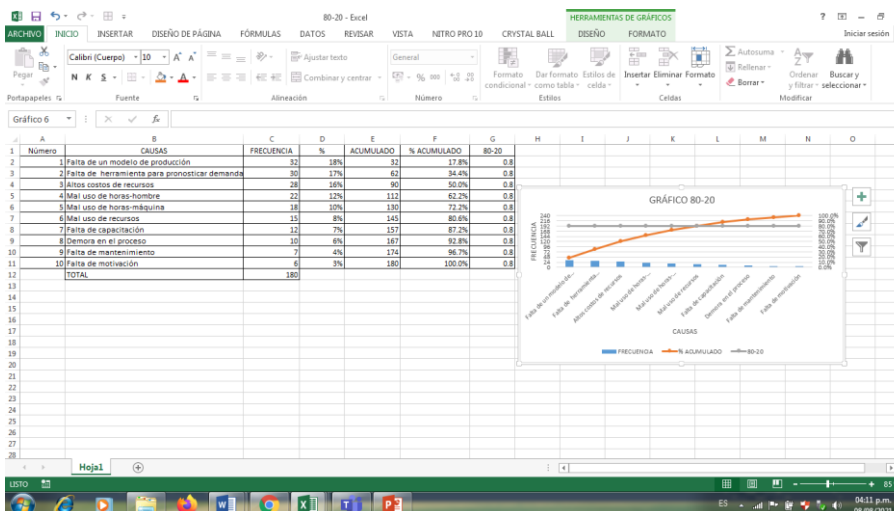
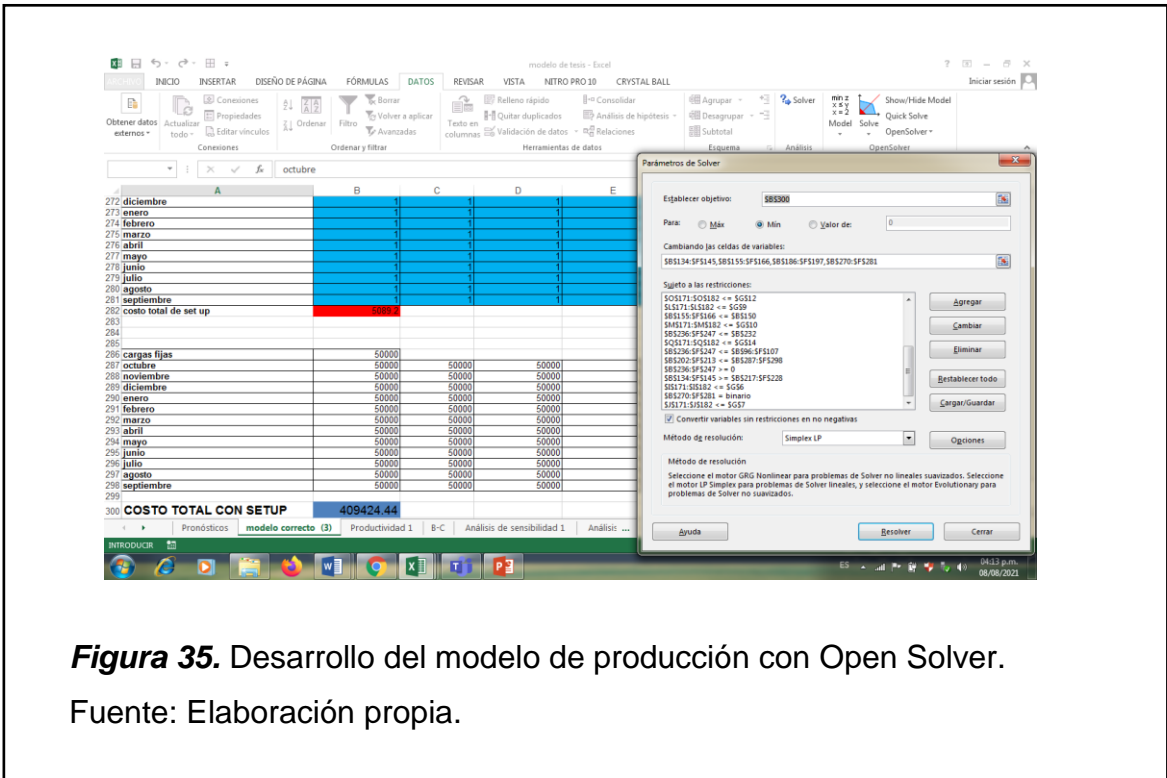
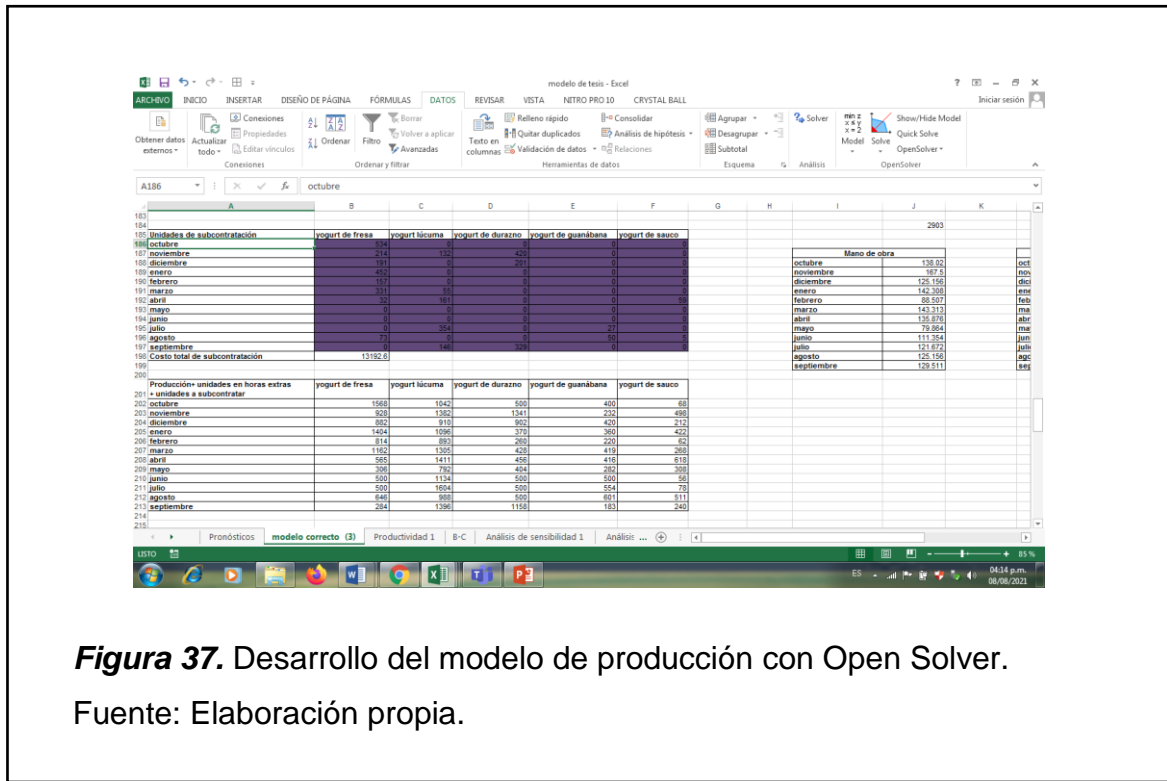
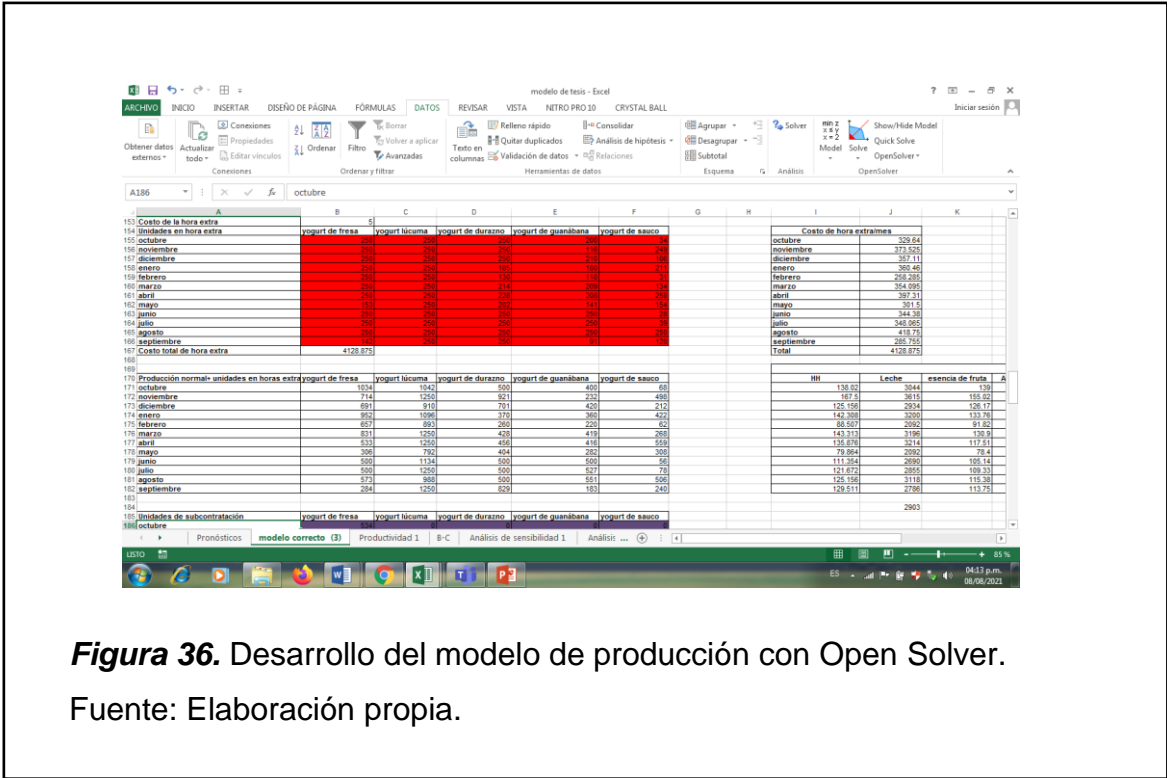


Figura 33. Diagrama de Pareto.

Fuente: Elaboración propia.





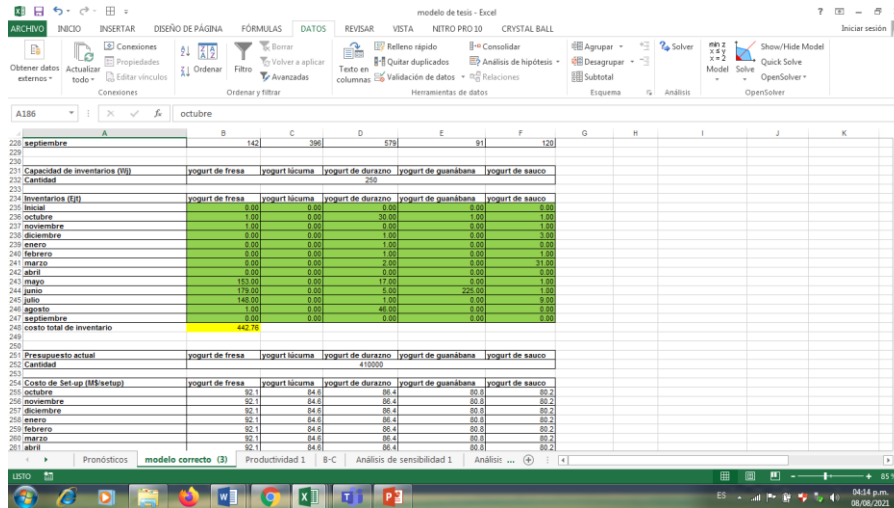


Figura 38. Desarrollo del modelo de producción con Open Solver.
Fuente: Elaboración propia.

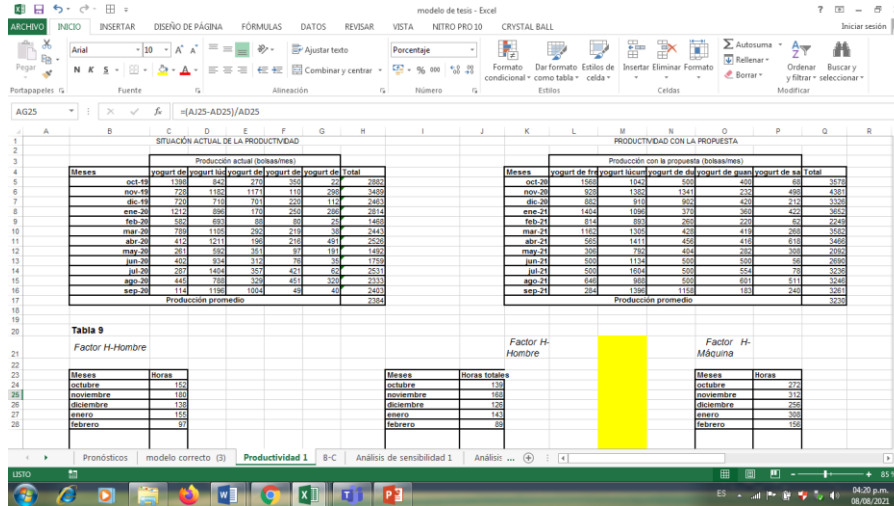


Figura 39. Desarrollo de la situación actual y con la propuesta de la productividad.
Fuente: Elaboración propia.

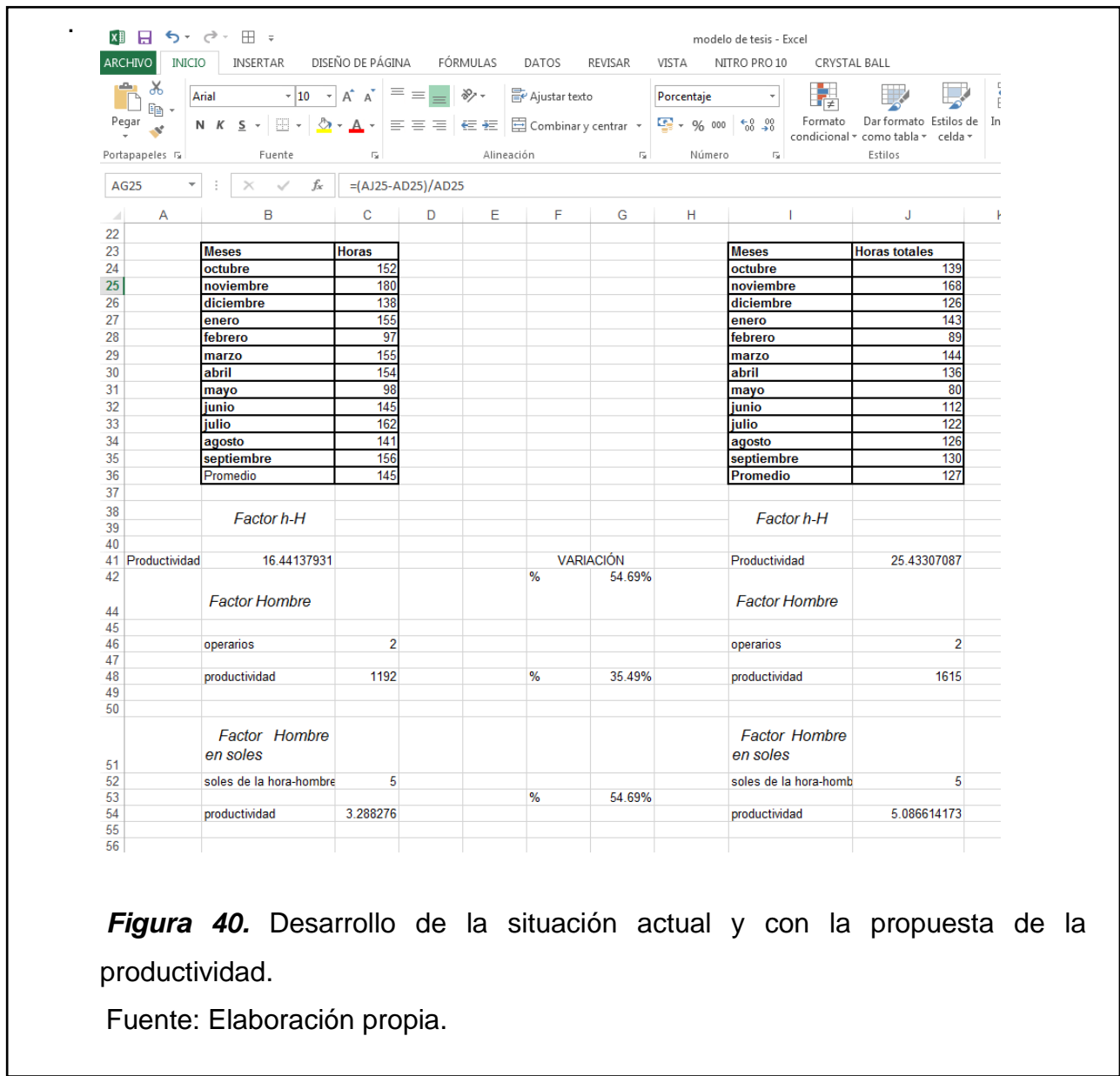


Figura 40. Desarrollo de la situación actual y con la propuesta de la productividad.

Fuente: Elaboración propia.

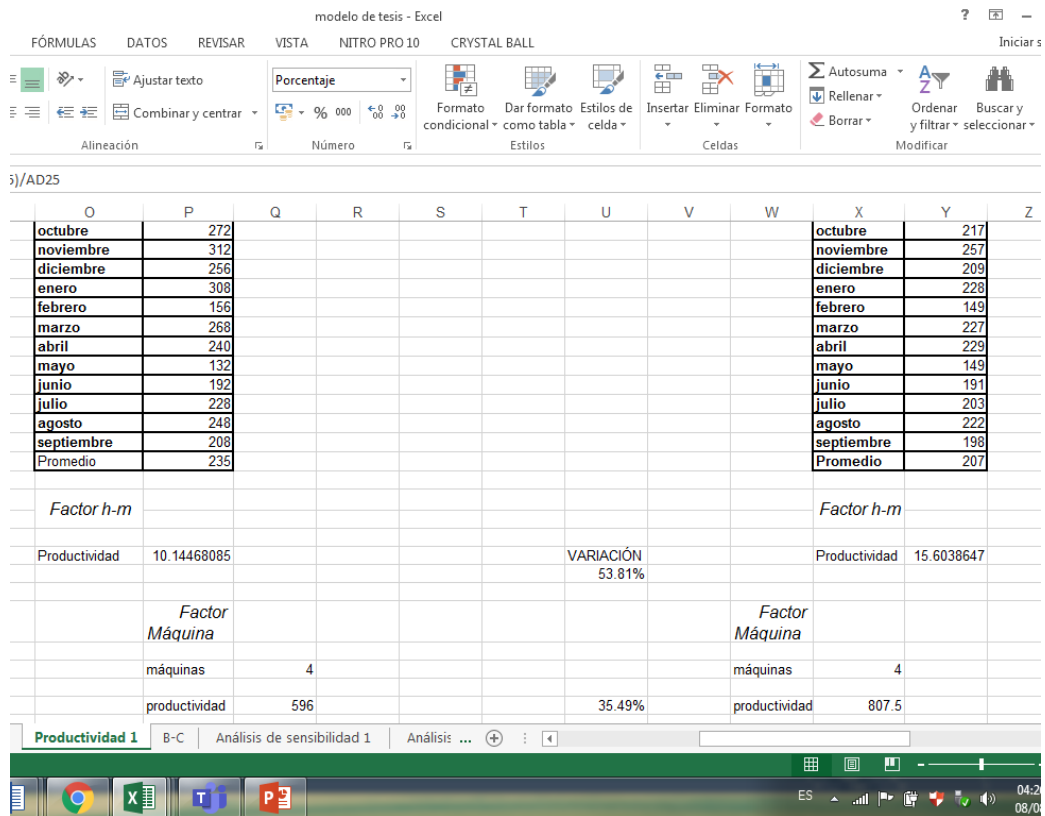


Figura 41. Desarrollo de la situación actual y con la propuesta de la productividad.

Fuente: Elaboración propia.

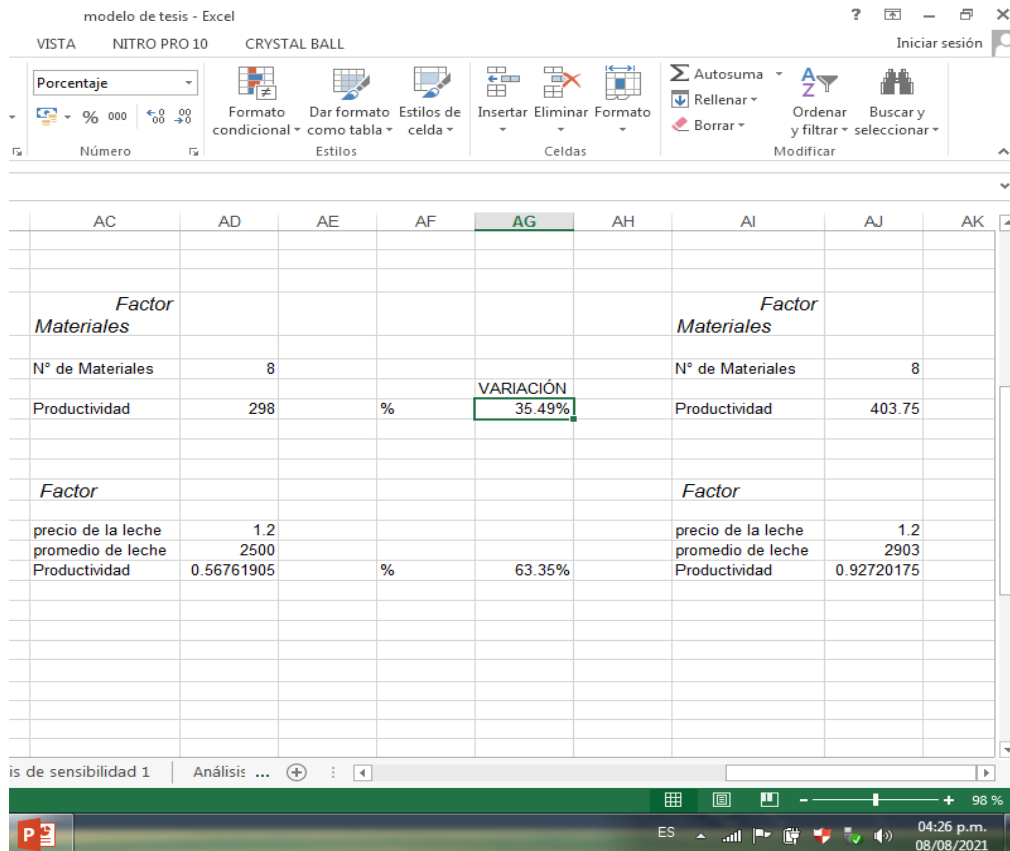


Figura 42. Desarrollo de la situación actual y con la propuesta de la productividad.

Fuente: Elaboración propia.

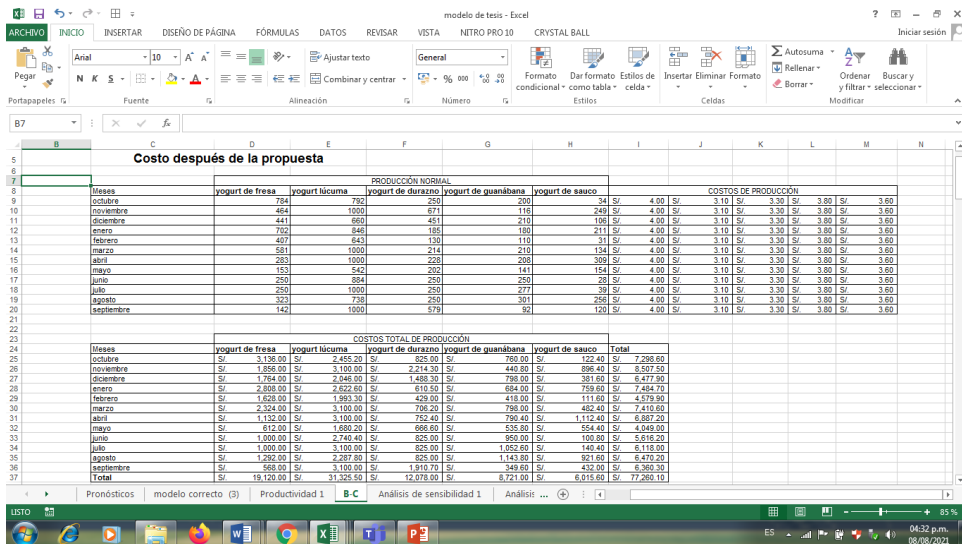


Figura 43. Cálculo del beneficio/costo.

Fuente: Elaboración propia.

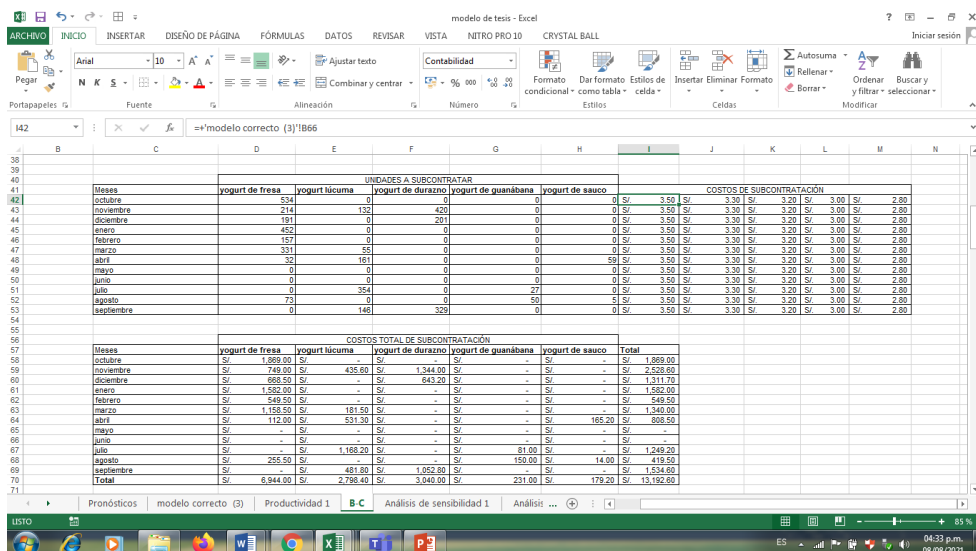


Figura 44. Cálculo del beneficio/costo.

Fuente: Elaboración propia.

		INVENTARIOS				COSTOS DE INVENTARIO			
Meses	Yogurt de fresa	Yogurt lúcuma	Yogurt de durazno	Yogurt de guanábana	Yogurt de sauco				
octubre	0	0	0	0	0	S/ 0.24	S/ 0.59	S/ 0.43	S/ 1.14
noviembre	1	0	30	1	1	S/ 0.24	S/ 0.59	S/ 0.43	S/ 1.14
diciembre	1	0	0	0	1	S/ 0.24	S/ 0.59	S/ 0.43	S/ 1.14
enero	0	0	1	0	3	S/ 0.24	S/ 0.59	S/ 0.43	S/ 1.14
febrero	0	0	1	0	0	S/ 0.24	S/ 0.59	S/ 0.43	S/ 1.14
marzo	0	0	1	0	1	S/ 0.24	S/ 0.59	S/ 0.43	S/ 1.14
abril	0	0	2	0	31	S/ 0.24	S/ 0.59	S/ 0.43	S/ 1.14
mayo	0	0	0	0	0	S/ 0.24	S/ 0.59	S/ 0.43	S/ 1.14
junio	153	0	177	0	1	S/ 0.24	S/ 0.59	S/ 0.43	S/ 1.14
julio	179	0	5	225	1	S/ 0.24	S/ 0.59	S/ 0.43	S/ 1.14
agosto	148	0	0	0	9	S/ 0.24	S/ 0.59	S/ 0.43	S/ 1.14
septiembre	1	0	46	0	0	S/ 0.24	S/ 0.59	S/ 0.43	S/ 1.14
Total	115.92	-	44.72	257.64	24.48	S/ 442.76			

Figura 45. Cálculo del beneficio/costo.

Fuente: Elaboración propia.

		STOCK DE SEGURIDAD				COSTOS DE STOCK DE SEGURIDAD			
Meses	Yogurt de fresa	Yogurt lúcuma	Yogurt de durazno	Yogurt de guanábana	Yogurt de sauco				
octubre	3655	4168	1882	1594	9	S/ 2.80	S/ 2.60	S/ 2.40	S/ 2.10
noviembre	2166	5320	5485	931	69	S/ 2.80	S/ 2.60	S/ 2.40	S/ 2.10
diciembre	2060	3642	3696	1682	29	S/ 2.80	S/ 2.60	S/ 2.40	S/ 2.10
enero	3277	4386	1481	1440	58	S/ 2.80	S/ 2.60	S/ 2.40	S/ 2.10
febrero	1986	3711	1041	979	9	S/ 2.80	S/ 2.60	S/ 2.40	S/ 2.10
marzo	2710	5221	1710	1674	32	S/ 2.80	S/ 2.60	S/ 2.40	S/ 2.10
abril	1317	5649	1020	1669	68	S/ 2.80	S/ 2.60	S/ 2.40	S/ 2.10
mayo	357	3170	1547	1129	42	S/ 2.80	S/ 2.60	S/ 2.40	S/ 2.10
junio	1106	4536	2050	1102	8	S/ 2.80	S/ 2.60	S/ 2.40	S/ 2.10
julio	480	6415	2016	3118	9	S/ 2.80	S/ 2.60	S/ 2.40	S/ 2.10
agosto	300	3952	1818	2408	71	S/ 2.80	S/ 2.60	S/ 2.40	S/ 2.10
septiembre	200	5582	4817	732	33	S/ 2.80	S/ 2.60	S/ 2.40	S/ 2.10
Total	54,448.00	145,128.00	70,284.00	38,541.30	910.00	S/ 309,310.90			

Figura 46. Cálculo del beneficio/costo.

Fuente: Elaboración propia.

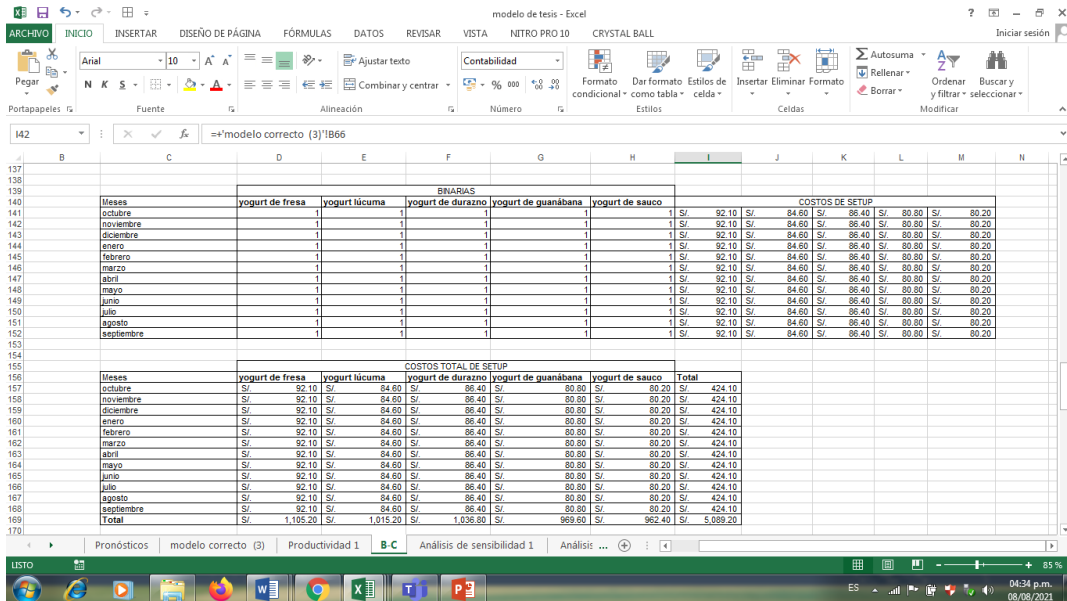


Figura 47. Cálculo del beneficio/costo.

Fuente: Elaboración propia.

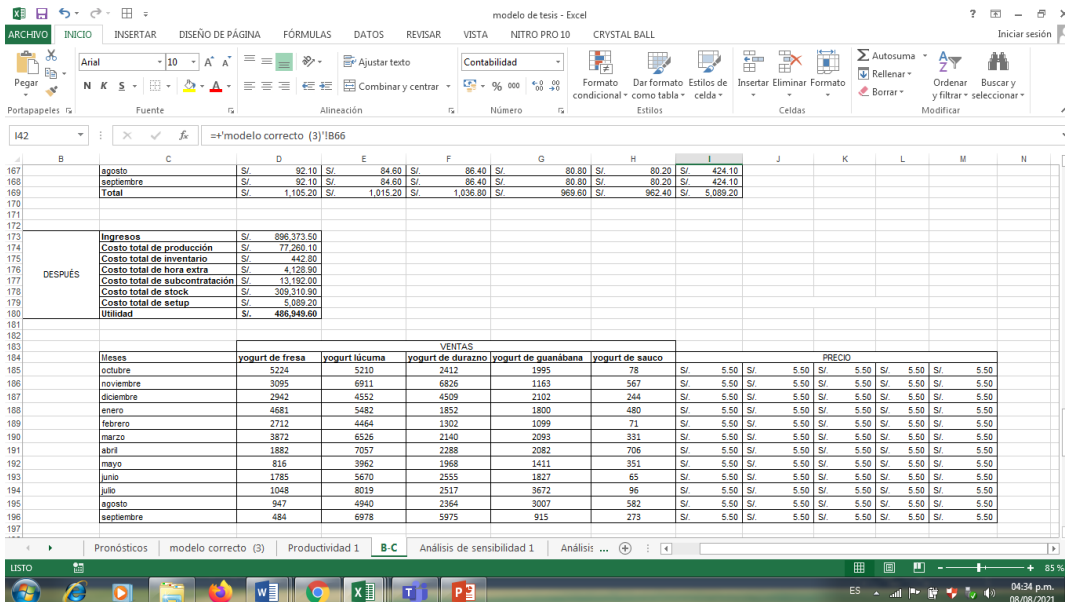


Figura 48. Cálculo del beneficio/costo.

Fuente: Elaboración propia.

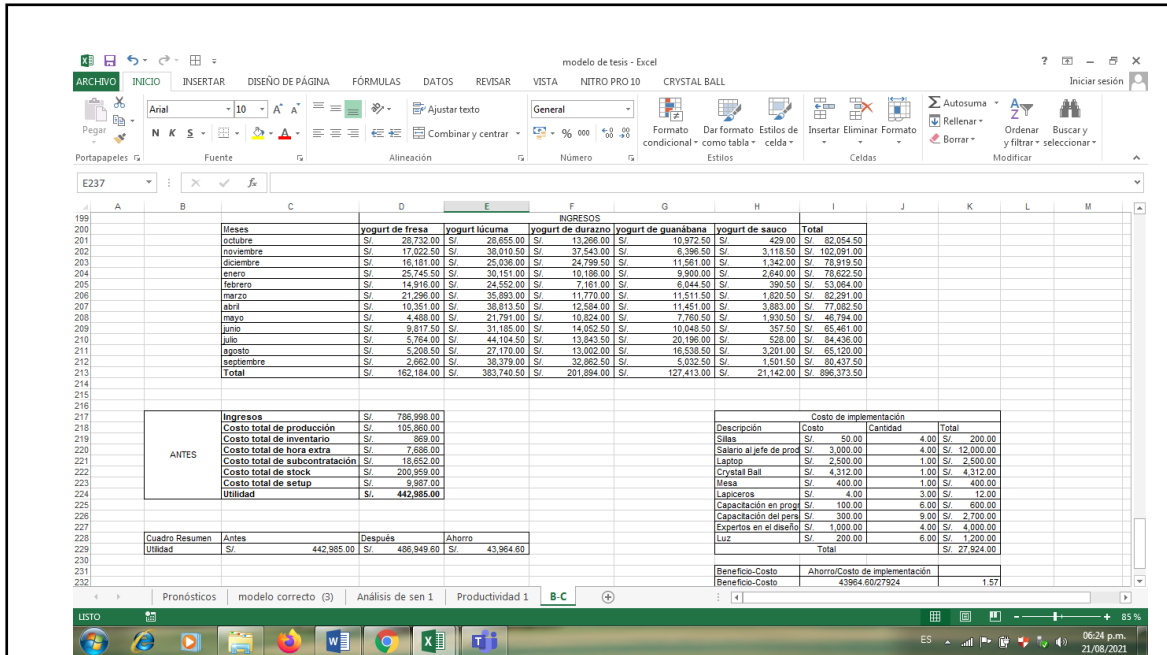


Figura 49. Cálculo del beneficio/costo.

Fuente: Elaboración propia.

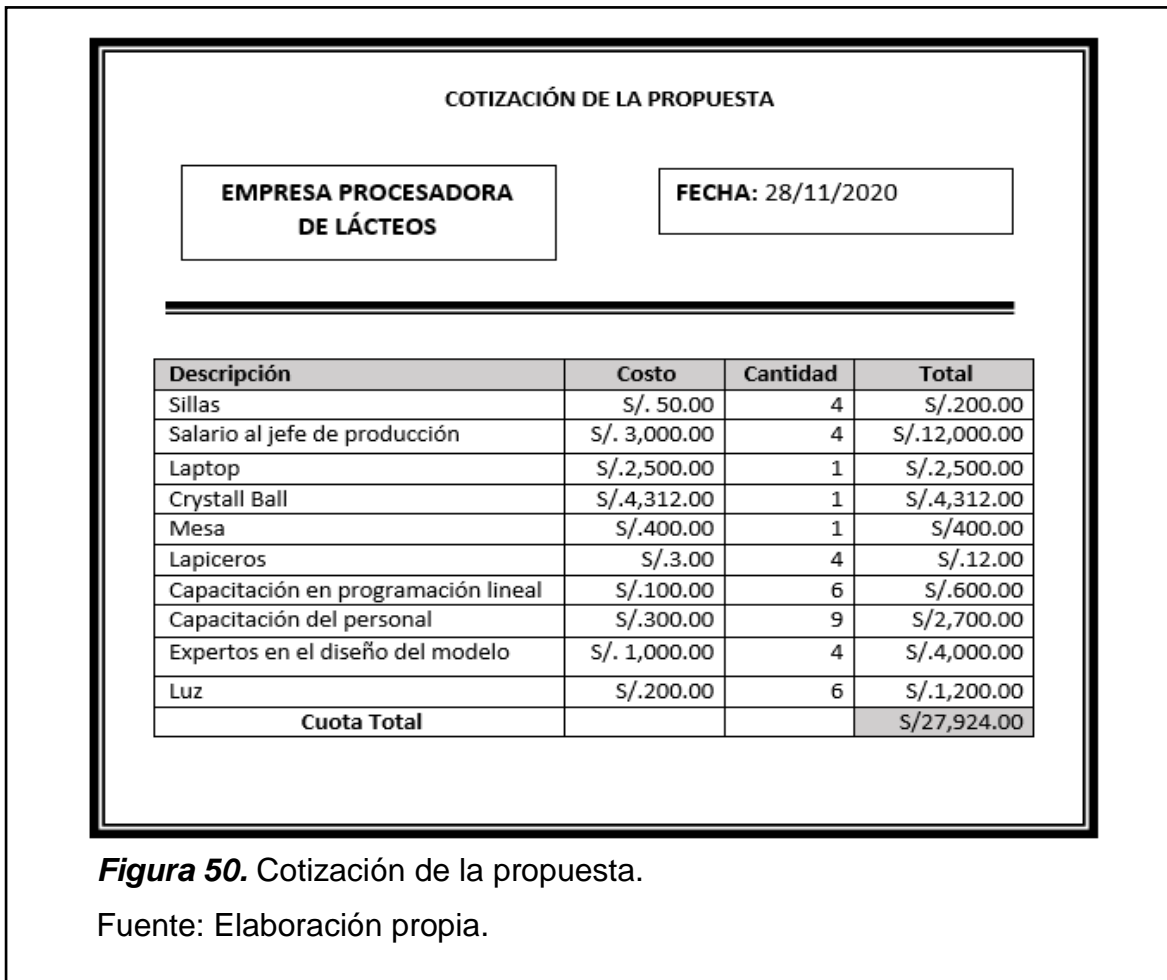


Figura 50. Cotización de la propuesta.

Fuente: Elaboración propia.