



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ARÁNDANOS EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL, TRUJILLO, 2019-2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autores:

Katherine Norabuena Diaz

Bany Jazmin Regalado Parimango

Asesor:

Mg. Rafael Castillo Cabrera

Trujillo - Perú

2022

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio. A mi madre, por ser el pilar más importante de mi vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre, que siempre estuvo aconsejándome, inculcándome en mi el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades.

***Katherine Norabuena***

La presente tesis está dedicada especialmente a los principales protagonistas de mi vida, Dios, Bany Parimango y Carlos Parimango, gracias a su apoyo, amor incondicional, a sus sacrificios y valores. Agradecerles por siempre estar en cada paso de mi vida, por haberme hecho fuerte, por levantarme en cada caída, enseñarme hacer una persona con muchos sueños por cumplir.

Papá, hoy escribiendo esta dedicatoria te recuerdo y te llevo muy dentro de mi corazón sé que no podrás acompañarme a lo largo de mi vida y en este gran paso profesional, pero siempre estarás en mis pensamientos y lo que me queda de vida, fuiste la persona que me enseñó que a pesar la vida te golpee tan fuerte siempre se tiene que buscar la felicidad y brindar la mano a quien lo necesita.

Mamá, eres una mujer que simplemente me hace llenar de orgullo, gracias por levantarme de cada caída y enseñarme hacer más fuerte, por ser un ejemplo de mujer y de madre del cual quiero ser día con día, eres el motivo y la razón por la cual quiero llegar a ser tu mejor orgullo.

Esta tesis es un logro más que llevo a cabo, y sin lugar a duda ha sido en gran parte gracias a ustedes, los amo con todo el corazón, un beso al cielo.

***Bany Regalado***

## AGRADECIMIENTO

En estas líneas quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron conmigo en los momentos difíciles, alegres, y tristes. Estas palabras son para ustedes. A mis padres por todo su amor, comprensión y apoyo, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido. No tengo palabras para agradecerles las incontables veces que me brindaron su apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas, otras malas, otras locas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano.

A mi mejor amiga Bany, que siempre estuvo conmigo apoyándome y aconsejándome, nunca dejándome caer en toda la trayectoria de la universidad y ahora se volvió mi colega y parte de mi vida.

A mi Timón, que siempre estuvo dándome fuerzas, motivándome y sacándome sonrisas para terminar esta etapa de mi vida, quien nunca dudó de mi y siempre me dio la mano para cualquier adversidad de la vida.

***Katherine Norabuena***

A mi familia, por brindarme su apoyo incondicional durante toda la realización de mi carrera, por haberme formado con valores, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo.

A mi novio, la ayuda que me has brindado ha sido sumamente importante estuviste a mi lado inclusive en los momentos y situaciones difíciles, gracias por ayudarme a soñar juntos y cumplir todo lo que nos hemos propuesto, por siempre brindarme tu amor incondicional y regalarme una segunda familia la cual me apoyo en muchos aspectos de mi vida.

A mi mejor amiga y ahora mi colega, agradecerte por todos estos años de universidad juntas, no fue sencillo culminar con éxito este proyecto, sin embargo, fuiste muy motivadora y esperanzadora, me dijiste que lo lograríamos y ahora ya los hicimos realidad.

Y para finalizar, también agradezco a todos lo que fueron mis compañeros de clase, durante todos los niveles de Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

***Bany Regalado***

## Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	9
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>
1.1. Realidad problemática .....	11
1.2. Formulación del problema.....	31
1.3. Objetivos .....	31
1.4. Hipótesis .....	31
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	<b>32</b>
2.1. Tipo de investigación.....	32
2.2. Población y muestra .....	32
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	33
2.4. Procedimiento.....	34
2.5. Aspectos éticos .....	35
2.6. Diagnóstico de la situación actual.....	36
2.7. Propuesta de implementación .....	45
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>120</b>
3.1. Resultados .....	120
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>121</b>
4.1. Discusión .....	121
4.2. Conclusiones .....	124
REFERENCIAS	125

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Principales exportadoras de arándanos en el Perú según peso (2019-2020) .....	14
Tabla 02. Sistema Westinghouse para calificar habilidades.....	19
Tabla 03. Sistema Westinghouse para calificar esfuerzo .....	20
Tabla 04. Sistema Westinghouse para calificar condiciones .....	20
Tabla 05. Sistema Westinghouse para calificar consistencia. ....	20
Tabla 06. Holguras recomendadas por ILO .....	22
Tabla 07. Ciclos de estudio por tiempo de ciclo. ....	23
Tabla 08. Definición de variables.....	24
Tabla 09. Matriz de explosión simple.....	26
Tabla 10. Pronósticos según análisis de línea de tiempo .....	30
Tabla 11. Procedimiento .....	34
Tabla 12. Causas raíces de la línea de arándano .....	35
Tabla 13. Resumen de costo de horas hombre perdidas por mes .....	38
Tabla 14. Resumen de costos por paradas de maquinaria. ....	39
Tabla 15. Resumen de tiempo inoperativo de máquinas.....	39
Tabla 16. Resumen de pérdidas por pedidos incumplidos .....	40
Tabla 17. Diferencia de tiempos en proceso productivo de arándano.....	40
Tabla 18. Resumen de costos por causa raíz .....	41
Tabla 19. Causas raíz de la línea de arándanos .....	42
Tabla 20. Matriz de indicadores.....	44
Tabla 21. Lista de código de equipos y materiales .....	45
Tabla 22. Ponderación de criticidad de componente cinta. ....	47
Tabla 23. Ponderación de criticidad de componente motor.....	47
Tabla 24. Ponderación de criticidad de componente Tambor. ....	48
Tabla 25. Ponderación de criticidad de componente Estructura.....	48
Tabla 26. Fallas funcionales .....	48
Tabla 27. Análisis AMFE – Parte 01 .....	49
Tabla 28. Análisis AMFE – Parte 02 .....	50
Tabla 29. Análisis AMFE – Parte 03 .....	51
Tabla 30. Definición de tareas y periodicidad.....	52
Tabla 31. Plan de mantenimiento .....	53
Tabla 32. Pronóstico desagregado. ....	55
Tabla 33. Datos complementarios .....	56
Tabla 34. Datos complementarios – 1. ....	56
Tabla 35. Pronóstico según promedios simples (03-04 meses) y promedios ponderados (03-04 meses).....	58
Tabla 36. DAM Pronóstico simple y ponderado – SKU 01 .....	58

Tabla 37. Pronóstico según promedios simples (03-04 meses) y promedios ponderados (03-04 meses).....	59
Tabla 38. DAM Pronóstico simple y ponderado – SKU 02 .....	56
Tabla 39. Pronóstico según promedios simples (03-04 meses) y promedios ponderados (03-04 meses).....	60
Tabla 40. DAM Pronóstico simple y ponderado – SKU 03 .....	60
Tabla 41. Pronóstico según promedios simples (03-04 meses) y promedios ponderados (03-04 meses).....	61
Tabla 42. DAM Pronóstico simple y ponderado – SKU 04 .....	61
Tabla 43. Pronóstico según promedios simples (03-04 meses) y promedios ponderados (03-04 meses).....	62
Tabla 44. DAM Pronóstico simple y ponderado – SKU 05 .....	62
Tabla 45. Pronóstico según promedios simples (03-04 meses) y promedios ponderados (03-04 meses).....	63
Tabla 46. DAM Pronóstico simple y ponderado – SKU 06 .....	63
Tabla 47. Pronóstico suavizado exponencial – SKU 01.....	64
Tabla 48. Pronóstico suavizado exponencial – SKU 02.....	64
Tabla 49. Pronóstico suavizado exponencial – SKU 03. ....	65
Tabla 50. Pronóstico suavizado exponencial – SKU 04.....	65
Tabla 51. Pronóstico suavizado exponencial – SKU 05.....	66
Tabla 52. Pronóstico suavizado exponencial – SKU 06.....	66
Tabla 53. Valor DAM – Suavizado exponencial.....	67
Tabla 54. Regresión lineal – SKU 01. ....	67
Tabla 55. Regresión lineal – SKU 02. ....	68
Tabla 56. Regresión lineal – SKU 03. ....	68
Tabla 57. Regresión lineal – SKU 04. ....	69
Tabla 58. Regresión lineal – SKU 05. ....	69
Tabla 59. Regresión lineal – SKU 06. ....	70
Tabla 60. Resumen de valores DAM y coeficiente de correlación.....	70
Tabla 61. Regresión cuadrática – SKU 01 .....	71
Tabla 62. Regresión cuadrática – SKU 02.....	71
Tabla 63. Regresión cuadrática – SKU 03.....	72
Tabla 64. Regresión cuadrática – SKU 04.....	72
Tabla 65. Regresión cuadrática – SKU 05.....	73
Tabla 66. Regresión cuadrática – SKU 06.....	73
Tabla 67. Resumen de valores DAM y coeficiente de correlación.....	74
Tabla 68. Pronóstico estacional – SKU 01 .....	75
Tabla 69. Pronóstico estacional – SKU 02.....	76
Tabla 70. Pronóstico estacional – SKU 03.....	77
Tabla 71. Pronóstico estacional – SKU 04.....	78

Tabla 72. Pronóstico estacional – SKU 05 .....	79
Tabla 73. Pronóstico estacional – SKU 06 .....	80
Tabla 74. Resumen de pronósticos por SKU .....	81
Tabla 75. Costos asociados por unidad agregada (kg).....	81
Tabla 76. Datos del proceso productivo.....	82
Tabla 77. Pronóstico demanda (Enero – Diciembre 2021) .....	83
Tabla 78. Requerimientos de producción.....	84
Tabla 79. Plan A: Persecución de la demanda.....	85
Tabla 80. Plan B: Nivelación de la demanda .....	86
Tabla 81. Plan C: Tercerización .....	87
Tabla 82. Plan D: Tiempo extra.....	88
Tabla 83. Cuadro resumen de costos de planes .....	89
Tabla 84. Niveles de inventario y políticas de seguridad.....	89
Tabla 85. Capacidad de planta.....	90
Tabla 86. Valores nominales y velocidad de línea .....	90
Tabla 87. Programa de despachos .....	90
Tabla 88. Programa de despachos – Batch.....	91
Tabla 89. Programa mensual de despachos – 01 .....	91
Tabla 90. Programa mensual de despachos – 02 .....	92
Tabla 91. Programa semanal en kilogramos – 01.....	92
Tabla 92. Programa semanal en kilogramos – 02.....	92
Tabla 93. Programa semanal en kilogramos – 03.....	93
Tabla 94. Programa semanal en fórmulas .....	93
Tabla 95. Programa definitivo en fórmulas.....	94
Tabla 96. Programa definitivo en kilogramos .....	94
Tabla 97. Programa definitivo de horas necesarias .....	95
Tabla 98. Programa definitivo de horas-hombre.....	95
Tabla 99. Programa definitivo de operarios .....	96
Tabla 100. Lista de materiales – 135 gramos .....	97
Tabla 101. Lista de materiales – 150 gramos .....	97
Tabla 102. Lista de materiales – 200 gramos .....	97
Tabla 103. Lista de materiales – 50 gramos .....	97
Tabla 104. Lista de materiales – 100 gramos .....	97
Tabla 105. Lista de materiales – 250 gramos .....	97
Tabla 106. Lista de componentes – 135 gramos .....	97
Tabla 107. Lista de componentes – 150 gramos .....	98
Tabla 108. Lista de componentes – 200 gramos .....	98
Tabla 109. Lista de componentes – 50 gramos .....	98
Tabla 110. Lista de componentes – 100 gramos .....	98
Tabla 111. Lista de componentes – 250 gramos .....	98

Tabla 112. Plan de requerimientos - BATCH BCC12125JVJGAM 135 gramos .....	99
Tabla 113. Plan de requerimientos - BATCH BCC12125JVJGAM 150 gramos .....	99
Tabla 114. Plan de requerimientos - BATCH BCC12125JVJGAM 200 gramos .....	100
Tabla 115. Plan de requerimientos - BATCH BCC12125JVJGAM 50 gramos .....	100
Tabla 116. Plan de requerimientos - BATCH BCC12125JVJGAM 100 gramos .....	101
Tabla 117. Plan de requerimientos - BATCH BCC12125JVJGAM 250 gramos .....	101
Tabla 118. Plan de requerimientos – Cajas de cartón por 50 unidades - 135gr. ....	102
Tabla 119. Plan de requerimientos – Cajas de cartón por 50 unidades - 150gr. ....	102
Tabla 120. Plan de requerimientos – Cajas de cartón por 50 unidades - 200gr. ....	103
Tabla 121. Plan de requerimientos – Cajas de cartón por 50 unidades - 50gr. ....	103
Tabla 122. Plan de requerimientos – Cajas de cartón por 50 unidades - 100gr. ....	104
Tabla 123. Plan de requerimientos – Cajas de cartón por 50 unidades - 250gr. ....	104
Tabla 124. Plan de requerimientos – Envases PET 135 gramos.....	105
Tabla 125. Plan de requerimientos – Envases PET 150 gramos.....	105
Tabla 126. Plan de requerimientos – Envases PET 200 gramos.....	106
Tabla 127. Plan de requerimientos – Envases PET 50 gramos.....	106
Tabla 128. Plan de requerimientos – Envases PET 100 gramos.....	107
Tabla 129. Plan de requerimientos – Envases PET 250 gramos.....	107
Tabla 130. Programa de producción – Batch.....	108
Tabla 131. Programa de compras – Unidades.....	108
Tabla 132. Toma de tiempos por actividades .....	110
Tabla 133. Valoración del ritmo de trabajo por cada estación .....	111
Tabla 134. Tiempo normal de las estaciones.....	112
Tabla 135. Factor de suplementos de trabajo para cada estación .....	113
Tabla 136. Tiempo estándar de las estaciones.....	114
Tabla 137. Presupuesto de investigación .....	115
Tabla 138. Descripción de costos de implementación – MRP.....	116
Tabla 139. Descripción de costos de implementación RCM.....	116
Tabla 140. Descripción de costos de implementación Estudio de tiempos .....	116
Tabla 141. Resumen de costos de la investigación. ....	116
Tabla 142. Cronograma de pagos.....	117
Tabla 143. Flujo de caja. ....	118
Tabla 144. Indicadores de análisis financiero .....	119
Tabla 145. Detalle de causa raíz por ítem .....	120
Tabla 146. Beneficio obtenido por cada causa raíz .....	120
Tabla 147. Beneficio económico por implementación RCM. ....	121
Tabla 148. Beneficio económico por implementación MRP.....	122
Tabla 149. Beneficio económico por implementación Estudio de tiempos.....	123

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Consumo per cápita de fruta fresca en los Estados Unidos de 2000 a 2019 (en millones de libras).....	11
Figura 02. Importación de arándano fresco en Estados Unidos según origen (en millones de libras).....	12
Figura 03. Exportación de arándano peruano según destino. (en millones de toneladas métricas (TM)) .....	13
Figura 04. Exportación de arándano peruano total. (en millones de toneladas métricas (TM)). .....	13
Figura 05. Porcentaje de cumplimiento de pedidos – 2020.....	15
Figura 06. Análisis de serie de tiempos .....	19
Figura 07. Tipos de holguras .....	21
Figura 08. Tabla del MRP I del producto final.....	24
Figura 09. Etapas de la aplicación del MRP I .....	25
Figura 10. Explosión definitiva del producto final.....	26
Figura 11. Estructura de producto en red. ....	26
Figura 12. Acciones para el PMP .....	27
Figura 13. Propósitos de pronósticos .....	28
Figura 14. Tipos de demandas .....	29
Figura 15. Tipos de pronósticos .....	30
Figura 16. Diagrama de Ishikawa del área de producción.....	36
Figura 17. Diagrama de Ishikawa del área de mantenimiento.....	37
Figura 18. Diagrama de Pareto.....	43
Figura 19. Pareto de SKU's con mayor rotación.....	54
Figura 20. Explosión de materiales de arándanos.....	57
Figura 21. Costeo de causas raíz.....	120
Figura 22. Diagrama de barras de pérdida antes y después de la implementación del RCM. .....	121
Figura 23. Diagrama de barras de pérdida antes y después de la implementación del MRP. .....	122
Figura 24. Diagrama de barras de pérdida antes y después de la implementación del Estudio de tiempos .....	123

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento para reducir los costos operativos de la línea de producción de arándanos en una empresa agroindustrial en la ciudad de Trujillo, 2021.

El diseño de la investigación para este documento se desarrolla como un diseño preexperimental; en el cual se realiza la medición de los costos operativos antes de la propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento y también, realiza la medición de los costos operativos después de la propuesta de mejora. Por otro lado, respecto a las técnicas utilizadas en la presente investigación, se ha identificado el uso del análisis documental, ficha de registro de datos y documentos.

Por otro lado, para desarrollar la presente investigación, se realizó un diagnóstico inicial del proceso productivo de la línea de arándanos. Posterior a ello, se determina la herramienta que se utilizará como propuesta de mejora, la cual es: Mantenimiento centrado en la confiabilidad, Material Requirements Planning y Estudio de tiempos.

Cabe resaltar que los resultados obtenidos después de la propuesta de mejora dentro del proceso productivo de arándanos se resume en una reducción de sus costos operativos de S/ 9'701 al mes, por lo que se pudo comprobar que la propuesta de mejora redujo los costos operativos dentro de la línea de producción de arándanos, validando de esta forma la hipótesis planteada en la presente investigación.

Finalmente, se realizó un análisis de la evaluación económica financiera de la propuesta de mejora, determinando que tuvo un Valor Actual Neto de S/ 213'228.70, Tasa Interna de retorno de 203% y Relación de Beneficio-Costo de 1.84

**Palabras clave:** Costos operativos, Mantenimiento centrado en la confiabilidad, Material Requirements Planning, Estudio de tiempos.

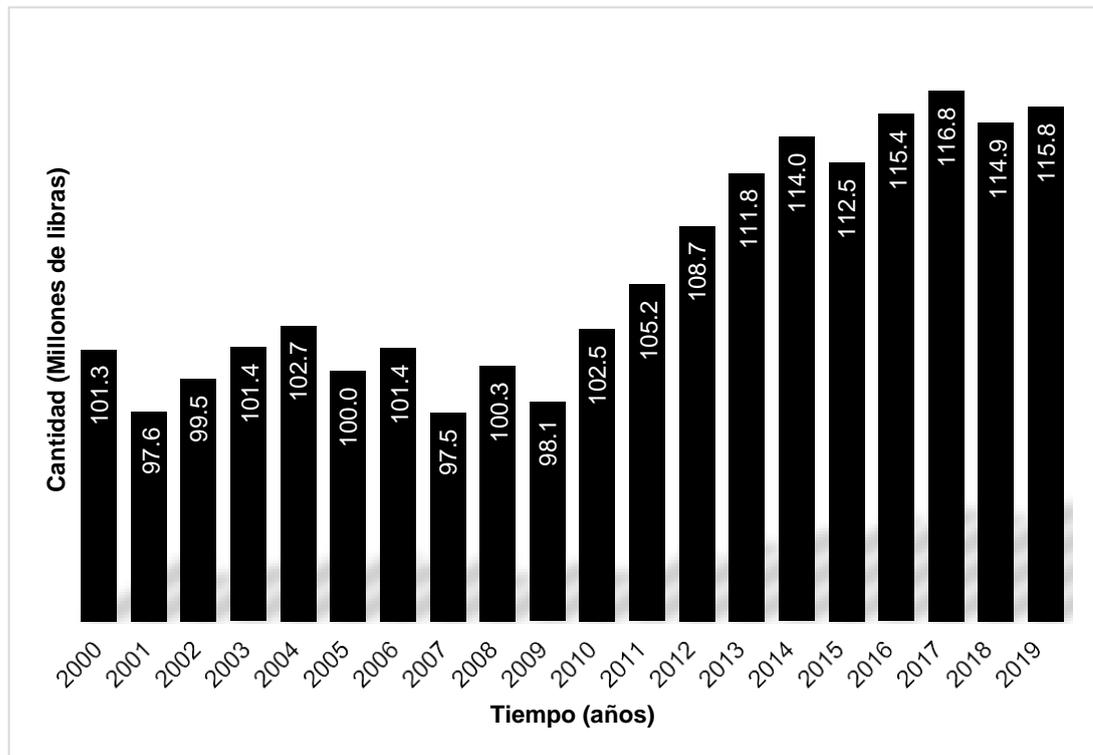
## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La producción de fruta fresca a nivel internacional ha presentado un incremento significativo a través de los últimos años; teniendo como principal razón el incremento del consumo a nivel mundial. (Ver figura 1).

**Figura 1**

*Consumo per cápita de fruta fresca en los Estados Unidos de 2000 a 2019 (en millones de libras)*



Nota. La figura representa el consumo histórico per cápita nacional en Estados Unidos de fruta fresca desde el año 2000 al 2019. Recuperado de Agricultural Marketing Resource Center (2021).

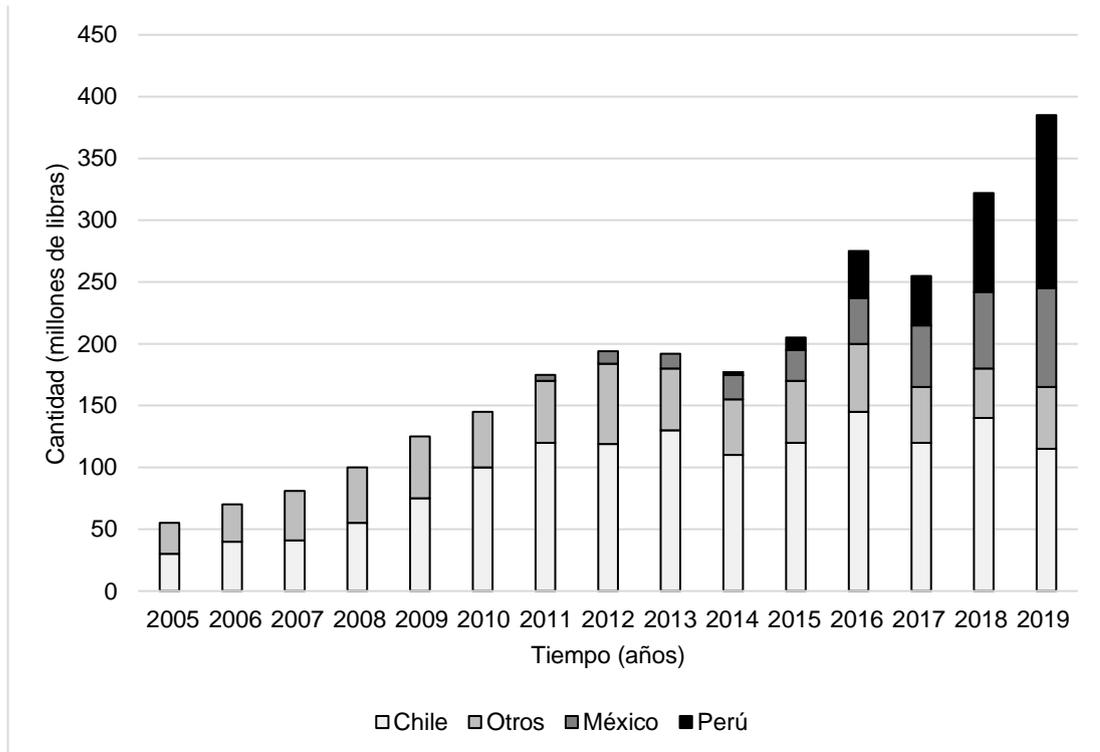
Según lo que se puede apreciar en la figura 1, se pudo identificar que el consumo de el grupo de fruta fresca ha incrementado un 13% a lo largo de los últimos 10 años en Estados Unidos; teniendo un incremento anual entre 1-3% aproximadamente; sosteniendo el incremento en el tiempo. Además, es importante mencionar que el consumo per-cápita de dichos alimentos siempre se ha mantenido por encima de los 100 millones de libras en los últimos 20 años.

Según el Agricultural Marketing Resource Center (2021) menciona que los principales alimentos de fruta fresca son los plátanos, manzanas, uvas y arándanos.

Por otro lado, el histórico de importación de arándanos en Estados Unidos ha sufrido variaciones entre sus principales exportadores de dicho insumo. (Ver figura 2).

**Figura 2**

*Importación de arándano fresco en Estados Unidos según origen (en millones de libras)*



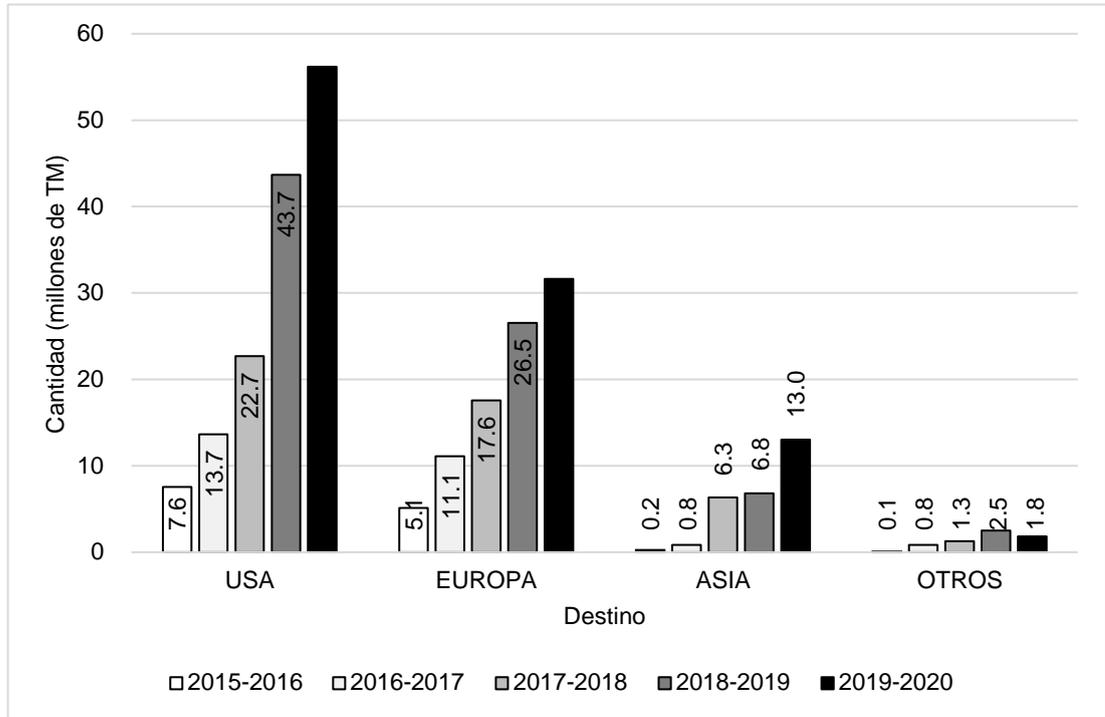
Nota. La figura representa el histórico de importaciones realizados por Estados Unidos según origen entre los años 2005 y 2019. Recuperado del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (2021).

Según la figura 2, se pudo identificar que México fue el principal exportador de arándano fresco hasta el año 2018; sin embargo, dicho escenario cambió en el año 2019 debido a que Perú logró posicionarse por primera vez como el principal exportador de arándano con destino hacia Estados Unidos, incrementando hasta en un 100% de manera interanual desde el año 2016 hasta el año 2019.

A nivel nacional, las exportaciones de arándanos a nivel nacional han tenido un incremento a doble cifra desde la campaña 2015-2016 hacia los destinos de Estados Unidos y Europa. (Ver figura 3 y 4).

**Figura 3**

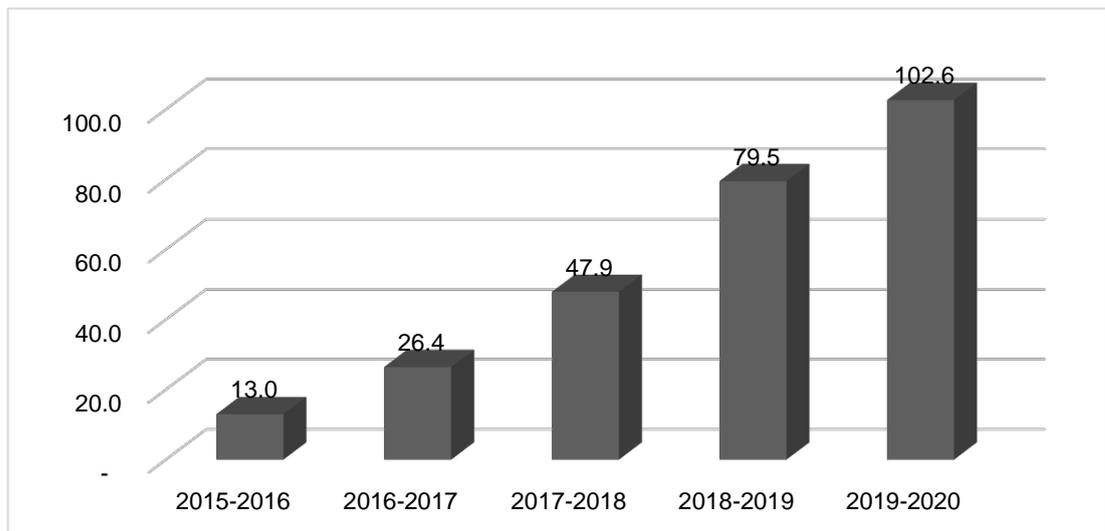
*Exportación de arándano peruano según destino. (en millones de toneladas métricas (TM)).*



Nota. La figura representa el histórico de exportaciones realizados por Perú según destino entre los años 2015 y 2020. Recuperado del Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021).

**Figura 4**

*Exportación de arándano peruano total. (en millones de toneladas métricas (TM)).*



Nota. La figura representa el histórico de exportaciones realizados por Perú entre los años 2015 y 2020. Recuperado del Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021).

A nivel local, las principales empresas que exportan arándanos hacia el exterior son Camposol S.A. y Hortifrut – Perú S.A.C. (Ver Tabla 1).

**Tabla 1.**

*Principales exportadoras de arándanos en el Perú según peso (2019-2020).*

<b>Empresa</b>	<b>Peso (Toneladas)</b>	<b>FOB (millones de dólares)</b>	<b>Participación según peso</b>
Camposol S.A.	25.6	158.1	22%
Hortifrut - Perú S.A.C.	16.8	93.5	14%
Hortifrut - Tal S.A.C.	8.4	51.8	7%
Agrovisión Perú S.A.C.	8.1	48.3	7%
Agrícola Santa Azul S.R.L.	5.7	47.8	5%
Hass Perú S.A.	5.6	44.1	5%
HFE Berries Perú S.A.C.	5.4	38.6	5%
Complejo Agroindustrial Beta S.A.	5.1	37.7	4%
Agrícola Cerro Prieto S.A.	4.7	36.2	4%
Agroberries Perú S.A.C.	4.6	31.2	4%
Otros	27.3	172.8	23%
<b>Total</b>	<b>117.2</b>	<b>760.2</b>	<b>100%</b>

Nota. Esta tabla muestra los principales exportadores de arándanos del Perú según el peso exportado durante la temporada 2019-2020

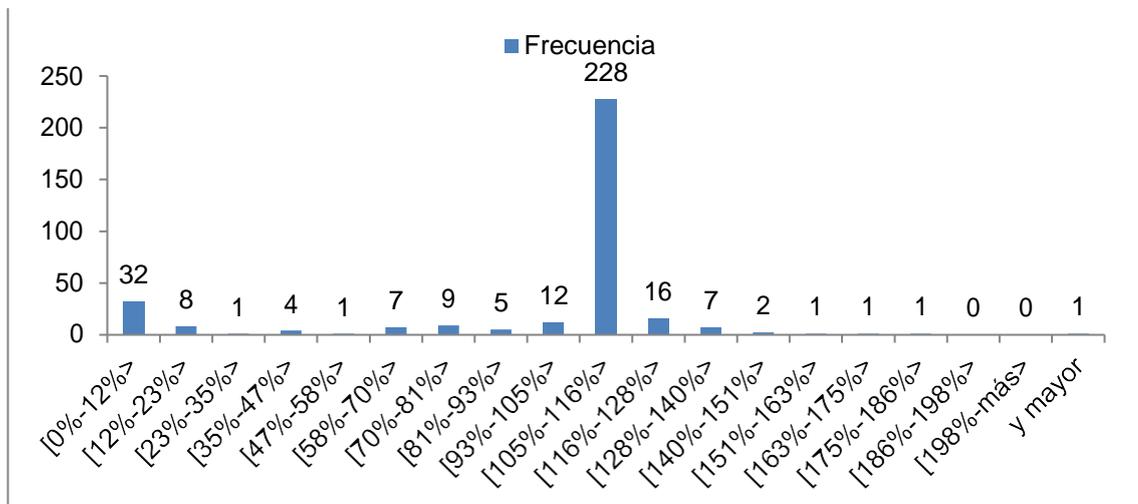
La empresa agroindustrial es una empresa líder mundial dedicada a la producción, exportación y comercialización de berries en el mundo, principalmente arándanos, frutillas, frambuesas y moras. la cual tiene como propósito encantar al mundo enriqueciendo las vidas de las personas, ofreciendo los más deliciosos y saludables arándanos, con un equipo de colaboradores y socios que generan un impacto positivo en el medio ambiente y en nuestras comunidades.

El modelo de negocios de la empresa se desarrolla utilizando filiales de producción propia (Chile, México, España, Brasil, Perú y China), de exportación (Chile, México, Argentina, España, Estados Unidos y Perú), y distribución/comercialización (Estados Unidos, Europa, Brasil, Asia y Chile), con el objetivo de buscar una mayor diversificación de fruta y, a la vez, obtener una mayor integración vertical. En Estados Unidos los *berries* son vendidos a través de una empresa conjunta con Michigan Blueberry Growers Association, Naturipe Berry Growers y Munger Brothers que opera Naturipe, la principal marca de berries en ese país, mediante una empresa distribuidora bajo el nombre Naturipe Farms.

Actualmente, la media de cumplimiento de pedidos se encuentra en un 86%; y se encuentra con un 80% de incumplimiento, en el cual se tienen rangos de incumplimiento entre 0% y 93% del total del pedido. Por otro lado, el mayor porcentaje de concentración de cumplimiento de pedidos se encuentra en un rango aceptable de 105%-116%.

**Figura 5.**

*Porcentaje de cumplimiento de pedidos - 2020*



Actualmente, la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento, teniendo costos elevados por mantenimientos correctivos que comprometen el cumplimiento de pedidos de producción, teniendo una pérdida de 119'104 nuevos soles al año. Así mismo, tal y como se puede apreciar en la Figura 5, existe una falta de planificación de producción; ya que hoy en día se cuenta con un modelo de planificación manual con la idea de que todo pedido que ingresa debe ser producido inmediatamente; sin tomar en cuenta el nivel de productividad de línea y el aprovechamiento de la capacidad de producción a lo largo de todos los días del mes, por lo cual, la empresa incurre en una pérdida de 72,896 nuevos soles al año.

Por otro lado, también se ha podido evidenciar que existe una gran variación respecto al tiempo de operación que se tienen en el proceso de manufactura de arándanos, por lo cual se ha concluido que existe una falta de estandarización del proceso productivo, incurriendo en una pérdida de 45,571 nuevos soles al año.

Además, otra de las oportunidades de mejora que se han podido identificar dentro de la compañía es la presencia de objetos obsoletos, así como falta de orden a lo largo del proceso de producción, por lo cual, la empresa incurre en pérdidas de 12,960,

Por otro lado, también se encuentra que un operador no tiene asignada tareas definitivas dentro del proceso productivo, por lo que no se cuenta con mano de obra especializada y calificada para el desarrollo de las actividades operativas, en lo cual la empresa incurre en pérdidas de 10,162 nuevos soles.

Finalmente, la empresa también ha podido identificar que existe una falta de indicadores de gestión, lo cual no le permiten tener una trazabilidad y visualización del proceso en tiempo real, por lo que su actuación se da de manera correctiva. Además, la distribución de planta cuenta con recorridos de traslado de materiales muy extensivos y algunas máquinas no se encuentran disponibles para el proceso operativo. Respecto al primer punto, la organización presenta pérdidas de 5,347 nuevos soles al año, respecto a la mala distribución de planta, las pérdidas ascienden a 3,745 nuevos soles al año y respecto a la falta de operatividad de maquinaria, se ha identificado una pérdida de 1,660 nuevos soles al año.

### Antecedentes

Torres (2017) en su investigación titulada “Propuesta para la implementación de un MRP en la empresa Lizano Torres” se concluyó que el problema de fondo en la línea de producción de la chaqueta tipo sastre se encuentra en el manejo deficiente de los materiales que se utilizan para obtener el producto terminado, causado por no planificar un stock de seguridad. Con la optimización de la línea de producción a través de la implementación de un MRP, disminuirá en un 50% de los gastos innecesarios, generando un ahorro de USD 30'692.17.

Aldas (2017) en su investigación titulada “Diseño e implementación de un sistema MRP para la empresa Chocolate Ecuatoriano C.A.” se concluyó que al realizar el diseño e implementación del sistema MRP dentro de la empresa se logró tener una correcta planificación de productos terminados, semielaborados y materia prima; además se pudo obtener un beneficio mensual de USD 73.10 dólares, con un periodo de recuperación de la inversión de 04 meses; además de ello, se pudo evidenciar un incremento de la productividad, ya que no existe la pérdida de materiales y un correcto aprovechamiento del tiempo al momento de realizar la entrega del producto.

Torres (2019) en su investigación titulada “Propuesta de mejora para la gestión de inventarios en empresa de confecciones de la ciudad de Chiclayo” se concluyó que la elaboración de un plan de requerimiento de materiales permite proyectar los requerimientos de insumos y materia prima que estén acorde a la proyección de la demanda. El uso de esta herramienta brinda resultados cercanos a la realidad. Por otro lado, también se pudo obtener que la propuesta reduce la inversión en inventarios de producto terminado y materiales e insumos de la empresa en un valor de ahorro de 200,000 soles.

Santos (2015) en su investigación titulada “Propuesta de planificación y control de la producción para mejorar la productividad en la fábrica de colchones Dinor E.I.R.L.” se diagnosticó la situación actual de la organización, encontrándose faltantes de materia prima, faltantes en ventas, elevados costos de almacenamiento, así como una inadecuada gestión de pedidos e inventarios. Además, se concluyó que después de la propuesta de implementación de un sistema MRP se genera un ahorro total de 219 099.30 nuevos soles.

Cáceres y Gamez (2019) en su investigación titulada “Aplicación de la herramienta TPM para mejorar la productividad en el proceso de Granallado, Empresa JCB Estructuras S.A.C., 2019” se pudo concluir que la implementación TMP sirvió como guía para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la máquina Granalladora, además de estandarizar procedimientos que se realizaban antes de la implementación de dicha herramienta. Se llegó a incrementar la productividad a un valor de 84.90%; así como un nivel de eficiencia del 90.07% y eficacia a un valor de 93.31%.

García (2018) en su investigación titulada “Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento de una empresa de elaboración de alimentos balanceados, mediante el

mantenimiento productivo total (TPM)” se pudo identificar que uno de los principales problemas son la ausencia de información histórica sobre las máquinas y principales herramientas. Respecto a los beneficios económicos obtenidos con la propuesta de implementación se considera un VAN de S/. 8,604.65, un TIR de 9% (mensual) y un valor de inversión inicial de S/. 30,612.63.

## Bases teóricas

### Análisis de serie de tiempos

Chase y Jacobs (2014) detallan los pronósticos según análisis de serie de tiempos los cuales se muestran a continuación.

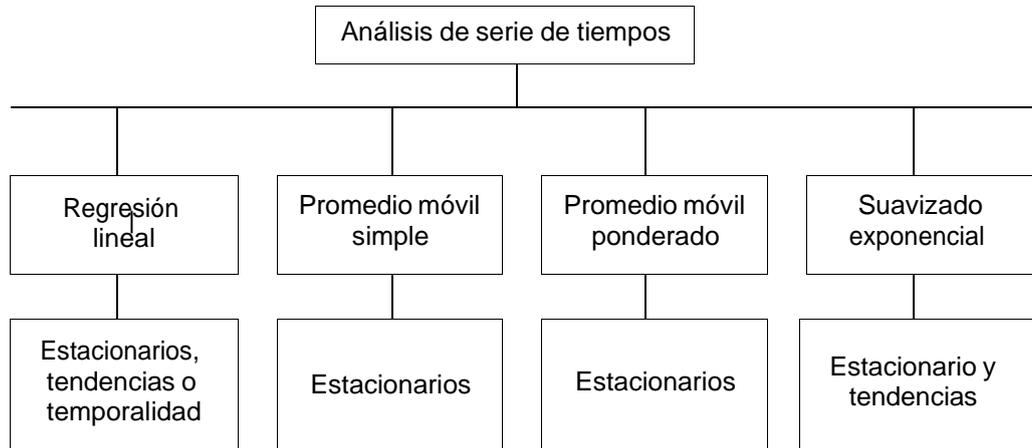


Figura 06. Análisis de serie de tiempos. Recuperado de Chase y Jacobs (2014)

Del mismo modo, a continuación, se detalla cada uno de pronósticos según análisis de serie de tiempo, con sus respectivas fórmulas, así como la definición de términos utilizados en cada uno de estos. (Ver Tabla 2).

### Calificación del desempeño del operario

Niebel y Freivalds (2014) mencionan que el sistema Westinghouse es uno de los sistemas que se han usado por más tiempo, que en sus inicios fue llamado de nivelación.

Tabla 2.

*Sistema Westinghouse para calificar habilidades*

Puntuación	Clasificación	Descripción
+0.15	A1	Superior
+0.13	A2	Superior
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala
-0.22	F2	Mala

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Tabla 3.

*Sistema Westinghouse para calificar esfuerzo*

Puntuación	Clasificación	Descripción
+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Mala
-0.17	F2	Mala

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Tabla 4.

*Sistema Westinghouse para calificar condiciones*

Puntuación	Clasificación	Descripción
+0.06	A	Ideal
+0.04	B	Excelente
+0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Tabla 5.

*Sistema Westinghouse para calificar consistencia*

Puntuación	Clasificación	Descripción
+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

### Cálculo del tiempo normal

Para poder determinar el cálculo del tiempo normal, Niebel y Freivalds (2014) menciona que se debe utilizar la siguiente fórmula

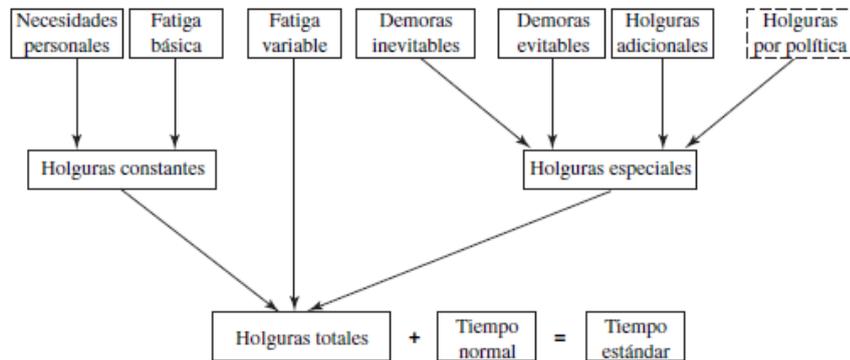
$$TN = TO \times C / 100$$

Donde:

TN = Tiempo normal  
TO = Tiempo observado  
C = Clasificación.

### Suplementos u holguras

Es una técnica de muestreo del trabajo; en la cual se analizan los diferentes tipos de holgura, los cuales se describen en el siguiente gráfico.



**Figura 07.** Tipos de holguras

Tabla 6.

*Holguras recomendadas por ILO*

A. Holguras constantes:	
1. Holgura personal .....	5
2. Holgura por fatiga básica .....	4
B. Holguras variables	
1. Holgura por estar parado .....	2
2. Holgura por posición anormal:	
a. Un poco incómoda .....	0
b. Incómoda (flexionado) .....	2
c. Muy incómoda (acostado, estirado) .....	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):	
Peso levantado, lb:	
5 .....	0
10 .....	1
15 .....	2
20 .....	3
25 .....	4
30 .....	5
35 .....	7
40 .....	9
45 .....	11
50 .....	13
60 .....	17
70 .....	22
4. Mala iluminación	
a. Un poco debajo de lo recomendado .....	0
b. Bastante debajo de lo recomendado .....	2
c. Muy inadecuada .....	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) .....	0-100
6. Atención cercana	
a. Trabajo bastante fino .....	0
b. Trabajo fino o exacto .....	2
c. Trabajo muy fino o exacto .....	5
7. Nivel de ruido	
a. Continuo .....	0
b. Intermitente: fuerte .....	2
c. Intermitente: muy fuerte .....	5
d. De tono alto: fuerte .....	5
8. Esfuerzo mental	
a. Proceso bastante complejo .....	1
b. Espacio de atención compleja o amplia .....	4
c. Muy complejo .....	8
9. Monotonía	
a. Baja .....	0
b. Media .....	1
c. Alta .....	4
10. Tedio	
a. Algo tedioso .....	0
b. Tedioso .....	2
c. Muy tedioso .....	5

### Ciclos de estudio

Niebel y Freivalds (2014) mencionan que la determinación del número de ciclos se puede estimar considerando la siguiente tabla. (Ver Tabla 07).

Tabla 7.

Ciclos de estudio por tiempo de ciclo

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 a más	3

### Cálculo del tiempo estándar

Niebel y Freivalds (2014) mencionan que el cálculo del tiempo estándar se determina con la siguiente fórmula:

$$TE = TN + TN \times \text{holgura} = TN \times (1 + \text{holgura})$$

Donde:

TE = Tiempo estándar

TN = Tiempo normal

sustentar con claridad y precisión el problema de investigación.

### Desarrollo del MRP I

La tabla MRP I determinará periodo a periodo, los valores identificados en la tabla 7, con el objetivo final de obtener las órdenes de lanzamiento de componentes vinculados, reduciendo al mínimo los stocks y los lead times.

Tabla 8.

*Definición de variables*

Descripción	Definición
<b>Necesidades brutas (NB)</b>	Volumen de componentes o materiales que debemos tener disponibles al final de un periodo
<b>Stock previsto (SP)</b>	Volumen de componentes o materiales que se prevé que quedará en forma de existencias al final de un periodo.
<b>Necesidades netas (NN)</b>	Volumen de componentes o materiales que habrá que obtener para disponer de las necesidades brutas, al final de un periodo.
<b>Fórmula:</b>	
$NN(p) = NB(p) - SP(p-1)$	
<b>Entradas previstas (EP)</b>	Resultan del ajuste de las necesidades netas del tamaño del lote que se puede producir o pedir, que es limitado por las exigencias del proveedor o del lote de producción.
<b>Fórmula:</b>	
$SP(p) = SP(p-1) + EP(p) - NB(p)$	
<b>Lanzamiento de órdenes (LO)</b>	El lanzamiento de órdenes tiene como finalidad establecer e momento de lanzamiento de las mismas por una cantidad

**Nota.** Recuperado de Cuatrecasas (2001).

Ante todo, presenta las cuatro informaciones que hemos detallado se precisaban para cada producto, componente o material, el nivel de existencias del mismo antes de iniciar la planificación, el tamaño de lotes a producir y, finalmente, el lead time de entrega, una vez cursado la orden de lanzamiento.

<table border="1" style="margin-left: auto;"> <tr> <td>Stock inicial:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tamaño lote:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lead time</td> <td></td> </tr> </table>							Stock inicial:		Tamaño lote:		Lead time	
Stock inicial:												
Tamaño lote:												
Lead time												
Periodo	Inicial	1	2	3	4	5						
Necesidades brutas												
Entradas previstas												
Stock final periodo												
Necesidades netas												
Lanzamiento de órdenes												

*Figura 08.* Tabla del MRP I del producto final. Recuperado de Cuatrecasas (2001).

La figura 09 muestra los pasos para la aplicación del MRP, que llevará a repetir cuanto acabamos de hacer, para todos los componentes y materiales.

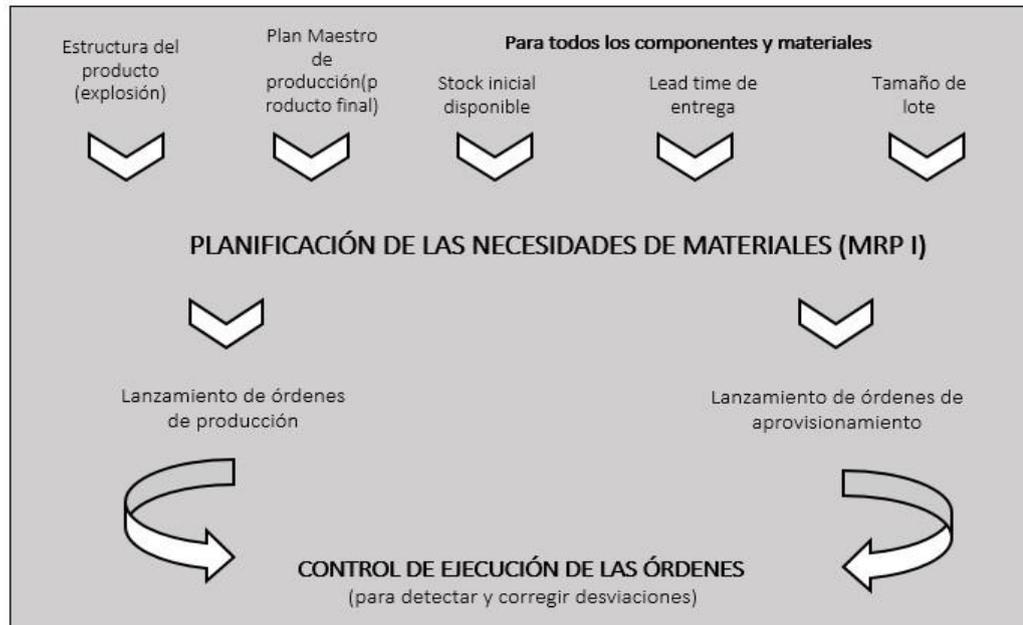


Figura 12. Etapas de la aplicación del MRP I. Recuperado de Cuatrecasas (2001).

Cuatrecasas (2001) considera que a través del detalle del MRP, se pueden obtener como resultado el lanzamiento de órdenes de producción y el lanzamiento de órdenes de aprovisionamiento.

### Equipos necesarios

Niebel y Freivalds (2014) mencionan que el equipo mínimo requerido para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos incluye un cronómetro, videograbadora, formatos para el estudio y una calculadora de bolsillo.

### Estudio de tiempos

Niebel y Freivalds (2014) definen al estudio de tiempos como un método para determinar “un día de trabajo justo”; el cual se considera como un trabajo equitativo tanto para la compañía como para el empleado.

### Lista de materiales (Bill of materials)

Según Cuatrecasas (2001), considera que una lista de materiales es una desintegración de un producto final en componentes o sub productos, para lo cual, existen dos métodos para poder representarlos: Explosión definitiva del producto final o estructura de producto en red. (Ver Figura 10 y 11).

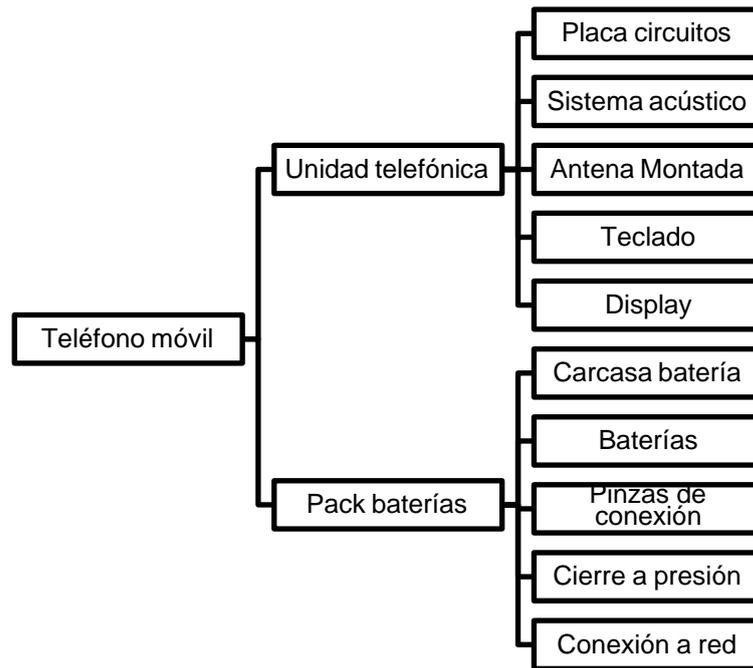


Figura 10. Explosión definitiva del producto final. Recuperado de Cuatrecasas (2001)

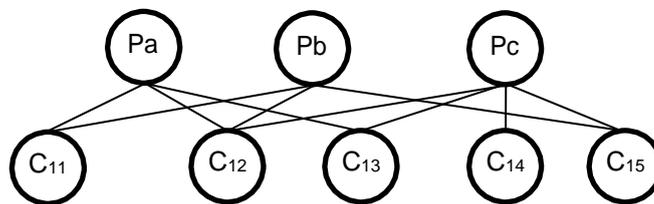


Figura 11. Estructura de producto en red. Recuperado de Cuatrecasas (2001)

Posterior a la explosión de materiales, se deben trasladar dichos datos a una matriz de explosión simple. (Ver Tabla 6). En dicha matriz, muestra la cantidad de algún componente o material que resulta de la explosión de una unidad de producto del nivel anterior.

Tabla 9.

Matriz de explosión simple

	2	UT	PC	SA	AM	TD
<b>Nivel 1: UT</b>	1					
<b>Nivel 2: PC</b>		1				
<b>Nivel 3: TCOP</b>			1	1	1	

Nota. Recuperado de Cuatrecasas (2001).

### Planeación de requerimiento de materiales

Cuatrecasas (2001) considera que el sistemas MRP, es una herramienta que se utilizan preferencialmente en la planificación de cantidades y momentos a producir o aprovisionarse, siendo el más adecuado en el enfoque push y en las previsiones de ventas muy propios, por tanto, de los sistemas que, con el modelo de gestión lean, se utilice el MRP, normalmente como sistema para planificar, sobre todo a largo plazo, aunque la programación diaria de lleve a cabo con sistemas más adecuados.

Por otro lado, Cuatrecasas (2001) considera que el MRP opera básicamente planificando las necesidades de materiales, que es precisamente lo que significan sus siglas: Material Requirement Planning.

Es importante considerar que Cuatrecasas, L. (2001) considera que el MRP:

Actúa a partir del que denominaremos Plan Maestro de Producción. Con él y la lista de materiales, las rutas de fabricación y los datos de los centros de trabajo e inventarios, efectuando el proceso de <<explosión de necesidades >> considerando que la capacidad y que los lotes de plazos de fabricación se mantendrán constantes. (p. 390).

### Programa maestro de producción (PMP)

Cuatrecasas (2001) considera que el PMP es una entrada principal del sistema MRP I ya que esta permite establecer una planificación de la producción de un sistema productivo, tomando en cuenta que dicha planificación se da en un largo periodo de tiempo y toma en cuenta la clase, cantidad y momento para cada uno de los productos finales a planificar. Además, según el autor resalta que la planificación del PMP se debe actualizar constantemente para cada uno de los apartados que abarca dicha entrada.

De acuerdo con todo lo expuesto, podemos decir que el PMP se materializa a partir de la siguiente secuencia de acciones. (Ver Figura 12).



Figura 12. Acciones para el PMP. Recuperado de Cuatrecasas (2001)

### Pronósticos

Chase y Jacobs (2014) indican que los pronósticos son vitales para cualquier negocio y son la base de la planificación corporativa de largo plazo. Dado que con los pronósticos, el área de producción toma decisiones periódicas que comprenden la selección de procesos, planificación de capacidades, distribución de instalaciones, planificación de la producción, programación e inventario.

Según Chase y Jacobs (2014) considera que los pronósticos tienen dos principales propósitos, los cuales se detallan a continuación. (Ver Figura 13).

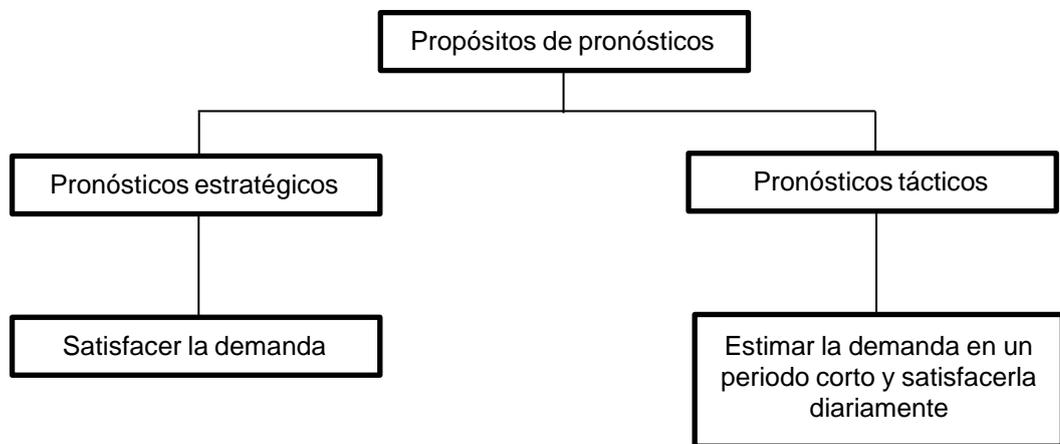


Figura 13. Propósitos de pronósticos. Recuperado de Chase y Jacobs (2014)

### Registro de inventarios

Según Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013) consideran que los registros de inventarios son el tercer insumo importante para la MRP, y las transacciones de inventario constituyen los elementos básicos de los registros actualizados. Dentro de dichos registros se detalla la siguiente información:

- a. Requerimientos brutos
- b. Recepciones programadas
- c. Inventario disponible proyectado
- d. Recepciones planeadas

**Tipos de demanda**

Por otro lado, Chase y Jacobs (2014) consideran que para hacer pronósticos, se debe tener en consideración a la demanda, con el propósito de entregar el producto a tiempo. A continuación se detallan los tipos de demanda. (Ver Figura 14).

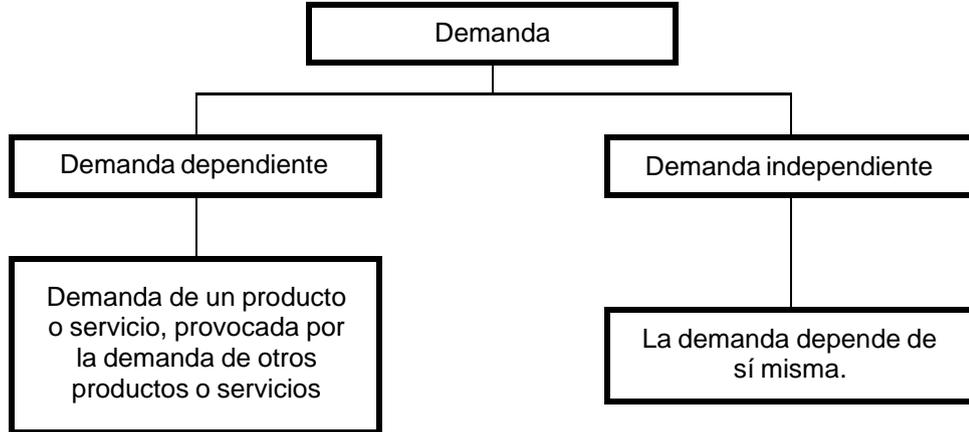


Figura 14. Tipos de demanda. Recuperado de Chase y Jacobs (2014)

**Tipos de pronósticos**

Chase y Jacobs (2014) consideran que en la vida cotidiana hay mucha variación de la demanda por múltiples factores, es casi imposible encontrar hoy en día una demanda lineal, por lo que hay que graficar la demanda de una manera adecuada. (Ver Figura 07).

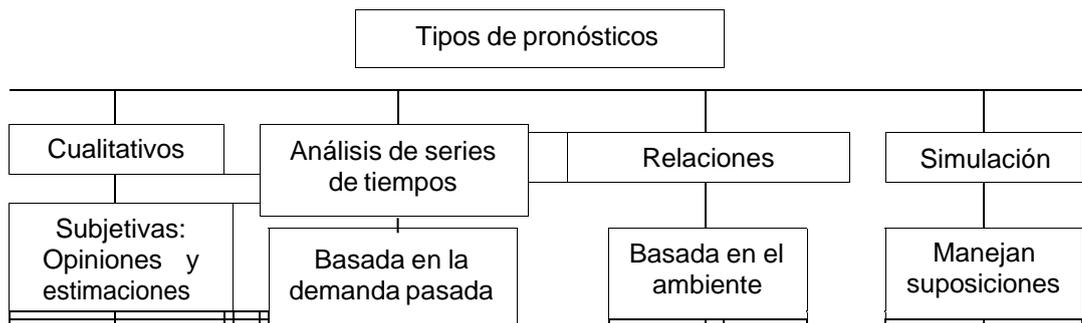


Figura 15. Tipos de pronóstico. Recuperado de Chase y Jacobs (2014)

Tabla 10.

*Pronósticos según análisis de línea de tiempo*

Nombre	Fórmula	Descripción
Regresión lineal	$F_{(t)}=a+bt$	$F_{(t)}$ : Valor de la variable dependiente a: Secante en Y b: Pendiente t: Variable independiente
Promedio móvil simple	$F_{(t)} = \frac{A_{(t-1)} + A_{(t-2)} + A_{(t-3)} + \dots + A_{(t-n)}}{n}$	$F_{(t)}$ : Pronóstico para el siguiente período n: Número de períodos anteriores pasados
Promedio móvil ponderado	$\hat{X}_t = \sum_{i=1}^n C_i (X_{t-i})$	$C_{(i)}$ : Factor de ponderación $(X_{t-i})$ : Demanda de periodos anteriores a t
Suavizado exponencial	$F_{(t)} = F_{(t-1)} + \alpha (A_{(t-1)} - F_{(t-1)})$	$F_{(t)}$ : Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t $F_{(t-1)}$ : Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo anterior $A_{(t-1)}$ : Demanda real en el período anterior $\alpha$ : Índice de respuesta deseado, o constante de suavización

**Nota.** Recuperado de Chase y Jacobs (2014)

## 1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en el área de producción y mantenimiento sobre los costos operativos de la Línea de producción de arándanos?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en el área de producción y mantenimiento sobre los costos operativos de la línea de producción de arándanos.

### 1.3.2. Objetivos específicos

1. Diagnosticar la situación actual de la línea de producción de arándanos.
2. Identificar y determinar qué metodología, técnica y/o herramientas se usará en la línea de producción de arándanos.
3. Aplicar e implementar la propuesta de MRP, CRM, 5S y Estudio de tiempos en la línea de producción de arándanos.
4. Determinar la variación de costos como efecto de la implementación de la propuesta de mejora de MRO, CRM, 5S y Estudio de tiempos.
5. Evaluar factibilidad económica de la implementación de la propuesta de mejora en la línea de producción de arándanos.

## 1.4. Hipótesis

### 1.4.1. Hipótesis general

La propuesta de mejora en el área de producción y mantenimiento reduce los costos operativos de la línea de producción de arándanos.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

#### 2.1.1. Por la orientación

Según su orientación, es una investigación aplicada, ya que el objetivo de la presente investigación, surge como respuesta al problema que se desea investigar a través de la búsqueda y aplicación de las bases teóricas y antecedentes respecto a este tema.

#### 2.1.2. Por el diseño

Según su diseño, es pre-experimental de pre-prueba y post-prueba de un solo grupo; ya que se realizará un estímulo para medir su efecto en una variable a través de una medición inicial, y una posterior a la aplicación del estímulo.

### 2.2. Población y muestra

#### 2.2.1. Unidad de estudio

Cada uno de los procesos del área de producción y mantenimiento de la empresa.

#### 2.2.2. Población

Todas las estaciones de la línea de producción de arándano.

#### 2.2.3. Muestra

Todas las estaciones de la línea de producción de arándano

#### 2.2.4. Diseño de contrastación

Según Hernandez, Fernandez y Baptista (2010) establecen el siguiente diseño como pre-experimental de pre-prueba y post-prueba:

$$G: O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

**Donde:**

**G** = Grupo: Empresa de arándanos

**O<sub>1</sub>**= Medición al grupo: Indicadores de costos operativos antes de la propuesta de mejora en el área de producción y mantenimiento.

**X** = Estímulo: Proyección cuantitativa de la propuesta de mejora en el área de producción y mantenimiento.

**O<sub>2</sub>**= Medición al grupo: Indicadores de costos operativos después de la propuesta de mejora en el área de producción y mantenimiento.

## 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

### 2.3.1. Técnicas y recolección de datos

**Observación directa:** La técnica que se utilizará para la recolección de datos será la observación. Según su clasificación, será del tipo no participante por lo que como investigadores nos introduciremos para observar cada proceso. Sin embargo, no participaremos de ello.

**Observación documental:** La técnica se utilizará para obtener información sobre libros, revistas, documentos virtuales, así como documentos propios de la empresa para poder determinar las bases teóricas, así como los antecedentes de la presente investigación.

**Entrevistas:** La técnica se utilizará para recabar información relevante respecto a experiencias propias de colaboradores de la empresa.

**Ishikawa:** La técnica de que se utilizará para poder determinar las causas raíces identificados dentro del área de estudio de la empresa, relacionándolos con los problemas que se evidencian.

### 2.3.2. Instrumentos

Como instrumentos para realizar dicha investigación, se usarán

**Hojas de observación:** Dicho instrumento permite realizar un registro de todas las actividades realizadas en cada operación.

**Ficha de registro:** Dicho instrumento se usa para recopilar información de la empresa sobre los costos del proceso productivo, así como los tiempos de producción y otros datos de producción.

**Cronómetro:** Dicho instrumento se utiliza para poder hallar los tiempos de producción, el ciclo de producción entre otros factores de estudio.

**Guía de entrevista:** Dicho instrumento sirve como instrumento de seguimiento a la entrevista para poder tener un enfoque preciso de la información que deseamos recopilar.

## 2.4. Procedimiento

En el procedimiento, se detallan las etapas para realizar el diagnóstico de la realidad actual de la empresa, para lo cual, se utilizarán las siguientes herramientas: Diagrama de Ishikawa, Costeo de Causas, Matriz de Priorización, Diagrama de Pareto y matriz de indicadores.

A continuación, se presentará la descripción del uso de cada una de las herramientas a utilizar como parte del diagnóstico de la realidad actual de la empresa. (Ver Tabla 10).

Tabla 10.  
*Procedimiento*

ETAPA	DESCRIPCIÓN	
<b>Diagnóstico de la situación actual</b>	Ishikawa	Se determina las causas raíces del proyecto a través del diagrama de Ishikawa.
	Costeo de causas-raíz	Se realiza el costeo de las causas raíces identificadas en el diagrama de Ishikawa.
	Matriz de priorización	Se realiza la priorización de las causas raíces tomando en cuenta los costos más significativos.
	Diagrama de Pareto	Se determina las causas raíces más significativas, representadas por 80%.
	Matriz de indicadores	Se realiza la identificación y diseño de los indicadores de cada causa raíz.

**Nota.** Elaboración propia

## 2.5. Aspectos éticos

Todos los trabajadores de la organización tuvieron conocimiento del desarrollo del presente trabajo de investigación, teniendo como compromiso por nuestra parte que todos los datos registrados y/o obtenidos del proceso industrial solo serán de acceso y manejados con fines investigativos, más no de divulgación, siendo recopilados en confidencialidad, por lo que el nombre de dicha organización se manejará de forma anónima y la información recopilada una vez concluida la investigación será archivada y entregada a la organización.

## 2.6. Diagnóstico de la situación actual

Como parte del proceso productivo, se ha identificado que la línea con mayor margen dentro de todos los productos es el de arándano bulqui; razón por la cual, se hizo un análisis de los elevados costos, los cuales se muestran en el diagrama de Ishikawa que se resume en las siguientes causas. (Ver Tabla 12)

Tabla 12.

*Causas raíces de la línea de arándano*

ÍTEM	CAUSA RAÍZ
<b>CR1</b>	No hay un programa de asignación de labores
<b>CR2</b>	No existe un plan de mantenimiento
<b>CR3</b>	Falta de operatividad de maquinaria
<b>CR4</b>	Falta de una planificación de la producción
<b>CR5</b>	Falta de estandarización del proceso de producción
<b>CR7</b>	Falta de orden y limpieza
<b>CR8</b>	Mala distribución de planta

**Nota.** Elaboración propia

**A. Diagrama de Ishikawa - Producción**

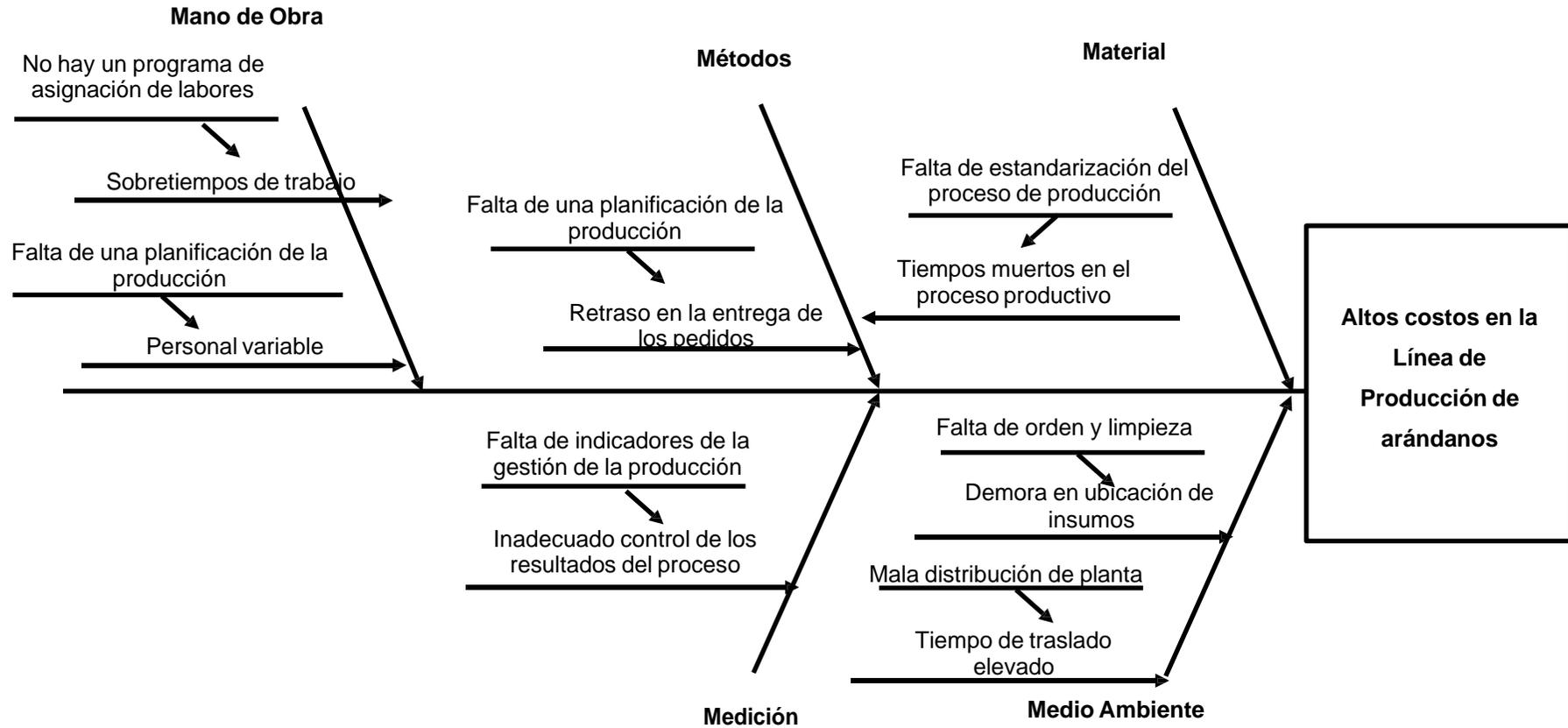


Figura 16. Diagrama de Ishikawa del área de producción.

**B. Diagrama de Ishikawa - Mantenimiento**

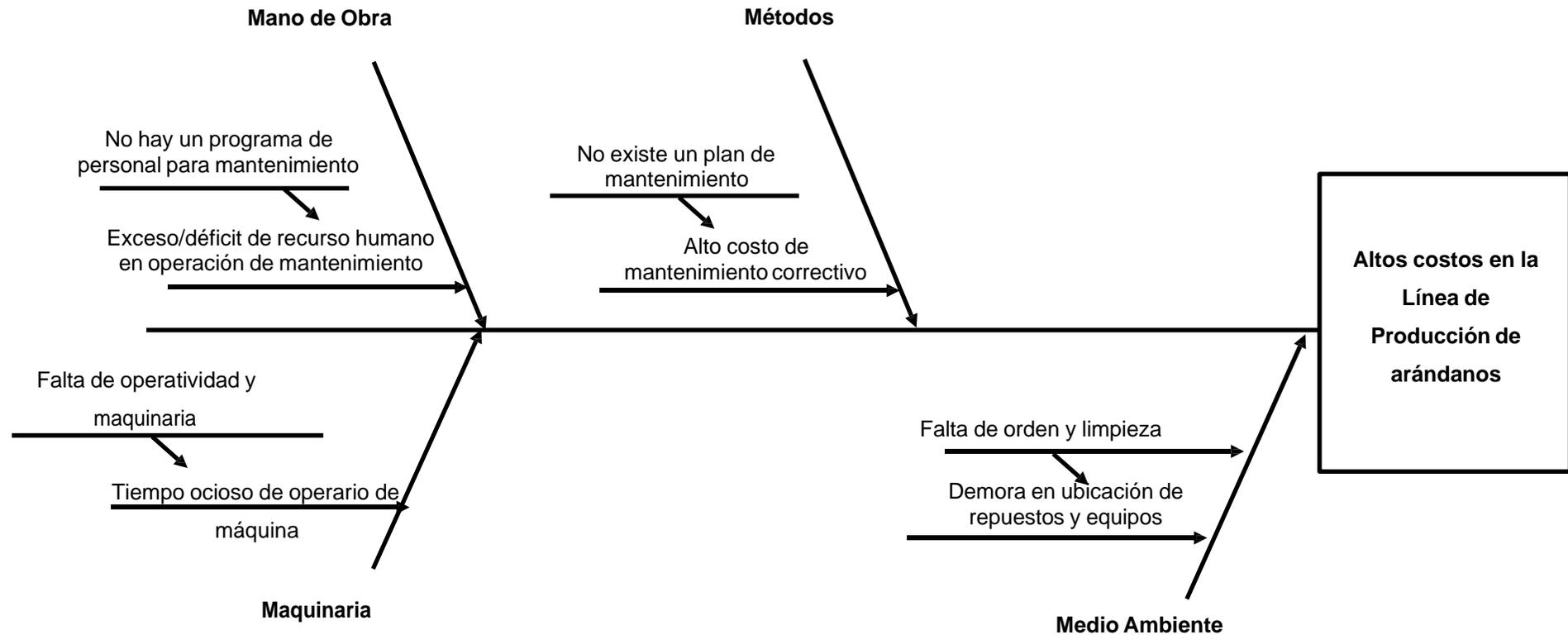


Figura 17. Diagrama de Ishikawa del área de mantenimiento.

2.5.3. Identificación de problemas y causas raíz

Costeo de causa-raíz

**A. No hay un programa de asignación de labores**

Para poder determinar el costo por las horas-hombre no utilizados, se ha considerado el sueldo por hora de un sueldo base, considerando en 3.875 nuevos soles, multiplicado por el número de horas hombre no utilizadas/perdidas desde enero a diciembre 2020, obteniendo un total de S/ 10'162 nuevos soles.

Tabla 13.

*Resumen de costo de horas hombre perdidas por mes.*

Mes	H.H. Contratadas	H.H. Utilizadas	H.H. Perdidas	Costo (S/)
<b>Ene-20</b>	15,600	15,040	560	S/ 2,170
<b>Feb-20</b>	21,684	21,383	301	S/ 1,167
<b>Mar-20</b>	25,804	25,707	96	S/ 374
<b>Abr-20</b>	23,224	23,169	55	S/ 212
<b>May-20</b>	35,068	34,909	159	S/ 615
<b>Jun-20</b>	35,769	35,692	77	S/ 298
<b>Jul-20</b>	39,346	39,231	115	S/ 445
<b>Ago-20</b>	48,395	48,040	356	S/ 1,378
<b>Set-20</b>	52,751	52,366	385	S/ 1,492
<b>Oct-20</b>	58,554	58,440	113	S/ 439
<b>Nov-20</b>	91,344	90,949	394	S/ 1,527
<b>Dic-20</b>	112,353	112,241	12	S/ 45

**B. No existe un plan de mantenimiento**

Para el cálculo de pérdidas por falta de un plan de mantenimiento, se han considerado el histórico de paradas por mantenimiento correctivo realizados durante el año 2020 en la línea de producción de arándanos, obteniendo una pérdida anual de S/ 119,104 nuevos soles.

Tabla 14.

Resumen de costos por paradas de maquinaria.

Fecha parada	Máquina	Costo Mano de obra	Costo materiales	Sub-total
26/01/2020	Youder-MX31	S/2,885	S/7,283	S/10,168
15/02/2020	Alimenter-bux	S/3,152	S/11,140	S/14,292
16/02/2020	PQT-2356	S/1,805	S/11,642	S/13,447
6/03/2020	Youder-MX31	S/1,485	S/7,816	S/9,301
11/03/2020	Alimenter-bux	S/3,052	S/9,579	S/12,631
16/05/2020	PQT-2356	S/3,327	S/14,814	S/18,141
4/06/2020	Youder-MX31	S/2,689	S/6,906	S/9,595
16/07/2020	PQT-2356	S/1,271	S/8,099	S/9,370
29/10/2020	Alimenter-bux	S/2,804	S/8,420	S/11,224
7/12/2020	Alimenter-bux	S/3,395	S/7,540	S/10,935
<b>TOTAL</b>				S/119,104

C. Falta de operatividad de máquinas

Para determinar el costo incurrido por la falta de operatividad de máquinas se ha considerado multiplicar el número de horas de parada al año, por el costo de mano de obra que se utiliza en dicha línea.

Tabla 15.

Resumen de tiempo inoperativo de máquinas

	Tiempo programado (h)	MTBF (min)	MTTR (min)	N° paradas/día	Horas de parada/día	Horas de parada/año
Lunes a viernes	540	15	7	27	3.15	1149.75
Sábado	240	15	7	12	1.4	511.00
						1660.75

Para determinar el costo de dicho tiempo, se multiplica el número de horas perdidas por el factor de costo de mano de obra por hora (S/ 4.47), obteniendo un valor de S/ 7'425.47 nuevos soles.

D. Falta de planificación de la producción

Para determinar el costo por la falta de planificación de la producción, se establecerá un análisis de las unidades con incumplimiento por pedidos y su factor de margen de contribución, obteniendo finalmente un costo de oportunidad de S/ 72'896 soles.

Tabla 16.

Resumen de pérdidas por pedidos incumplidos.

Mes	UN Incumplidas	Margen contribución	Pérdidas (S/)
Ene-20	23,790	0.2	S/4,758.0
Feb-20	68,743	0.2	S/14,509.0
Mar-20	4,028	0.2	S/1,278.4
Abr-20	11,906	0.2	S/2,435.6
May-20	35,393	0.2	S/7,684.0
Jun-20	122,710	0.2	S/25,150.0
Jul-20	21,636	0.2	S/4,396.4
Ago-20	4,328	0.2	S/3,330.4
Set-20	4,314	0.2	S/2,025.2
Oct-20	16,444	0.2	S/3,458.6
Nov-20	17,754	0.2	S/3,707.6
<b>Dic-20</b>	<b>591</b>	<b>0.2</b>	<b>S/163.2</b>
<b>Total general</b>			<b>S/72,896.4</b>

E. Falta de estandarización de procesos

Las diferencias entre el tiempo de operación promedio y el tiempo estándar obtenidos en los últimos 12 meses se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 17.

Diferencia de tiempos en proceso productivo de arándano

Actividad	T.P.	T. E.	Costo H.H.	Tpo. Excesivo	N° ciclos/año	Costo M.O.
Recepción de fruta	3.14	2.36	17.504	0.79	10,240	7,035.21
Traslado de material hacia máquina transportadora	5.24	3.93	17.504	1.31	10,240	11,740.28
Calibración de fruta según requerimiento	1.27	0.95	17.504	0.32	10,240	2,845.45
Eliminación de producto no conforme	5.78	5.09	17.504	0.69	10,240	6,216.08
Empaquetado de fruta	3.98	3.50	17.504	0.48	10,240	4,280.27
Pesado de fruta	3.25	2.86	17.504	0.39	10,240	3,495.20
Sellado de paquete	4.52	3.98	17.504	0.54	10,240	4,861.01
Paletizado de producto terminado	2.87	2.53	17.504	0.34	10,240	3,086.53
Traslado hacia zona de salida	1.87	1.65	17.504	0.22	10,240	2,011.08
<b>Tot:</b>						<b>45,571.12</b>

#### F. Falta de orden y limpieza

Según los datos obtenidos dentro del flujo del proceso de la línea de producción de arándano, se pudo identificar que existe un tiempo de búsqueda de los recursos para el proceso productivo de aproximadamente 45 segundos por ciclo, el cual al ser multiplicado por 10'240 ciclos al año, multiplicado por las 04 líneas que se tiene de arándano, se pudo obtener que el tiempo promedio de búsqueda de dichos materiales por tener los empaques desordenados, se obtiene un tiempo total de 30'720 minutos, al ser convertido en horas, nos da un valor de 512 horas, y al ser multiplicado por la tarifa de 4 head-counts (S/ 17.504), se obtiene un valor anual de S/ 12'960 nuevos soles.

#### Resumen

Finalmente, se resumen cada uno de los costos anuales de las causas raíces en la tabla que se detalla a continuación. (Ver Tabla 18).

Tabla 18.

Resumen de costos por causa raíz

ÍTEM	CAUSA RAÍZ	COSTO
CR1	No hay una programación de asignación de labores	S/ 10'162
CR2	No existe un plan de mantenimiento	S/ 119'104
CR3	Falta de operatividad de maquinaria	S/ 1'660
CR4	Falta de una planificación de la producción	S/ 72'896
CR5	Falta de estandarización del proceso productivo	S/ 45'571
CR6	Falta de orden y limpieza	S/ 12'960
CR7	Mala distribución de planta	S/ 3'745
CR8	No hay un programa de personal de mantenimiento	S/ 5'700
CR9	Falta de indicadores de gestión	S/ 5'347

### Matriz de priorización

Luego de haber realizado el costeo de las causas raíz dentro de la empresa, se procede a realizar la identificación de las causas que tienen mayor impacto e influencia dentro del desarrollo del proyecto. Para ello, se tomará en cuenta el porcentaje de participación según el costeo que se detalla a continuación.

**Tabla 19.**

Causas raíz de la línea de arándanos

ÍTEM	CAUSA RAÍZ	COSTO	%	% acumulado
CR2	No existe un plan de mantenimiento	119,104	44%	44%
CR4	Falta de una planificación de la producción	72,896	27%	71%
CR5	Falta de estandarización del proceso productivo	45,571	17%	88%
CR6	Falta de orden y limpieza	12,960	5%	92%
CR1	No hay una programación de asignación de labores	10,162	4%	96%
CR8	No hay un programa de personal de mantenimiento	5,700	2%	97%
CR9	Falta de indicadores de gestión	5,347	2%	98%
CR7	Mala distribución de planta	3,745	1%	99%
CR3	Falta de operatividad de maquinaria	1,660	1%	100%
<b>TOTAL</b>		<b>276,445</b>	<b>100%</b>	

## Diagrama de Pareto

Después de realizar la matriz de priorización, identificaremos el 80% de las causas que tienen mayor incidencia en nuestra investigación. (Ver figura 22).

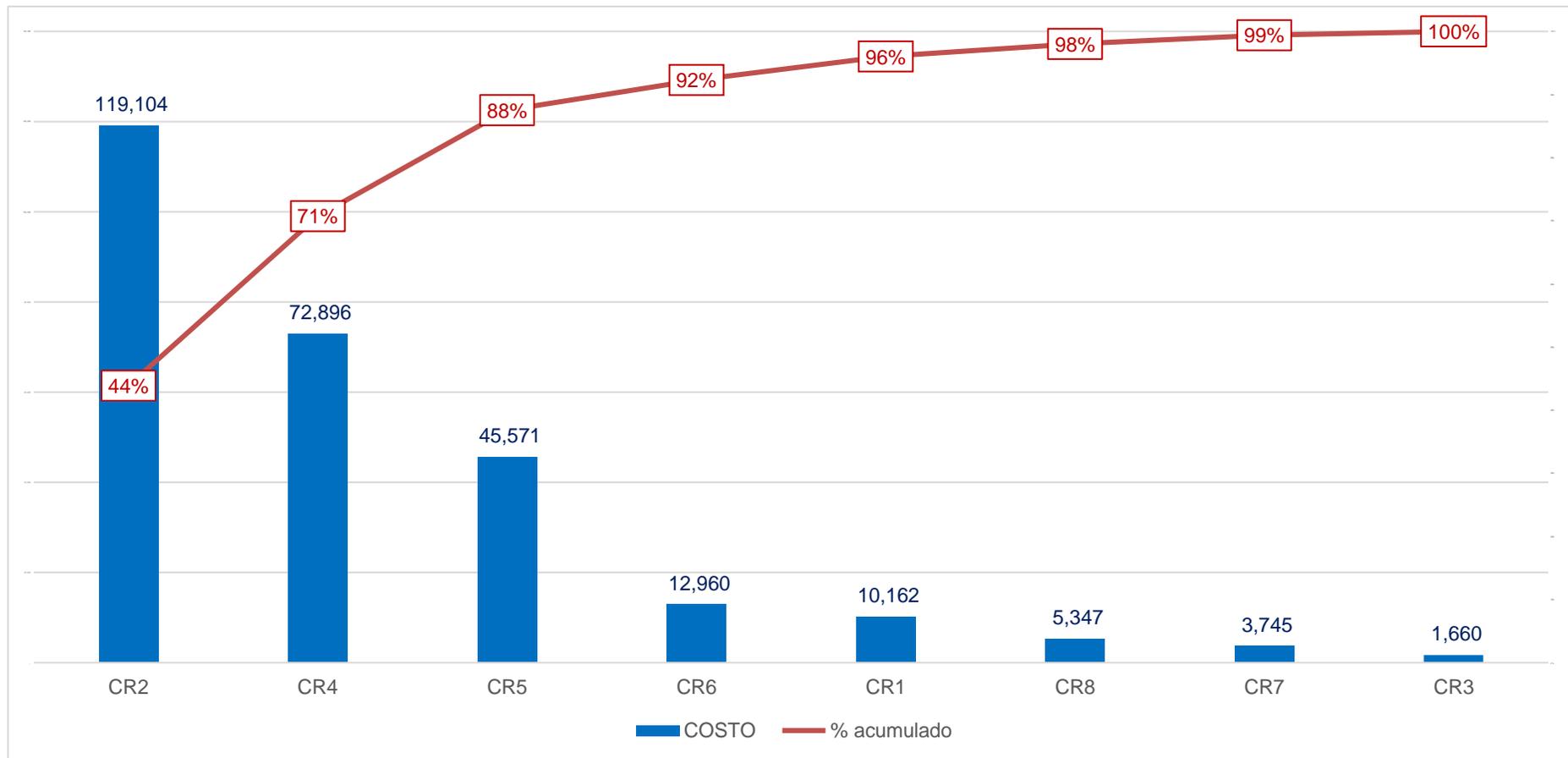


Figura 18. Diagrama de Pareto

**Tabla 20.**  
Matriz de indicadores

ÍTEM	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	VALOR ACTUAL	VALOR META	HERRAMIENTA
CR2	No existe un plan de mantenimiento	Porcentaje de horas paradas	$\frac{H \text{ (horas paradas)}}{i \text{ (horas disponibles)}} \times 100\%$	85%	46%	Mantenimiento centrado en la confiabilidad
CR4	Falta de una planificación de la producción	Porcentaje de demanda insatisfecha	$\frac{i \text{ (demanda insatisfecha)}}{h \text{ (demanda total)}} \times 100\%$	20%	5%	Material Requirements Planning
CR5	Falta de estandarización del proceso productivo	Porcentaje de tiempos muertos	$\frac{H \text{ (tiempos muertos)}}{i \text{ (tiempo total)}} \times 100\%$	25%	5%	Estudio de tiempos
CR6	Falta de orden y limpieza	Porcentaje de tiempo de búsqueda	$\frac{H \text{ (tiempo de búsqueda)}}{i \text{ (tiempo total)}} \times 100\%$	5%	1%	Metodología 5S
CR8	No hay un programa de personal de mantenimiento	Porcentaje de horas extra por mantenimiento	$\frac{H \text{ (horas extra)}}{i \text{ (horas disponibles)}} \times 100\%$	85%	15%	Mantenimiento centrado en la confiabilidad

## 2.7. Propuesta de implementación

### a. Propuesta de implementación de sistema RCM

#### a.1. Listado y codificación de equipos

A continuación, se procede a realizar la codificación de los materiales y equipos a utilizar en el proceso productivo de arándanos.

**Tabla 21.**

*Lista de código de equipos y materiales*

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Frec.</b>
10045290	ACEITE REFRIGERANTE QWERL 531 BIO SP	4
10048463	BOLSA POLIPROPILENO 1000KG (BIG BAG)	11
10043121	DURMIENTE 16 X 22 X 180 CM MADERA TI	2
10050379	GRASA DE COMPLEJO DE LITIO NLGI 2 CON EP	11
10050382	GRASA NLGI 2 SINTETICA PARA RODAMIEN	7
10055773	ACEITE ISO VG 46 HIDRAULICO ANTINFLA	10
10033093	RODAMIENTO PISTA SKF L313812	6
10044219	GUANTE CUERO CROMADO 14 PULGADA SIN.	12
10090557	ANILLO RODAMIENTO REF SKF L313893	6
10040670	SPECTRUS NX 1100 MATPEL	3
10045269	FLUIDO HIDRAULICO SINTETICO BIODEGRA	6
10044236	GUANTE CUERO TIPO 114 CORTO RIBETE D	12
10023485	ACEITE ISO VG 68 MINERAL HIDRAULICO	8
10090556	RODAMIENTO REF SKF 23936CCC3W33	9
10055181	BOQUILLA TUBO SAL. P/1/2" PL.TAHE-102-11	10
10056809	ANEL LABERINTO DES 1020 MC1005016004	4
10041902	DESENGRASANTE BASE DERIVADO DE PETRO	10
10044220	GUANTE 14 PG, RAYON ALUMINIZADO	11
10046796	POLAINAS DE CUERO COLOR MARRON	11
10045313	PAÑO DE LIMPIEZA 30X40 CM RAYON-POLI	12
10050383	GRASA NLGI 2 PARA RODAMIENTOS A 150°C	10
10051793	TRAJE DE PROTECCION PERSONAL TALLA L	12
10291957	ZAPATA PL MANT-1307	0
10293259	ELECTROFRENO STEARNS 1087041YOEQF 440VAC	3
10055135	INSERTO 29 X 13 MM ACERO INOX AISI 3	0
10047317	RETEN 200X230X15 MM DIN 3760 HDS7H	6
10047098	PROTECTOR DE OIDO MSA 216752	11
10192162	BOQUILLA Ø35mm ES-2	0
10051766	PAÑO ABSORBENTE 40X50CM P/LIQ. NO-AG	11
10040875	MANDIL DE CUERO CROMADO 90 CM LG X 6	11
10054088	BOQUILLA Ø23mm ES-1	9
10162036	AGUA DEIONIZADA 1000L SIN GAS	3
10053821	GUIA DE SALIDA DE CAJA TERMINADORA(T	6
10044221	GUANTE CUERO CROMADO TIPO A" REFORZADO	11
10047687	RODILLO DE DESGASTE 35X70X35 AISI D6	11

## a.2. Determinación del contexto operativo y estándares de funcionamiento

### **Máquina:**

Banda transportadora de proceso lineal

### **Propósito:**

Una cinta transportadora es un sistema de transporte continuo que se utiliza para trasladar mercancía de un punto a otro formado y que está formado por, una banda (que puede ser continua o modular) que se mueve entre dos tambores, un tambor motriz (que es el que genera el movimiento) y un tambor tensor (que genera la tensión en la banda o cadena).

La banda transportadora está compuesta por un conjunto de rodillos y tres niveles: Lado transparente (Tejido con impregnación de poliuretano – TPU), Núcleo tracción (Poliamida – PA) y Lado de deslizamiento (Tejido con impregnación de elastómero sintético).

### **Descripción general del proceso**

La banda transportadora recibe las jabs de arándanos y son deslizadas a través de un punto de entrada; las cuales son niveladas a nivel 0 para que luego de ello, el personal de planta pueda seleccionar el material que se encuentra apto para ser consumido; es decir, que no presente indicios de machucones, pudrición, hongo, heridas abiertas, ni exceso de maduración.

### **Descripción específica del proceso**

- Espesor total = 3.40 mm
- Peso = 3.70 kg/m<sup>3</sup>
- Tracción 1% de alargamiento = 20 N/mm
- Tracción máx. admisible = 40 N/mm
- Resistencia a la temperatura = -10 °C (Min) – 100 °C (Max)

## a.3. Definición de funciones

- El funcionamiento de una cinta transportadora consiste en el movimiento de la banda o cinta, montado sobre unas plataformas de dimensiones variables y que pueden contar con distintos tipos de accesorios (guardas laterales, topes, desviadores, barandillas, ruedas y otro tipo de accesorios neumáticos o mecánicos).
- La velocidad y capacidad de carga de estos dependerán tanto de las características del material a desplazar como del tipo de cinta transportadora.
- Aunque su principio básico de funcionamiento pueda parecer que es muy simple (el movimiento de una banda debido al giro de los tambores o poleas que a su vez son accionados por un motor); el sistema de una cinta transportadora utilizada en la industria es bastante más complejo y llevan aparejado un importante desarrollo tecnológico con aplicaciones técnicas realmente innovadoras.

### a.3.1. Elementos que conforman las cintas transportadoras

- **Cinta:** Uno de los principales materiales utilizados en la cinta es la tela engomada, pero pueden tener diversas composiciones, principalmente los derivados del caucho. También podemos encontrar bandas modulares plásticas, realizadas en poliéster, PVC, poliamida, acetal, etc. Esto permite disponer de cintas transportadoras para muy diversos usos.
- **Tambores:** Los tambores son los rodillos que, con su giro, provocan el avance de la banda debido a la fricción de esta sobre ellos (transmisión de banda) o por la acción de piñones y bandas dentadas (transmisión de cadena).
- **Motor:** Según la localización del tambor motriz, podemos encontrar motorización en cabezal o frontal y motorización central. La potencia y características del motor dependerán del tipo de cinta transportadora y su uso. Igualmente, la capacidad de automatización de su funcionamiento será un aspecto muy importante en algunos sistemas de producción.
- **Estructura:** Los bastidores sobre los que se monta y se desplaza la banda transportadora están formados por una estructura normalmente metálica (acero pintado, cincado, acero inoxidable, el perfil de aluminio, etc.). Esta puede variar en longitud, altura y forma.

### a.3.2. Análisis de criticidad y selección de componente

- Componente Cinta

**Tabla 22.**

Ponderación de criticidad de componente cinta

Factores ponderados	Valores
Frecuencia de fallas	1
Impacto operacional	7
Flexibilidad operacional	1
Costos de mantenimiento	1
Impacto	1
Consecuencias	9
Criticidad total	9

- Componente Motor

**Tabla 23.**

Ponderación de criticidad de componente Motor

Factores ponderados	Valores
Frecuencia de fallas	4
Impacto operacional	7
Flexibilidad operacional	2
Costos de mantenimiento	2
Impacto	5
Consecuencias	21
Criticidad total	84

- Componente Tambor

**Tabla 24.**

Ponderación de criticidad de componente Tambor

<b>Factores ponderados</b>	<b>Valores</b>
<b>Frecuencia de fallas</b>	3
<b>Impacto operacional</b>	7
<b>Flexibilidad operacional</b>	2
<b>Costos de mantenimiento</b>	2
<b>Impacto</b>	5
<b>Consecuencias</b>	21
<b>Criticidad total</b>	63

- Componente Estructura

**Tabla 25.**

Ponderación de criticidad de componente Estructura

<b>Factores ponderados</b>	<b>Valores</b>
<b>Frecuencia de fallas</b>	2
<b>Impacto operacional</b>	7
<b>Flexibilidad operacional</b>	2
<b>Costos de mantenimiento</b>	1
<b>Impacto</b>	5
<b>Consecuencias</b>	20
<b>Criticidad total</b>	40

Según el análisis de criticidad visto con anterioridad, se pudo determinar que el componente con mayor relevancia para el proceso resulta siendo el motor del equipo.

#### a.4. Análisis de fallas funcionales

**Tabla 26.**

Fallas funcionales

<b>Función del proceso</b>	<b>Fallas funcionales</b>
<b>Circuito eléctrico y placa de bornes</b>	Motor no arranca
<b>Estator y tensiones</b>	Motor arranca, pero no alcanza la velocidad nominal
<b>Bobinado</b>	Corriente absorbida en funcionamiento es excesiva
<b>Resistencias</b>	Corriente absorbida en el arranque es excesiva
<b>Estator</b>	Motor se calienta exageradamente
<b>Ventilador</b>	Motor humea y se sobrecalienta
<b>Rotor</b>	Motor produce demasiado ruido

**a.5. AMEF**
**Tabla 27.**

Análisis AMFE – Parte 01

Función del proceso	Modo de falla	Efecto de la falla potencial	G	Tipo	Causa potencial de falla	O	Verificación y/o control actual	D	NPR	Acciones recomendadas	Área responsable	Resultados de las acciones				
												Acciones realizadas	G	O	D	NPR
Circuito rotórico y placa de bornes	Ruido, vibración	Motor no arranca	9	S	No llega corriente al motor.	8	Verificar funciones en la red, fusibles, contactos conexiones del motor.	8	576	Mantenimiento preventivo en fusibles, contactos y conexiones del motor.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	4	2	3	24
					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el motor ronco y no llega a arrancar, le falta una fase.</li> <li>• Tensión insuficiente o carga excesiva</li> </ul>	8	Verificar la correcta conexión, estrella o triángulo, en su placa de bornes y la carga de motor			Mantenimiento preventivo en conexiones según su tipo, placa de bornes y revisión de carga del motor.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	2	3	2	12
					Si el motor es de anillos y el ruido es normal y no arranca, el circuito rotórico está mal.	8	Verificar tensiones rotóricas, contacto de las escobillas y circuito de las resistencias de arranque (conductores y resistencias).			Mantenimiento preventivo en contacto de escobillas y circuito de resistencias de arranque.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	2	4	1	8
					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devanado a masa</li> <li>• Circuito exterior o devanado cortado.</li> </ul>	8	Verificar aislamiento de los devanados			Mantenimiento preventivo en devanados.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	6	4	3	72
Estator y tensiones	Reducción de la velocidad del motor	Motor arranca, pero no alcanza la velocidad nominal	7	S	Tensión insuficiente o caída de tensión excesiva.	6	Verificar tensión de red y sección de línea.	5	210	Mantenimiento preventivo en puntos de energía.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	6	5	4	120
					Fase del estator cortada.	6	Verificar tensión y devanado.			Mantenimiento preventivo en devanados.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	6	5	4	120
					Si el motor es de anillos, han quedado resistencias intercaladas.	6	Verificar circuitos de arranque.			Mantenimiento preventivo en circuitos de arranque.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	6	5	4	120
					Si el motor es de anillos, ruptura del circuito de arranque rotórico.	6	Verificar conexiones, resistencias, escobillas y devanado.			Mantenimiento preventivo en resistencias y escobillas.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	6	5	4	120
					Cortocircuito o devanado a masa	6	Verificar devanados y reparar			Mantenimiento preventivo en devanados.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	6	5	4	120

Tabla 28.  
Análisis AMFE – Parte 02

Función del proceso	Modo de falla	Efecto de la falla potencial	G	Tipo	Causa potencial de falla	O	Verificación y/o control actual	D	NPR	Acciones recomendadas	Área responsable	Resultados de las acciones				
												Acciones realizadas	G	O	D	NPR
Bobinado	Exceso de velocidad y funcionamiento	Corriente absorbida en funcionamiento es excesiva	6	I	Máquina accionada agarrotada o carga excesiva.	5	Verificar de carga y sustituir motor si este es pequeño.	5	150	Mantenimiento preventivo en carga de motor.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	4	3	3	36
					Si el motor ronco y las intensidades de las tres fases son desiguales, cortocircuito en el estator.	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar aislamiento y reparar o rebobinar el motor.</li> <li>• Verificar anillos, escobillas y circuito de resistencias.</li> </ul>	5	150	Mantenimiento preventivo en anillos, escobillas y circuito de resistencias.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	4	3	3	36
					Si el motor es de anillos, cortocircuito en el circuito rotórico	5	Verificar devanado rotórico y reparar.	5	150	Mantenimiento preventivo en devanado rotórico.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	4	3	3	36
Resistencia	Exceso de corriente	Corriente absorbida en el arranque es excesiva	6	I	Par resistente muy grande.	5	Verificar la carga del motor.	9	729	Mantenimiento preventivo en carga de motor.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	4	3	3	36
					Si el motor es de anillos, resistencias rotóricas mal calculadas o cortocircuitos.	5	Verificar resistencias y posibles cortocircuitos en resistencias y devanado rotórico.	9	729	Mantenimiento preventivo en resistencias y posibles cortocircuitos.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	4	3	3	36
Estator	Incremento de la temperatura	Motor se calienta exageradamente	9	C	Motor sobrecargado.	9	Verificar carga.	7	392	Mantenimiento preventivo en carga de motor.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	5	5	5	125
					Ventilación incorrecta.	9	Verificar y limpiar rejillas y ranuras de ventilación.	7	392	Mantenimiento preventivo en rejillas y ranuras de ventilación.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	5	5	5	125
					Si el motor se calienta en vacío, conexión defectuosa.	9	Verificar las conexiones de la placa de bornes.	7	392	Mantenimiento preventivo de placa de bornes.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	5	5	5	125
					Cortocircuito en el estator.	9	Verificar devanado estático.	7	392	Mantenimiento preventivo en devanado estático.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	5	5	5	125
					Tensión de red excesiva.	9	Verificar tensión y corregir.	7	392	Mantenimiento preventivo en punto de tensión.	Área de mantenimiento	Inspecciones, verificaciones y mantenimiento predictivo.	5	5	5	125

**Tabla 29.**  
**Análisis AMFE – Parte 03**

Función del proceso	Modo de falla	Efecto de la falla potencial	G	Tipo	Causa potencial de falla	O	Verificación y/o control actual	D	NPR	Acciones recomendadas	Área responsable	Resultados de las acciones				
												Acciones realizadas	G	O	D	NPR
Ventilador	Incremento de la temperatura	Motor humea y se sobrecalienta	8	S	Cortocircuito directo o de un número excesivo de espiras en cualquiera de sus devanados.	7	Verificar devanados y reparar o rebobinar.	7	392	Mantenimiento preventivo en devanados.	Área de mantenimiento	y	4	4	3	48
					Mala ventilación del motor.	7	Mantener siempre limpios los circuitos de ventilación.	7	392	Mantenimiento preventivo en circuitos de ventilación.	Área de mantenimiento	y	4	4	3	48
Rotor	Ruido	Motor produce demasiado ruido	6	I	Vibraciones de ciertos órganos.	6	Lanzar y desconectar el motor y si el ruido persiste.	5	180	Mantenimiento preventivo en punto de ventilación.	Área de mantenimiento	y	4	4	3	48
					Si el ruido es solamente en reposo y no en marcha, cortocircuito en el rotor.	• 6	• Verificar fijaciones y cojinetes. • Verificar devanado rotórico y reparar.	5	180	Mantenimiento preventivo en devanado.	Área de mantenimiento	y	4	4	3	48
					Si el ruido cesa al cortar la corriente, entrehierro irregular.	6	Verificar cojinetes y rotor.	5	180	Mantenimiento preventivo en cojinetes y rotor.	Área de mantenimiento	y	4	4	3	48
					Barra del rotor desoldada o rota.	6	Verificar barras del rotor.	5	180	Mantenimiento preventivo en rotor.	Área de mantenimiento	y	4	4	3	48

**a.6. Selección de tareas y periodicidad**
**Tabla 30.** Definición de tareas y periodicidad

<b>Función del proceso</b>	<b>Modo de falla</b>	<b>Verificación y/o control actual</b>	<b>Intervalo Inicial (a = año, m = mes, s= semana, d = día) A realizarse por</b>	<b>A realizarse por</b>
Bobinado	Exceso de velocidad y funcionamiento	Verificar de carga y sustituir motor si este es pequeño.	S	ELE
		Verificar aislamiento y reparar o rebobinar el motor.	S	ELE
		Verificar anillos, escobillas y circuito de resistencias.	S	ELE
		Verificar devanado rotórico y reparar.	A	ELE
Resistencia	Exceso de corriente	Verificar la carga del motor.	S	ELE
		Verificar resistencias y posibles cortocircuitos en resistencias y devanado rotórico.	S	ELE
Estator	Incremento de la temperatura	Verificar carga.	D	ELE
		Verificar y limpiar rejillas y ranuras de ventilación.	S	ELE
		Verificar las conexiones de la placa de bornes.	S	ELE
		Verificar devanado estatórico.	D	MANT
		Verificar tensión y corregir.	D	MANT
Circuito rotórico y placa de bornes	Motor no arranca	Verificar funciones en la red, fusibles, contactos conexiones del motor.	D	MANT
		Verificar la correcta conexión, estrella o triángulo, en su placa de bornes y la carga de motor	D	MANT
		Verificar tensiones rotóricas, contacto de las escobillas y circuito de las resistencias de arranque (conductores y resistencias).	D	MANT
		Verificar aislamiento de los devanados	D	MANT
Estator y tensiones	Motor arranca, pero no alcanza la velocidad nominal	Verificar tensión de red y sección de línea.	S	ELE
		Verificar tensión y devanado.	S	ELE
		Verificar circuitos de arranque.	S	ELE
		Verificar conexiones, resistencias, escobillas y devanado.	S	ELE
		Verificar devanados y reparar	S	ELE
Ventilador	Motor humea y se sobrecalienta	Verificar devanados y reparar o rebobinar.	S	ELE
		Mantener siempre limpios los circuitos de ventilación.	S	ELE
Rotor	Motor produce demasiado ruido	Lanzar y desconectar el motor y si el ruido persiste.	S	MANT
		Verificar fijaciones y cojinetes.	S	MANT

**a.7. Plan de mantenimiento**
**Tabla 31.**

Plan de mantenimiento

<b>Función del proceso</b>	<b>Modo de falla</b>	<b>Verificación y/o control actual</b>	<b>Intervalo Inicial</b>	<b>A realizarse por</b>	<b>En operación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Horas-hombre</b>
Bobinado	Exceso de velocidad y funcionamiento	Verificar de carga y sustituir motor si este es pequeño.	S	ELE	N	2	2
		Verificar aislamiento y reparar o rebobinar el motor.	S	ELE	N	2	3
		Verificar anillos, escobillas y circuito de resistencias.	S	ELE	N	1	2
		Verificar devanado rotórico y reparar.	A	ELE	N	2	1
Resistencia	Exceso de corriente	Verificar la carga del motor.	S	ELE	N	1	2
		Verificar resistencias y posibles cortocircuitos en resistencias y devanado rotórico.	S	ELE	N	1	2
Estator	Incremento de la temperatura	Verificar carga.	D	ELE	N	1	1
		Verificar y limpiar rejillas y ranuras de ventilación.	S	ELE	N	1	1
		Verificar las conexiones de la placa de bornes.	S	ELE	N	1	1
		Verificar devanado estático.	D	MANT	N	1	1
		Verificar tensión y corregir.	D	MANT	N	1	1
Circuito rotórico y placa de bornes	Motor no arranca	Verificar funciones en la red, fusibles, contactos conexiones del motor.	D	MANT	N	1	1
		Verificar la correcta conexión, estrella o triángulo, en su placa de bornes y la carga de motor	D	MANT	N	1	2
		Verificar tensiones rotóricas, contacto de las escobillas y circuito de las resistencias de arranque (conductores y resistencias).	D	MANT	N	2	1
		Verificar aislamiento de los devanados	D	MANT	N	2	1
Estator y tensiones	Motor arranca, pero no alcanza la velocidad nominal	Verificar tensión de red y sección de línea.	S	ELE	N	1	1
		Verificar tensión y devanado.	S	ELE	N	1	1
		Verificar circuitos de arranque.	S	ELE	N	1	1
		Verificar conexiones, resistencias, escobillas y devanado.	S	ELE	N	1	1
		Verificar devanados y reparar	S	ELE	N	1	1
Ventilador	Motor humea y se sobrecalienta	Verificar devanados y reparar o rebobinar.	S	ELE	N	1	1
		Mantener siempre limpios los circuitos de ventilación.	S	ELE	N	1	1
Rotor	Motor produce demasiado ruido	Lanzar y desconectar el motor y si el ruido persiste.	S	MANT	N	1	1
		Verificar fijaciones y cojinetes.	S	MANT	N	1	1
		Verificar devanado rotórico y reparar.	S	ELE	N	1	2
		Verificar cojinetes y rotor.	S	ELE	N	1	2
		Verificar barras del rotor.	S	ELE	N	1	2

**b. Propuesta de implementación de MRP**

**b.1. Datos generales**

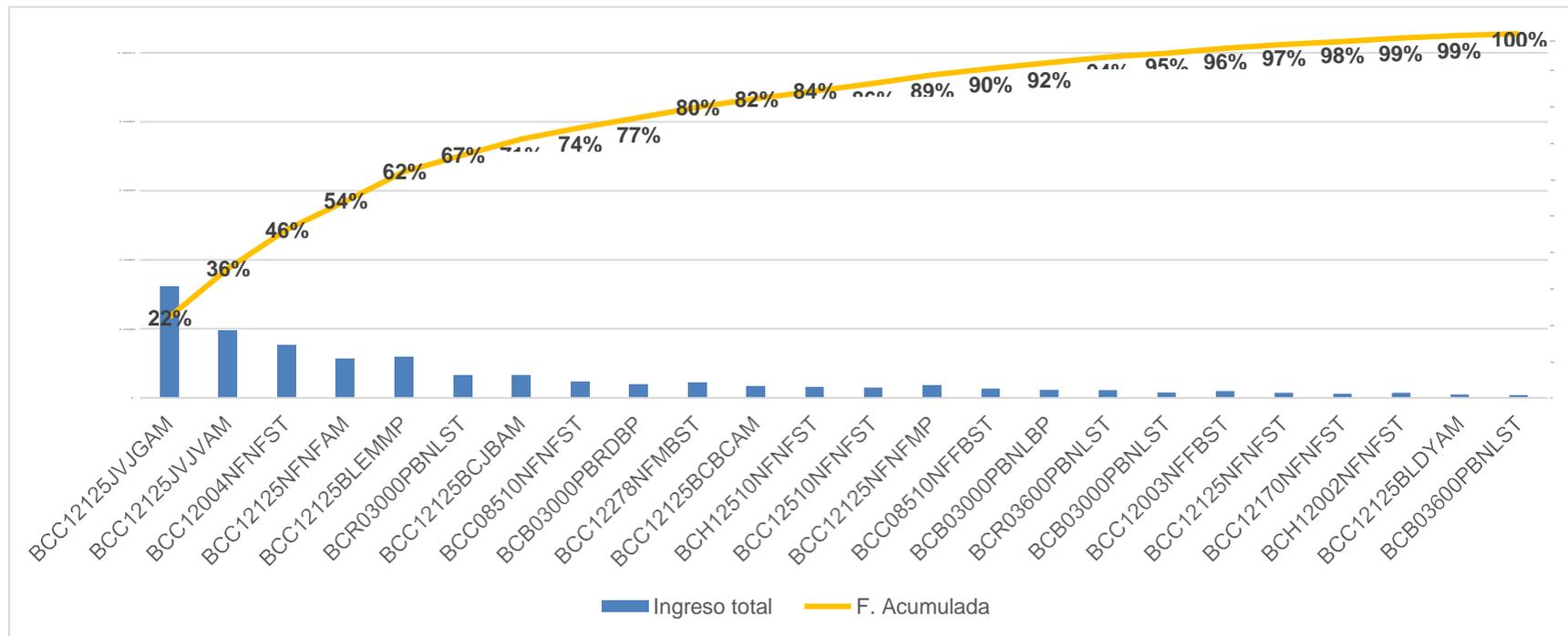
Para determinar el desarrollo de la propuesta de implementación de MRP; se ha procedido a identificar algunos datos claves correspondientes al proceso productivo.

**A. PRODUCTOS POR PLANIFICAR**

Se ha realizado el análisis histórico de ventas de los principales SKU's que se consideran como productos de alta rotación; dentro de los cuales se ha establecido el volumen total de ventas y su porcentaje de representación.

**Figura N°19**

Pareto de SKU's con mayor rotación



Identificando que los 06 primeros SKU's representan el 67% de las ventas que se han tenido entre los productos de mayor rotación.

**B. PRODUCCIÓN DESAGREGADA (12 MESES)**

Posterior a ello, se ha establecido a identificar el volumen desagregado en TN por SKU durante el periodo de Enero a Diciembre 2020.

**Tabla 32.**

Pronóstico desagregado

PRODUCTOS ELABORADOS	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20	TOTAL
<b>BCC12125JVJGAM</b>	30,392	24,978	35,160	69,633	122,037	84,010	65,401	64,715	61,059	96,502	122,288	35,043	811,220
<b>BCC12125JVJVAM</b>	24,741	2,762	31,164	42,191	41,968	36,020	44,366	62,567	54,545	37,625	26,371	22,243	426,562
<b>BCC12004NFNST</b>	11,754	14,121	8,336	32,724	20,953	24,214	18,773	18,521	28,304	25,211	23,587	9,860	236,358
<b>BCC12125NFNFAM</b>	10,552	15,843	17,460	49,062	34,210	35,662	48,520	26,462	38,638	33,150	37,279	10,839	357,678
<b>BCC12125BLEMMP</b>	5,751	8,663	7,777	14,132	10,607	9,481	8,349	16,317	10,596	18,283	12,137	6,116	128,209
<b>BCR03000PBNLST</b>	6,794	8,807	6,965	13,106	22,577	25,566	22,182	37,041	25,083	28,638	12,789	16,119	225,669

**C. DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Tabla 33.**

Datos complementarios

PRODUCTOS ELABORADOS	Ponderación	Capacidad	Utilidad por kilogramo	Costo de tercerización	Precio de venta	Costo total	Costo de MO en TN x kg	Costo de MO en TE x kg
BCC12125JVJGAM	0.17	1,750.00	0.90	0.70	2.85	1.95	0.01	0.01
BCC12125JVJVAM	0.10	1,850.00	0.60	0.40	3.30	2.70	0.01	0.01
BCC12004NFNFST	0.14	1,700.00	0.50	0.30	2.00	1.50	0.01	0.01
BCC12125NFNFAM	0.05	1,050.00	0.74	0.54	4.50	3.76	0.01	0.01
BCC12125BLEMMP	0.09	1,500.00	1.00	0.80	1.95	0.95	0.01	0.01
BCR03000PBNLST	0.07	1,650.00	0.84	0.64	2.50	1.66	0.01	0.01

Después de identificar la ponderación por SKU's, se ha establecido los siguientes datos.

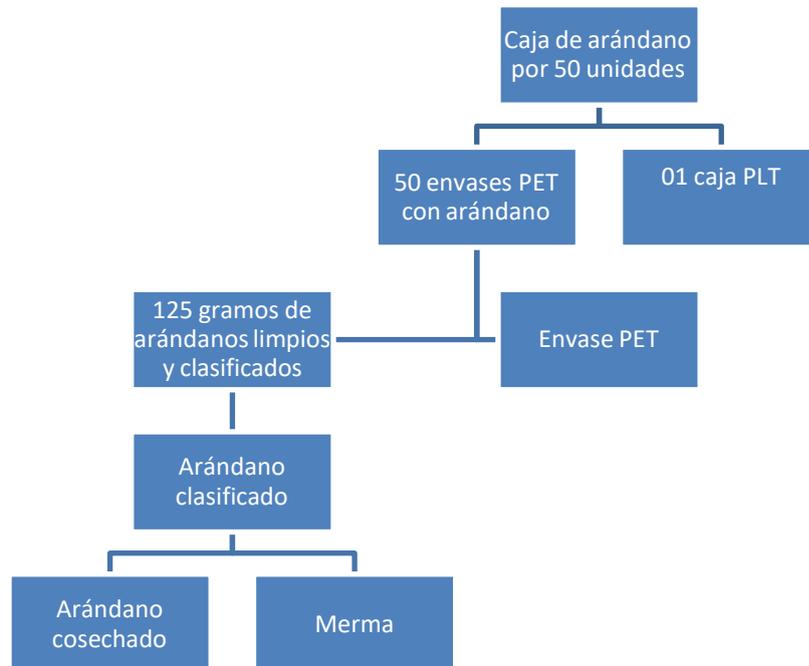
**Tabla 34.**

Datos complementarios – 1

<b>Capacidad de producción ponderada</b>	<b>1,030</b>	<b>kg/hr</b>
<b>Utilidad ponderada</b>	0.47	soles/kg
<b>Costo de tercerización ponderado</b>	0.35	soles/kg
<b>Costo de total ponderado</b>	1.21	soles/kg
<b>Costo de MO en TN x kg</b>	0.01	soles/kg
<b>Costo de MO en TE x kg</b>	0.01	soles/kg

## b.2. Explosión de materiales

A continuación, se procede a definir la explosión de materiales para dichos SKU's.



**Figura 17.** Explosión de materiales de arándanos

## b.3. Pronósticos

A continuación, se detallan los pronósticos que se han analizado para cada SKU:

- Promedio simple de 3 y 4 meses
- Promedio ponderado de 3 y 4 meses
- Suavizado exponencial
- Regresión simple
- Regresión cuadrática
- Pronóstico estacional.

- **Promedios simples y ponderados**

A continuación, se detallan los promedios simples (03 y 04 meses) y promedios ponderados (03 y 04 meses).

**Tabla 35.**

Pronóstico según promedios simples (03-04 meses) y promedios ponderados (03-04 meses)

PRODUCTOS	SKU 01	PROM.	PROM.	PROM.	PROM
		SIMPL	SIMPL	POND.	POND.
		3M	4M	3M	4M
Ene-20	24,741				
Feb-20	2,762				
Mar-20	31,164				
Abr-20	42,191	19,555		21,359	
May-20	41,968	25,372	25,214	30,997	28,931
Jun-20	36,020	38,441	29,521	39,874	33,982
Jul-20	44,366	40,060	37,836	39,038	38,013
Ago-20	62,567	40,785	41,136	41,382	41,473
Set-20	54,545	47,651	46,230	51,797	49,617
Oct-20	37,625	53,826	49,374	54,916	51,736
Nov-20	26,371	51,579	49,776	47,689	47,854
Dic-20	22,243	39,514	45,277	35,382	40,249
<b>Ene-21</b>		<b>28,746</b>	<b>35,196</b>	<b>26,558</b>	<b>31,197</b>

Posterior a ello, se establece el valor DAM para el SKU 01.

**Tabla 36.**

DAM Pronóstico simple y ponderado – SKU 01

**DAM - SKU 01**

PROM.	PROM.	PROM.	PROM
SIMPL	SIMPL	POND.	POND.
3M	4M	3M	4M
14813	14715	12963	12631

**Tabla 37.**

Pronóstico según promedios simples (03-04 meses) y promedios ponderados (03-04 meses)

PRODUCTOS	SKU 02	PROM.	PROM.	PROM.	PROM
		SIMPL	SIMPL	POND.	POND.
		3M	4M	3M	4M
Ene-20	11,754				
Feb-20	14,121				
Mar-20	8,336				
Abr-20	32,724	11,404		10,755	
May-20	20,953	18,394	16,734	21,687	19,761
Jun-20	24,214	20,671	19,034	21,961	20,348
Jul-20	18,773	25,964	21,557	24,938	22,719
Ago-20	18,521	21,314	24,166	20,842	22,662
Set-20	28,304	20,503	20,615	19,735	20,087
Oct-20	25,211	21,866	22,453	23,463	23,339
Nov-20	23,587	24,012	22,702	24,801	23,681
Dic-20	9,860	25,701	23,906	25,018	24,176
<b>Ene-21</b>		<b>19,553</b>	<b>21,741</b>	<b>17,048</b>	<b>19,129</b>

Posterior a ello, se establece el valor DAM para el SKU 02.

**Tabla 38.**

DAM Pronóstico simple y ponderado – SKU 02

DAM - SKU 02			
PROM.	PROM.	PROM.	PROM
SIMPL	SIMPL	POND.	POND.
3M	4M	3M	4M
7202	5401	6681	4706

**Tabla 39.**

Pronóstico según promedios simples (03-04 meses) y promedios ponderados (03-04 meses)

PRODUCTOS	SKU 03	PROM.	PROM.	PROM.	PROM
		SIMPL	SIMPL	POND.	POND.
		3M	4M	3M	4M
Ene-20	10,552				
Feb-20	15,843				
Mar-20	17,460				
Abr-20	49,062	14,618		15,593	
May-20	34,210	27,455	23,229	32,938	28,741
Jun-20	35,662	33,577	29,144	35,315	31,818
Jul-20	48,520	39,645	34,098	37,906	35,248
Ago-20	26,462	39,464	41,863	41,801	42,525
Set-20	38,638	36,881	36,214	34,920	34,979
Oct-20	33,150	37,874	37,321	36,962	37,124
Nov-20	37,279	32,750	36,693	33,459	35,490
Dic-20	10,839	36,356	33,882	36,312	34,896
<b>Ene-21</b>		<b>27,089</b>	<b>29,977</b>	<b>23,233</b>	<b>26,081</b>

Posterior a ello, se establece el valor DAM para el SKU 03.

**Tabla 40.**

DAM Pronóstico simple y ponderado – SKU 03

**DAM - SKU 03**

PROM.	PROM.	PROM.	PROM
SIMPL	SIMPL	POND.	POND.
3M	4M	3M	4M
11298	9693	10874	9016

**Tabla 41.**

Pronóstico según promedios simples (03-04 meses) y promedios ponderados (03-04 meses)

PRODUCTOS	SKU 04	PROM.	PROM.	PROM.	PROM
		SIMPL	SIMPL	POND.	POND.
		3M	4M	3M	4M
Ene-20	5,751				
Feb-20	8,663				
Mar-20	7,777				
Abr-20	14,132	7,397		7,638	
May-20	10,607	10,191	9,081	11,132	10,193
Jun-20	9,481	10,839	10,295	11,099	10,631
Jul-20	8,349	11,407	10,499	10,749	10,437
Ago-20	16,317	9,479	10,642	9,140	9,951
Set-20	10,596	11,382	11,188	12,559	12,101
Oct-20	18,283	11,754	11,186	11,863	11,410
Nov-20	12,137	15,065	13,386	15,584	14,478
Dic-20	6,116	13,672	14,333	13,672	13,992
<b>Ene-21</b>		<b>12,179</b>	<b>11,783</b>	<b>10,356</b>	<b>10,727</b>

Posterior a ello, se establece el valor DAM para el SKU 04.

**Tabla 42.**

DAM Pronóstico simple y ponderado – SKU 04

**DAM - SKU 04**

PROM.	PROM.	PROM.	PROM
SIMPL	SIMPL	POND.	POND.
3M	4M	3M	4M
4023	3415	4178	3577

**Tabla 43.**

Pronóstico según promedios simples (03-04 meses) y promedios ponderados (03-04 meses)

PRODUCTOS	SKU 05	PROM.	PROM.	PROM.	PROM
		SIMPL	SIMPL	POND.	POND.
		3M	4M	3M	4M
Ene-20	6,794				
Feb-20	8,807				
Mar-20	6,965				
Abr-20	13,106	7,522		7,484	
May-20	22,577	9,626	8,918	10,404	9,764
Jun-20	25,566	14,216	12,864	16,613	15,022
Jul-20	22,182	20,416	17,054	22,177	19,537
Ago-20	37,041	23,442	20,858	23,276	21,746
Set-20	25,083	28,263	26,842	30,288	28,862
Oct-20	28,638	28,102	27,468	28,090	27,565
Nov-20	12,789	30,254	28,236	29,252	28,462
Dic-20	16,119	22,170	25,888	20,002	22,848
<b>Ene-21</b>		<b>19,182</b>	<b>20,657</b>	<b>17,624</b>	<b>19,135</b>

Posterior a ello, se establece el valor DAM para el SKU 05.

**Tabla 44.**

DAM Pronóstico simple y ponderado – SKU 05

**DAM - SKU 05**

PROM.	PROM.	PROM.	PROM
SIMPL	SIMPL	POND.	POND.
3M	4M	3M	4M
8054	9477	7402	8569

**Tabla 45.**

Pronóstico según promedios simples (03-04 meses) y promedios ponderados (03-04 meses)

PRODUCTOS	SKU 06	PROM.	PROM.	PROM.	PROM.
		SIMPL	SIMPL	POND.	POND.
		3M	4M	3M	4M
Ene-20	4,997				
Feb-20	5,632				
Mar-20	3,299				
Abr-20	10,582	4,643		4,338	
May-20	14,902	6,504	6,128	7,407	6,934
Jun-20	19,097	9,594	8,604	11,286	10,111
Jul-20	26,213	14,861	11,970	16,136	13,976
Ago-20	23,654	20,071	17,699	21,816	19,827
Set-20	17,171	22,988	20,966	23,510	22,069
Oct-20	23,761	22,346	21,534	20,924	20,889
Nov-20	15,996	21,529	22,700	21,763	22,460
Dic-20	2,736	18,976	20,145	18,561	19,321
<b>Ene-21</b>		<b>14,164</b>	<b>14,916</b>	<b>10,919</b>	<b>12,421</b>

Posterior a ello, se establece el valor DAM para el SKU 06.

**Tabla 46.**

DAM Pronóstico simple y ponderado – SKU 06

**DAM - SKU 06**

PROM.	PROM.	PROM.	PROM.
SIMPL	SIMPL	POND.	POND.
3M	4M	3M	4M
7531	8700	7137	7980

- **Suavizado exponencial**

A continuación, se detallan los pronósticos según suavizado exponencial con el valor alfa que obtuvo el valor DAM más bajo.

**Tabla 47.**

Pronóstico suavizado exponencial – SKU 01

<b>Alfa</b>	0.9
-------------	-----

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>SKU 01</b>	<b>Suavizado exponencial</b>
<b>2016</b>	<b>Enero</b>	<b>24,741</b>	35,547
	<b>Febrero</b>	<b>2,762</b>	25,821
	<b>Marzo</b>	<b>31,164</b>	5,067
	<b>Abril</b>	<b>42,191</b>	28,554
	<b>Mayo</b>	<b>41,968</b>	40,827
	<b>Junio</b>	<b>36,020</b>	41,854
	<b>Julio</b>	<b>44,366</b>	36,603
	<b>Agosto</b>	<b>62,567</b>	43,589
	<b>Setiembre</b>	<b>54,545</b>	60,669
	<b>Octubre</b>	<b>37,625</b>	55,158
	<b>Noviembre</b>	<b>26,371</b>	39,378
	<b>Diciembre</b>	<b>22,243</b>	27,672

**Tabla 48.**

Pronóstico suavizado exponencial – SKU 02

<b>Alfa</b>	0.4
-------------	-----

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>SKU 02</b>	<b>Suavizado exponencial</b>
<b>2016</b>	<b>Enero</b>	<b>11,754</b>	19,697
	<b>Febrero</b>	<b>14,121</b>	16,519
	<b>Marzo</b>	<b>8,336</b>	15,560
	<b>Abril</b>	<b>32,724</b>	12,670
	<b>Mayo</b>	<b>20,953</b>	20,692
	<b>Junio</b>	<b>24,214</b>	20,796
	<b>Julio</b>	<b>18,773</b>	22,164
	<b>Agosto</b>	<b>18,521</b>	20,807
	<b>Setiembre</b>	<b>28,304</b>	19,893
	<b>Octubre</b>	<b>25,211</b>	23,257
	<b>Noviembre</b>	<b>23,587</b>	24,039
	<b>Diciembre</b>	<b>9,860</b>	23,858

**Tabla 49.**

Pronóstico suavizado exponencial – SKU 03

<b>Alfa</b>	0.5
-------------	-----

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>SKU 03</b>	<b>Suavizado exponencial</b>
<b>2016</b>	<b>Enero</b>	<b>10,552</b>	29,806
	<b>Febrero</b>	<b>15,843</b>	20,179
	<b>Marzo</b>	<b>17,460</b>	18,011
	<b>Abril</b>	<b>49,062</b>	17,735
	<b>Mayo</b>	<b>34,210</b>	33,399
	<b>Junio</b>	<b>35,662</b>	33,804
	<b>Julio</b>	<b>48,520</b>	34,733
	<b>Agosto</b>	<b>26,462</b>	41,627
	<b>Setiembre</b>	<b>38,638</b>	34,044
	<b>Octubre</b>	<b>33,150</b>	36,341
	<b>Noviembre</b>	<b>37,279</b>	34,746
	<b>Diciembre</b>	<b>10,839</b>	36,012

**Tabla 50.**

Pronóstico suavizado exponencial – SKU 04

<b>Alfa</b>	0.1
-------------	-----

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>SKU 04</b>	<b>Suavizado exponencial</b>
<b>2016</b>	<b>Enero</b>	<b>5,751</b>	10,684
	<b>Febrero</b>	<b>8,663</b>	10,191
	<b>Marzo</b>	<b>7,777</b>	10,038
	<b>Abril</b>	<b>14,132</b>	9,812
	<b>Mayo</b>	<b>10,607</b>	10,244
	<b>Junio</b>	<b>9,481</b>	10,280
	<b>Julio</b>	<b>8,349</b>	10,200
	<b>Agosto</b>	<b>16,317</b>	10,015
	<b>Setiembre</b>	<b>10,596</b>	10,645
	<b>Octubre</b>	<b>18,283</b>	10,640
	<b>Noviembre</b>	<b>12,137</b>	11,405
	<b>Diciembre</b>	<b>6,116</b>	11,478

**Tabla 51.**

Pronóstico suavizado exponencial – SKU 05

<b>Alfa</b>	0.9
-------------	-----

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>SKU 05</b>	<b>Suavizado exponencial</b>
<b>2016</b>	<b>Enero</b>	<b>6,794</b>	18,806
	<b>Febrero</b>	<b>8,807</b>	7,996
	<b>Marzo</b>	<b>6,965</b>	8,726
	<b>Abril</b>	<b>13,106</b>	7,141
	<b>Mayo</b>	<b>22,577</b>	12,510
	<b>Junio</b>	<b>25,566</b>	21,570
	<b>Julio</b>	<b>22,182</b>	25,166
	<b>Agosto</b>	<b>37,041</b>	22,480
	<b>Setiembre</b>	<b>25,083</b>	35,585
	<b>Octubre</b>	<b>28,638</b>	26,133
	<b>Noviembre</b>	<b>12,789</b>	28,388
	<b>Diciembre</b>	<b>16,119</b>	14,349

**Tabla 52.**

Pronóstico suavizado exponencial – SKU 06

<b>Alfa</b>	0.9
-------------	-----

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>SKU 06</b>	<b>Suavizado exponencial</b>
<b>2016</b>	<b>Enero</b>	<b>4,997</b>	14,003
	<b>Febrero</b>	<b>5,632</b>	5,898
	<b>Marzo</b>	<b>3,299</b>	5,659
	<b>Abril</b>	<b>10,582</b>	3,535
	<b>Mayo</b>	<b>14,902</b>	9,877
	<b>Junio</b>	<b>19,097</b>	14,400
	<b>Julio</b>	<b>26,213</b>	18,627
	<b>Agosto</b>	<b>23,654</b>	25,454
	<b>Setiembre</b>	<b>17,171</b>	23,834
	<b>Octubre</b>	<b>23,761</b>	17,837
	<b>Noviembre</b>	<b>15,996</b>	23,169
	<b>Diciembre</b>	<b>2,736</b>	16,713

Finalmente, se detallan los resultados de valor DAM para cada SKU según el valor de Alfa.

**Tabla 53.**

Valor DAM – Suavizado exponencial

Factor	SKU 1	SKU 2	SKU 3	SKU 4	SKU 5	SKU 6
0.1	12,606	6,236	11,436	3,012	8,365	7,103
0.2	13,657	6,199	11,214	3,043	8,078	7,086
0.3	13,975	6,083	10,984	3,173	7,699	7,157
0.4	13,778	5,983	10,617	3,276	7,470	7,046
0.5	13,527	6,052	10,215	3,493	7,156	6,802
0.6	13,159	6,145	10,308	3,708	6,854	6,505
0.7	12,990	6,277	10,703	3,914	6,698	6,202
0.8	12,767	6,632	11,402	4,115	6,593	6,072
0.9	12,450	7,020	12,193	4,319	6,878	5,960

- **Regresión lineal**

A continuación, se detallan los pronósticos según regresión lineal por cada SKU.

**Tabla 54.**

Regresión lineal – SKU 01

Mes	SKU 1	Reg. Lineal
1	24,741	28,582
2	2,762	29,849
3	31,164	31,115
4	42,191	32,381
5	41,968	33,647
6	36,020	34,914
7	44,366	36,180
8	62,567	37,446
9	54,545	38,712
10	37,625	39,979
11	26,371	41,245
12	22,243	42,511

**Tabla 55.**

Regresión lineal – SKU 02

Mes	SKU 2	Reg. Lineal
1	11,754	16,857
2	14,121	17,373
3	8,336	17,890
4	32,724	18,406
5	20,953	18,922
6	24,214	19,438
7	18,773	19,955
8	18,521	20,471
9	28,304	20,987
10	25,211	21,503
11	23,587	22,020
12	9,860	22,536

**Tabla 56.**

Regresión lineal – SKU 03

Mes	SKU 3	Reg. Lineal
1	10,552	25,125
2	15,843	25,977
3	17,460	26,828
4	49,062	27,679
5	34,210	28,530
6	35,662	29,381
7	48,520	30,232
8	26,462	31,083
9	38,638	31,934
10	33,150	32,785
11	37,279	33,636
12	10,839	34,487

**Tabla 57.**

Regresión lineal – SKU 04

Mes	SKU 4	Reg. Lineal
1	5,751	8,624
2	8,663	8,998
3	7,777	9,373
4	14,132	9,748
5	10,607	10,122
6	9,481	10,497
7	8,349	10,871
8	16,317	11,246
9	10,596	11,621
10	18,283	11,995
11	12,137	12,370
12	6,116	12,745

**Tabla 58.**

Regresión lineal – SKU 05

Mes	SKU 5	Reg. Lineal
1	6,794	11,305
2	8,807	12,669
3	6,965	14,033
4	13,106	15,397
5	22,577	16,760
6	25,566	18,124
7	22,182	19,488
8	37,041	20,851
9	25,083	22,215
10	28,638	23,579
11	12,789	24,942
12	16,119	26,306

**Tabla 59.**

Regresión lineal – SKU 06

Mes	SKU 6	Reg. Lineal
1	4,997	8,658
2	5,632	9,630
3	3,299	10,602
4	10,582	11,574
5	14,902	12,546
6	19,097	13,517
7	26,213	14,489
8	23,654	15,461
9	17,171	16,433
10	23,761	17,405
11	15,996	18,377
12	2,736	19,348

**Tabla 60.**

Resumen de valores DAM y coeficiente de correlación

Factores	SKU 1	SKU 2	SKU 3	SKU 4	SKU 5	SKU 6
Coef. correlación múltiple	0.29	0.25	0.23	0.35	0.52	0.42
Coef. determinación R <sup>2</sup>	0.08	0.06	0.05	0.12	0.27	0.17
Intercepción	27,316.04	16,340.87	24,274.35	8,249.11	9,941.80	7,686.36
(X) Mes	1,266.27	516.26	851.10	374.62	1,363.68	971.84
<b>DAM</b>	<b>11,404</b>	<b>5,620</b>	<b>10,391</b>	<b>2,705</b>	<b>6,679</b>	<b>5,824</b>

- **Regresión cuadrática**

A continuación, se detallan los pronósticos según regresión cuadrática

**Tabla 61.**

Regresión cuadrática – SKU 01

Mes	Mes i2	SKU 1	Reg. Cuadrática
1	1	24,741	33,494
2	4	2,762	33,610
3	9	31,164	33,803
4	16	42,191	34,073
5	25	41,968	34,421
6	36	36,020	34,845
7	49	44,366	35,347
8	64	62,567	35,926
9	81	54,545	36,583
10	100	37,625	37,316
11	121	26,371	38,127
12	144	22,243	39,015

**Tabla 62.**

Regresión cuadrática – SKU 02

Mes	Mes i2	SKU 2	Reg. Cuadrática
1	1	11,754	18,753
2	4	14,121	18,806
3	9	8,336	18,895
4	16	32,724	19,019
5	25	20,953	19,179
6	36	24,214	19,374
7	49	18,773	19,605
8	64	18,521	19,871
9	81	28,304	20,173
10	100	25,211	20,510
11	121	23,587	20,882
12	144	9,860	21,290

**Tabla 63.**

Regresión cuadrática – SKU 03

Mes	Mes i2	SKU 3	Reg. Cuadrática
1	1	10,552	29,039
2	4	15,843	29,082
3	9	17,460	29,154
4	16	49,062	29,255
5	25	34,210	29,385
6	36	35,662	29,544
7	49	48,520	29,732
8	64	26,462	29,948
9	81	38,638	30,194
10	100	33,150	30,468
11	121	37,279	30,772
12	144	10,839	31,104

**Tabla 64.**

Regresión cuadrática – SKU 04

Mes	Mes i2	SKU 4	Reg. Cuadrática
1	1	5,751	9,668
2	4	8,663	9,725
3	9	7,777	9,821
4	16	14,132	9,954
5	25	10,607	10,126
6	36	9,481	10,337
7	49	8,349	10,585
8	64	16,317	10,872
9	81	10,596	11,197
10	100	18,283	11,560
11	121	12,137	11,962
12	144	6,116	12,402

**Tabla 65.**

Regresión cuadrática – SKU 05

Mes	Mes i2	SKU 5	Reg. Cuadrática
1	1	6,794	15,059
2	4	8,807	15,270
3	9	6,965	15,623
4	16	13,106	16,116
5	25	22,577	16,750
6	36	25,566	17,525
7	49	22,182	18,442
8	64	37,041	19,499
9	81	25,083	20,697
10	100	28,638	22,036
11	121	12,789	23,516
12	144	16,119	25,137

**Tabla 66.**

Regresión cuadrática – SKU 06

Mes	Mes i2	SKU 6	Reg. Cuadrática
1	1	4,997	11,754
2	4	5,632	11,881
3	9	3,299	12,092
4	16	10,582	12,388
5	25	14,902	12,769
6	36	19,097	13,235
7	49	26,213	13,785
8	64	23,654	14,419
9	81	17,171	15,139
10	100	23,761	15,943
11	121	15,996	16,831
12	144	2,736	17,805

**Tabla 67.**

Resumen de valores DAM y coeficiente de correlación

<b>Factores</b>	<b>SKU 1</b>	<b>SKU 2</b>	<b>SKU 3</b>	<b>SKU 4</b>	<b>SKU 5</b>	<b>SKU 6</b>
Coef. correlación múltiple	0.12	0.11	0.05	0.24	0.36	0.24
Coef. determinación R <sup>2</sup>	0.01	0.01	0.00	0.06	0.13	0.06
Intercepción (X) Mes	33,455.54	18,735.50	29,024.12	9,648.47	14,988.33	11,711.28
<b>DAM</b>	<b>11,795</b>	<b>5,976</b>	<b>11,195</b>	<b>2,833</b>	<b>7,690</b>	<b>6,585</b>

- **Pronóstico estacional**

A continuación, se detallan los pronósticos estacionales de los SKU's.

**Tabla 68.**

Pronóstico estacional – SKU 01

Año	Mes	Ventas	IE	Demanda desestacionalizada	Periodo	Demanda Proyectada	
						Desestacionalizada	Estacionalizada
2018	Ene	30,994	0.68221	45,432	1	44,597	30,424
	Feb	2,721	0.07059	38,545	2	44,357	3,131
	Mar	41,527	0.94222	44,074	3	44,118	41,569
	Abr	50,716	1.22243	41,488	4	43,879	53,639
	May	55,850	1.12943	49,450	5	43,639	49,288
	Jun	34,739	0.94479	36,769	6	43,400	41,004
	Jul	48,713	1.24201	39,221	7	43,160	53,606
	Ago	86,349	1.81967	47,453	8	42,921	78,102
	Sep	69,179	1.53995	44,923	9	42,682	65,728
	Oct	45,035	1.07197	42,011	10	42,442	45,497
	Nov	25,373	0.66756	38,009	11	42,203	28,173
	Dic	27,920	0.66716	41,849	12	41,964	27,996
2019	Ene	26,965	0.68221	39,526	13	41,724	28,465
	Feb	3,075	0.07059	43,559	14	41,485	2,929
	Mar	41,527	0.94222	44,074	15	41,245	38,862
	Abr	55,280	1.22243	45,221	16	41,006	50,127
	May	39,095	1.12943	34,615	17	40,767	46,043
	Jun	43,771	0.94479	46,329	18	40,527	38,290
	Jul	57,481	1.24201	46,281	19	40,288	50,038
	Ago	71,670	1.81967	39,386	20	40,049	72,875
	Sep	62,953	1.53995	40,880	21	39,809	61,304
	Oct	47,287	1.07197	44,112	22	39,570	42,418
	Nov	29,179	0.66756	43,710	23	39,330	26,255
	Dic	30,712	0.66716	46,034	24	39,091	26,080
2020	Ene	24,741	0.68221	36,265	25	38,852	26,505
	Feb	2,762	0.07059	39,119	26	38,612	2,726
	Mar	31,164	0.94222	33,075	27	38,373	36,155
	Abr	42,191	1.22243	34,514	28	38,133	46,616
	May	41,968	1.12943	37,158	29	37,894	42,799
	Jun	36,020	0.94479	38,125	30	37,655	35,576
	Jul	44,366	1.24201	35,721	31	37,415	46,470
	Ago	62,567	1.81967	34,383	32	37,176	67,648
	Sep	54,545	1.53995	35,420	33	36,937	56,881
	Oct	37,625	1.07197	35,099	34	36,697	39,338
	Nov	26,371	0.66756	39,504	35	36,458	24,338
	Dic	22,243	0.66716	33,340	36	36,218	24,164
2021	Ene		0.68221		37	35,979	24,545
	Feb		0.07059		38	35,740	2,523
	Mar		0.94222		39	35,500	33,449
	Abr		1.22243		40	35,261	43,104
	May		1.12943		41	35,022	39,554
	Jun		0.94479		42	34,782	32,862
	Jul		1.24201		43	34,543	42,902
	Ago		1.81967		44	34,303	62,421
	Sep		1.53995		45	34,064	52,457
	Oct		1.07197		46	33,825	36,259
	Nov		0.66756		47	33,585	22,420
	Dic		0.66716		48	33,346	22,247

**Tabla 69.**

Pronóstico estacional – SKU 02

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Ventas</b>	<b>IE</b>	<b>Demanda desestacionalizada</b>	<b>Periodo</b>	<b>Demanda Proyectada Desestacionalizada</b>	<b>Demanda Proyectada Estacionalizada</b>
<b>2018</b>	<b>Ene</b>	19,158	0.58941	32,504	1	31,019	18,283
	<b>Feb</b>	23,280	0.71717	32,461	2	30,679	22,002
	<b>Mar</b>	13,241	0.42428	31,208	3	30,339	12,872
	<b>Abr</b>	44,220	1.76415	25,066	4	29,999	52,922
	<b>May</b>	28,279	1.08341	26,102	5	29,659	32,132
	<b>Jun</b>	36,496	1.21988	29,918	6	29,318	35,765
	<b>Jul</b>	29,175	0.97516	29,918	7	28,978	28,258
	<b>Ago</b>	24,963	0.82059	30,421	8	28,638	23,500
	<b>Sep</b>	40,055	1.47899	27,083	9	28,298	41,852
	<b>Oct</b>	31,946	1.26138	25,326	10	27,958	35,265
	<b>Nov</b>	36,722	1.23173	29,813	11	27,617	34,017
	<b>Dic</b>	13,083	0.43385	30,155	12	27,277	11,834
<b>2019</b>	<b>Ene</b>	13,411	0.58941	22,753	13	26,937	15,877
	<b>Feb</b>	16,529	0.71717	23,047	14	26,597	19,075
	<b>Mar</b>	10,328	0.42428	24,342	15	26,257	11,140
	<b>Abr</b>	55,717	1.76415	31,583	16	25,917	45,721
	<b>May</b>	32,238	1.08341	29,756	17	25,576	27,710
	<b>Jun</b>	31,022	1.21988	25,430	18	25,236	30,785
	<b>Jul</b>	25,382	0.97516	26,029	19	24,896	24,278
	<b>Ago</b>	18,223	0.82059	22,207	20	24,556	20,150
	<b>Sep</b>	42,858	1.47899	28,978	21	24,216	35,815
	<b>Oct</b>	37,696	1.26138	29,885	22	23,875	30,116
	<b>Nov</b>	32,315	1.23173	26,235	23	23,535	28,989
	<b>Dic</b>	9,682	0.43385	22,316	24	23,195	10,063
<b>2020</b>	<b>Ene</b>	11,754	0.58941	19,941	25	22,855	13,471
	<b>Feb</b>	14,121	0.71717	19,690	26	22,515	16,147
	<b>Mar</b>	8,336	0.42428	19,647	27	22,174	9,408
	<b>Abr</b>	32,724	1.76415	18,549	28	21,834	38,519
	<b>May</b>	20,953	1.08341	19,340	29	21,494	23,287
	<b>Jun</b>	24,214	1.21988	19,850	30	21,154	25,805
	<b>Jul</b>	18,773	0.97516	19,251	31	20,814	20,297
	<b>Ago</b>	18,521	0.82059	22,570	32	20,474	16,800
	<b>Sep</b>	28,304	1.47899	19,138	33	20,133	29,777
	<b>Oct</b>	25,211	1.26138	19,987	34	19,793	24,967
	<b>Nov</b>	23,587	1.23173	19,149	35	19,453	23,961
	<b>Dic</b>	9,860	0.43385	22,726	36	19,113	8,292
<b>2021</b>	<b>Ene</b>		0.58941		37	18,773	11,065
	<b>Feb</b>		0.71717		38	18,432	13,219
	<b>Mar</b>		0.42428		39	18,092	7,676
	<b>Abr</b>		1.76415		40	17,752	31,317
	<b>May</b>		1.08341		41	17,412	18,864
	<b>Jun</b>		1.21988		42	17,072	20,825
	<b>Jul</b>		0.97516		43	16,731	16,316
	<b>Ago</b>		0.82059		44	16,391	13,450
	<b>Sep</b>		1.47899		45	16,051	23,739
	<b>Oct</b>		1.26138		46	15,711	19,817
	<b>Nov</b>		1.23173		47	15,371	18,933
	<b>Dic</b>		0.43385		48	15,031	6,521

**Tabla 70.**

Pronóstico estacional – SKU 03

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Ventas</b>	<b>IE</b>	<b>Demanda desestacionalizada</b>	<b>Periodo</b>	<b>Demanda Proyectada Desestacionalizada</b>	<b>Demanda Proyectada Estacionalizada</b>
<b>2018</b>	<b>Ene</b>	11,988	0.30441	39,381	1	38,992	11,870
	<b>Feb</b>	16,559	0.45389	36,482	2	38,714	17,572
	<b>Mar</b>	23,736	0.56690	41,870	3	38,436	21,789
	<b>Abr</b>	66,850	1.80443	37,048	4	38,159	68,855
	<b>May</b>	51,385	1.19220	43,101	5	37,881	45,162
	<b>Jun</b>	39,439	1.16095	33,971	6	37,603	43,655
	<b>Jul</b>	63,704	1.64966	38,616	7	37,326	61,575
	<b>Ago</b>	24,565	0.80300	30,591	8	37,048	29,750
	<b>Sep</b>	47,898	1.25206	38,255	9	36,770	46,039
	<b>Oct</b>	49,739	1.14950	43,270	10	36,493	41,948
	<b>Nov</b>	54,073	1.30932	41,299	11	36,215	47,417
	<b>Dic</b>	12,084	0.35369	34,166	12	35,937	12,711
<b>2019</b>	<b>Ene</b>	8,631	0.30441	28,353	13	35,660	10,855
	<b>Feb</b>	14,075	0.45389	31,010	14	35,382	16,060
	<b>Mar</b>	16,853	0.56690	29,729	15	35,104	19,900
	<b>Abr</b>	68,856	1.80443	38,159	16	34,827	62,842
	<b>May</b>	36,483	1.19220	30,601	17	34,549	41,189
	<b>Jun</b>	43,777	1.16095	37,708	18	34,271	39,787
	<b>Jul</b>	56,696	1.64966	34,368	19	33,994	56,078
	<b>Ago</b>	31,198	0.80300	38,852	20	33,716	27,074
	<b>Sep</b>	41,671	1.25206	33,282	21	33,438	41,867
	<b>Oct</b>	34,817	1.14950	30,289	22	33,161	38,118
	<b>Nov</b>	42,718	1.30932	32,626	23	32,883	43,054
	<b>Dic</b>	13,293	0.35369	37,584	24	32,605	11,532
<b>2020</b>	<b>Ene</b>	10,552	0.30441	34,663	25	32,327	9,841
	<b>Feb</b>	15,843	0.45389	34,905	26	32,050	14,547
	<b>Mar</b>	17,460	0.56690	30,799	27	31,772	18,012
	<b>Abr</b>	49,062	1.80443	27,190	28	31,494	56,829
	<b>May</b>	34,210	1.19220	28,695	29	31,217	37,217
	<b>Jun</b>	35,662	1.16095	30,718	30	30,939	35,919
	<b>Jul</b>	48,520	1.64966	29,412	31	30,661	50,581
	<b>Ago</b>	26,462	0.80300	32,954	32	30,384	24,398
	<b>Sep</b>	38,638	1.25206	30,860	33	30,106	37,695
	<b>Oct</b>	33,150	1.14950	28,838	34	29,828	34,288
	<b>Nov</b>	37,279	1.30932	28,472	35	29,551	38,691
	<b>Dic</b>	10,839	0.35369	30,647	36	29,273	10,353
<b>2021</b>	<b>Ene</b>		0.30441		37	28,995	8,827
	<b>Feb</b>		0.45389		38	28,718	13,035
	<b>Mar</b>		0.56690		39	28,440	16,123
	<b>Abr</b>		1.80443		40	28,162	50,817
	<b>May</b>		1.19220		41	27,885	33,244
	<b>Jun</b>		1.16095		42	27,607	32,050
	<b>Jul</b>		1.64966		43	27,329	45,084
	<b>Ago</b>		0.80300		44	27,052	21,723
	<b>Sep</b>		1.25206		45	26,774	33,523
	<b>Oct</b>		1.14950		46	26,496	30,458
	<b>Nov</b>		1.30932		47	26,219	34,328
	<b>Dic</b>		0.35369		48	25,941	9,175

**Tabla 71.**

Pronóstico estacional – SKU 04

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Ventas</b>	<b>IE</b>	<b>Demanda desestacionalizada</b>	<b>Periodo</b>	<b>Demanda Proyectada Desestacionalizada</b>	<b>Demanda Proyectada Estacionalizada</b>
<b>2018</b>	<b>Ene</b>	6,148	0.56800	10,824	1	12,678	7,201
	<b>Feb</b>	11,401	0.88494	12,883	2	12,619	11,167
	<b>Mar</b>	10,611	0.74555	14,232	3	12,559	9,364
	<b>Abr</b>	18,204	1.29124	14,098	4	12,500	16,140
	<b>May</b>	11,925	0.89133	13,379	5	12,440	11,089
	<b>Jun</b>	10,212	0.89755	11,378	6	12,381	11,113
	<b>Jul</b>	8,623	0.73313	11,762	7	12,321	9,033
	<b>Ago</b>	22,214	1.66995	13,302	8	12,262	20,477
	<b>Sep</b>	10,669	0.90554	11,782	9	12,202	11,050
	<b>Oct</b>	22,166	1.85701	11,936	10	12,143	22,550
	<b>Nov</b>	12,927	1.01043	12,794	11	12,083	12,209
	<b>Dic</b>	5,769	0.54533	10,579	12	12,024	6,557
<b>2019</b>	<b>Ene</b>	7,931	0.56800	13,963	13	11,964	6,796
	<b>Feb</b>	10,831	0.88494	12,239	14	11,905	10,535
	<b>Mar</b>	7,640	0.74555	10,247	15	11,846	8,831
	<b>Abr</b>	12,743	1.29124	9,869	16	11,786	15,219
	<b>May</b>	8,586	0.89133	9,633	17	11,727	10,452
	<b>Jun</b>	11,642	0.89755	12,971	18	11,667	10,472
	<b>Jul</b>	8,623	0.73313	11,762	19	11,608	8,510
	<b>Ago</b>	19,770	1.66995	11,839	20	11,548	19,285
	<b>Sep</b>	10,349	0.90554	11,429	21	11,489	10,403
	<b>Oct</b>	24,383	1.85701	13,130	22	11,429	21,224
	<b>Nov</b>	10,212	1.01043	10,107	23	11,370	11,488
	<b>Dic</b>	7,153	0.54533	13,117	24	11,310	6,168
<b>2020</b>	<b>Ene</b>	5,751	0.56800	10,125	25	11,251	6,390
	<b>Feb</b>	8,663	0.88494	9,789	26	11,191	9,903
	<b>Mar</b>	7,777	0.74555	10,432	27	11,132	8,299
	<b>Abr</b>	14,132	1.29124	10,945	28	11,072	14,297
	<b>May</b>	10,607	0.89133	11,900	29	11,013	9,816
	<b>Jun</b>	9,481	0.89755	10,563	30	10,953	9,831
	<b>Jul</b>	8,349	0.73313	11,388	31	10,894	7,986
	<b>Ago</b>	16,317	1.66995	9,771	32	10,834	18,092
	<b>Sep</b>	10,596	0.90554	11,701	33	10,775	9,757
	<b>Oct</b>	18,283	1.85701	9,845	34	10,715	19,898
	<b>Nov</b>	12,137	1.01043	12,012	35	10,656	10,767
	<b>Dic</b>	6,116	0.54533	11,216	36	10,596	5,778
<b>2021</b>	<b>Ene</b>		0.56800		37	10,537	5,985
	<b>Feb</b>		0.88494		38	10,477	9,272
	<b>Mar</b>		0.74555		39	10,418	7,767
	<b>Abr</b>		1.29124		40	10,358	13,375
	<b>May</b>		0.89133		41	10,299	9,179
	<b>Jun</b>		0.89755		42	10,239	9,190
	<b>Jul</b>		0.73313		43	10,180	7,463
	<b>Ago</b>		1.66995		44	10,120	16,900
	<b>Sep</b>		0.90554		45	10,061	9,110
	<b>Oct</b>		1.85701		46	10,001	18,572
	<b>Nov</b>		1.01043		47	9,942	10,045
	<b>Dic</b>		0.54533		48	9,882	5,389

**Tabla 72.**

Pronóstico estacional – SKU 05

Año	Mes	Ventas	IE	Demanda desestacionalizada	Periodo	Demanda Proyectada Desestacionalizada	Demanda Proyectada Estacionalizada
<b>2018</b>	Ene	7,513	0.30	24,859	1	26,105	7,890
	Feb	12,816	0.47	27,319	2	25,913	12,156
	Mar	6,871	0.32	21,770	3	25,721	8,118
	Abr	17,969	0.64	28,083	4	25,528	16,335
	May	29,612	1.15	25,721	5	25,336	29,169
	Jun	38,575	1.42	27,150	6	25,144	35,724
	Jul	29,539	1.17	25,259	7	24,952	29,180
	Ago	46,434	2.10	22,095	8	24,759	52,034
	Sep	32,977	1.40	23,601	9	24,567	34,326
	Oct	37,093	1.58	23,428	10	24,375	38,593
	Nov	13,378	0.59	22,696	11	24,183	14,254
	Dic	21,278	0.86	24,740	12	23,990	20,633
<b>2019</b>	Ene	6,311	0.30222	20,882	13	23,798	7,192
	Feb	10,381	0.46912	22,129	14	23,606	11,074
	Mar	7,696	0.31562	24,384	15	23,414	7,390
	Abr	12,578	0.63986	19,657	16	23,221	14,859
	May	26,355	1.15129	22,892	17	23,029	26,513
	Jun	32,789	1.42079	23,078	18	22,837	32,447
	Jul	28,062	1.16945	23,996	19	22,645	26,482
	Ago	59,900	2.10158	28,502	20	22,452	47,186
	Sep	37,264	1.39725	26,670	21	22,260	31,103
	Oct	42,286	1.58331	26,707	22	22,068	34,940
	Nov	14,047	0.58945	23,831	23	21,876	12,895
	Dic	21,278	0.86006	24,740	24	21,684	18,649
<b>2020</b>	Ene	6,794	0.30222	22,482	25	21,491	6,495
	Feb	8,807	0.46912	18,774	26	21,299	9,992
	Mar	6,965	0.31562	22,069	27	21,107	6,662
	Abr	13,106	0.63986	20,483	28	20,915	13,382
	May	22,577	1.15129	19,610	29	20,722	23,857
	Jun	25,566	1.42079	17,994	30	20,530	29,169
	Jul	22,182	1.16945	18,968	31	20,338	23,784
	Ago	37,041	2.10158	17,625	32	20,146	42,338
	Sep	25,083	1.39725	17,952	33	19,953	27,880
	Oct	28,638	1.58331	18,088	34	19,761	31,288
	Nov	12,789	0.58945	21,696	35	19,569	11,535
	Dic	16,119	0.86006	18,742	36	19,377	16,665
<b>2021</b>	Ene		0.30222		37	19,184	5,798
	Feb		0.46912		38	18,992	8,910
	Mar		0.31562		39	18,800	5,934
	Abr		0.63986		40	18,608	11,906
	May		1.15129		41	18,415	21,202
	Jun		1.42079		42	18,223	25,891
	Jul		1.16945		43	18,031	21,086
	Ago		2.10158		44	17,839	37,489
	Sep		1.39725		45	17,646	24,656
	Oct		1.58331		46	17,454	27,635
	Nov		0.58945		47	17,262	10,175
	Dic		0.86006		48	17,070	14,681

**Tabla 73.**

Pronóstico estacional – SKU 06

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Ventas</b>	<b>IE</b>	<b>Demanda desestacionalizada</b>	<b>Periodo</b>	<b>Demanda Proyectada Desestacionalizada</b>	<b>Demanda Proyectada Estacionalizada</b>
<b>2018</b>	<b>Ene</b>	5,753	0.32289	17,817	1	18,693	6,036
	<b>Feb</b>	6,605	0.36318	18,187	2	18,558	6,740
	<b>Mar</b>	3,760	0.22782	16,504	3	18,422	4,197
	<b>Abr</b>	13,027	0.68161	19,112	4	18,287	12,464
	<b>May</b>	19,810	1.02437	19,339	5	18,151	18,594
	<b>Jun</b>	22,917	1.42419	16,091	6	18,016	25,658
	<b>Jul</b>	39,865	1.94357	20,511	7	17,881	34,752
	<b>Ago</b>	33,158	1.69501	19,562	8	17,745	30,078
	<b>Sep</b>	21,235	1.14416	18,559	9	17,610	20,149
	<b>Oct</b>	30,447	1.79707	16,943	10	17,474	31,403
	<b>Nov</b>	18,356	1.18501	15,490	11	17,339	20,547
	<b>Dic</b>	3,468	0.19113	18,145	12	17,204	3,288
<b>2019</b>	<b>Ene</b>	5,062	0.32289	15,677	13	17,068	5,511
	<b>Feb</b>	5,548	0.36318	15,276	14	16,933	6,150
	<b>Mar</b>	4,098	0.22782	17,988	15	16,798	3,827
	<b>Abr</b>	9,770	0.68161	14,334	16	16,662	11,357
	<b>May</b>	15,452	1.02437	15,084	17	16,527	16,929
	<b>Jun</b>	27,730	1.42419	19,471	18	16,391	23,344
	<b>Jul</b>	29,101	1.94357	14,973	19	16,256	31,595
	<b>Ago</b>	26,195	1.69501	15,454	20	16,121	27,325
	<b>Sep</b>	17,625	1.14416	15,404	21	15,985	18,290
	<b>Oct</b>	33,796	1.79707	18,806	22	15,850	28,483
	<b>Nov</b>	23,679	1.18501	19,982	23	15,714	18,622
	<b>Dic</b>	3,156	0.19113	16,513	24	15,579	2,978
<b>2020</b>	<b>Ene</b>	4,997	0.32289	15,477	25	15,444	4,987
	<b>Feb</b>	5,632	0.36318	15,508	26	15,308	5,560
	<b>Mar</b>	3,299	0.22782	14,479	27	15,173	3,457
	<b>Abr</b>	10,582	0.68161	15,525	28	15,038	10,250
	<b>May</b>	14,902	1.02437	14,548	29	14,902	15,265
	<b>Jun</b>	19,097	1.42419	13,409	30	14,767	21,031
	<b>Jul</b>	26,213	1.94357	13,487	31	14,631	28,437
	<b>Ago</b>	23,654	1.69501	13,955	32	14,496	24,571
	<b>Sep</b>	17,171	1.14416	15,007	33	14,361	16,431
	<b>Oct</b>	23,761	1.79707	13,222	34	14,225	25,564
	<b>Nov</b>	15,996	1.18501	13,499	35	14,090	16,697
	<b>Dic</b>	2,736	0.19113	14,313	36	13,954	2,667
<b>2021</b>	<b>Ene</b>		0.32289		37	13,819	4,462
	<b>Feb</b>		0.36318		38	13,684	4,970
	<b>Mar</b>		0.22782		39	13,548	3,087
	<b>Abr</b>		0.68161		40	13,413	9,142
	<b>May</b>		1.02437		41	13,278	13,601
	<b>Jun</b>		1.42419		42	13,142	18,717
	<b>Jul</b>		1.94357		43	13,007	25,280
	<b>Ago</b>		1.69501		44	12,871	21,817
	<b>Sep</b>		1.14416		45	12,736	14,572
	<b>Oct</b>		1.79707		46	12,601	22,644
	<b>Nov</b>		1.18501		47	12,465	14,771
	<b>Dic</b>		0.19113		48	12,330	2,357

**Tabla 74.**

Resumen de pronósticos por SKU.

	SKU 01	SKU 02	SKU 03	SKU 04	SKU 05	SKU 06
<b>Promedio Simple 3 meses</b>	14,813	7,202	11,298	4,023	8,054	7,531
<b>Promedio simple 4 meses</b>	14,715	5,401	9,693	3,415	9,477	8,700
<b>Promedio ponderado 3 meses</b>	12,963	6,681	10,874	4,178	7,402	7,137
<b>Promedio ponderado 4 meses</b>	12,631	4,706	9,016	3,577	8,569	7,980
<b>Suavizado exponencial</b>	12,450	5,983	10,215	3,012	6,593	5,960
<b>Regresión lineal</b>	11,404	5,620	10,391	2,705	6,679	5,824
<b>Regresión cuadrática</b>	11,795	5,976	11,195	2,833	7,690	6,585
<b>Pronóstico estacional</b>	<b>3,028</b>	<b>2,518</b>	<b>2,605</b>	<b>971</b>	<b>2,080</b>	<b>1,414</b>

Según lo identificado en la tabla precedente, se pudo identificar que el pronóstico que tuvo un menor valor DAM para cada uno de los SKU's es el pronóstico estacional.

### 3.2.3. Plan agregado de producción

Para el desarrollo del Plan Agregado de Producción, se ha establecido los siguientes costos:

- Costo de tercerización.
- Costo por unidad sobrante
- Costo por unidad faltante
- Costo de contratación
- Costo de despido
- Costo lineal
- Costo tiempo extra

**Tabla 75.**

Costos asociados por unidad agregada (kg)

<b>COSTO POR UNIDAD AGREGADA (KG)</b>	
<b>Costo de tercerización</b>	0.28
<b>Costo por unidad sobrante</b>	0.02
<b>Costo por unidad faltante</b>	0.38
<b>Costo de contratación y capacitación</b>	150
<b>Costo por despido</b>	225
<b>Costo lineal</b>	4.81
<b>Costo tiempo extra</b>	7.21

**Tabla 76.**

Datos del proceso productivo

<b>OTROS DATOS</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
<b>Días laborales por mes</b>	26	días/mes
<b>Horas de trabajo requeridas (kg)</b>	0.005059519	hora/kg
<b>Inventario inicial</b>	38,288	kg
<b>Reserva de Seguridad</b>	15%	demanda mes

#### b.4.1. Requerimientos de producción

A continuación, se detalla el pronóstico de la demanda para el año 2021.

**Tabla 77.**

Pronóstico de la demanda para el año 2021

Mes	SKU 01	SKU 02	SKU 03	SKU 04	SKU 05	SKU 06
Ene-21	24,545	11,065	8,827	5,985	5,798	4,462
Feb-21	24,546	13,219	13,035	9,272	8,910	4,970
Mar-21	24,547	7,676	16,123	7,767	5,934	3,087
Abr-21	24,548	31,317	50,817	13,375	11,906	9,142
May-21	24,549	18,864	33,244	9,179	21,202	13,601
Jun-21	24,550	20,825	32,050	9,190	25,891	18,717
Jul-21	24,551	16,316	45,084	7,463	21,086	25,280
Ago-21	24,552	13,450	21,723	16,900	37,489	21,817
Set-21	24,553	23,739	33,523	9,110	24,656	14,572
Oct-21	24,554	19,817	30,458	18,572	27,635	22,644
Nov-21	24,555	18,933	34,328	10,045	10,175	14,771
<u>Dic-21</u>	<u>24,556</u>	<u>6,521</u>	<u>9,175</u>	<u>5,389</u>	<u>14,681</u>	<u>2,357</u>

**Tabla 78.**

Requerimientos de producción

<b>Requerimientos de producción</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Total</b>
<b>Inventario inicial</b>	9,088	9,688	8,374	11,250	24,270	21,783	22,506	25,260	27,684	26,151	25,000	19,224	
<b>Pronóstico de la demanda</b>	64,589	55,828	75,001	161,798	145,217	150,040	168,403	184,561	174,338	166,668	128,158	67,914	<b>1,542,516</b>
<b>Stock de seguridad</b>	9,688	8,374	11,250	24,270	21,783	22,506	25,260	27,684	26,151	25,000	19,224	10,187	
<b>Requerimiento para la producción</b>	<b>65,189</b>	<b>54,514</b>	<b>77,877</b>	<b>174,817</b>	<b>142,730</b>	<b>150,763</b>	<b>171,158</b>	<b>186,985</b>	<b>172,804</b>	<b>165,518</b>	<b>122,382</b>	<b>58,877</b>	<b>1,543,614</b>
<b>Inventario Final</b>	9,688	8,374	11,250	24,270	21,783	22,506	25,260	27,684	26,151	25,000	19,224	10,187	

Plan A: Perseguir la demanda durante todo el horizonte de producción.

**Tabla 79.**

Plan A: Persecución de la demanda

PLAN A: PERSECUCIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
<b>Inventario Inicial</b>	9,088	9,688	8,374	11,250	24,270	21,783	22,506	25,260	27,684	26,151	25,000	19,224	
<b>Pronóstico de demanda</b>	64,589	55,828	75,001	161,798	145,217	150,040	168,403	184,561	174,338	166,668	128,158	67,914	
<b>Stock de Seguridad</b>	9,688	8,374	11,250	24,270	21,783	22,506	25,260	27,684	26,151	25,000	19,224	10,187	
<b>Producción real</b>	65,189	54,514	77,877	174,817	142,730	150,763	171,158	186,985	172,804	165,518	122,382	58,877	
<b>Inventario final</b>	9,688	8,374	11,250	24,270	21,783	22,506	25,260	27,684	26,151	25,000	19,224	10,187	
<b>Horas de producción requeridas</b>	316	265	378	849	693	732	831	908	839	803	594	286	
<b>N° operarios requeridos</b>	2.00	2.00	2.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	3.00	2.00	
<b>Operarios contratados</b>	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Costo contratación y capacitación</b>	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 1,121	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 374	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 1,495
<b>Operarios despedidos</b>	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	
<b>Costo despido</b>	S/. 561	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 561	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 561	S/. 561	S/. 561	S/. 2,803
<b>Costo lineal</b>	S/. 1,521	S/. 1,272	S/. 1,817	S/. 4,080	S/. 3,331	S/. 3,518	S/. 3,994	S/. 4,364	S/. 4,033	S/. 3,863	S/. 2,856	S/. 1,374	S/. 36,024

Plan B: Nivelación

**Tabla 80.**

Plan B: Nivelación

<b>PLAN B: NIVELACIÓN</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Total</b>
<b>Inventario inicial</b>	9,088	73,134	145,941	199,574	166,411	149,828	128,423	88,654	32,727	0	0	476	
<b>Horas de producción disponibles</b>	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	
<b>Producción real</b>	128,635	128,635	128,635	128,635	128,635	128,635	128,635	128,635	128,635	128,635	128,635	128,635	
<b>Pronóstico de demanda</b>	64,589	55,828	75,001	161,798	145,217	150,040	168,403	184,561	174,338	166,668	128,158	67,914	
<b>Inventario final</b>	73,134	145,941	199,574	166,411	149,828	128,423	88,654	32,727	-12,976	-38,034	476	61,197	
<b>Stock de seguridad</b>	9,688	8,374	11,250	24,270	21,783	22,506	25,260	27,684	26,151	25,000	19,224	10,187	
<b>Número de operarios requeridos</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
<b>Operarios contratados</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Costo contratación y capacitación</b>	<b>S/.374</b>	<b>S/.0</b>	<b>S/.0</b>	<b>S/.0</b>	<b>S/.0</b>	<b>S/.374</b>							
<b>Unidades faltantes</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	39,126	63,034	18,748	0	
<b>Costo unidades faltantes</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 17,072</b>	<b>S/. 27,503</b>	<b>S/. 8,180</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 52,755</b>							
<b>Unidades sobrantes</b>	63,446	137,566	188,324	142,141	128,046	105,917	63,394	5,043	0	0	0	51,010	
<b>Costo de unidades sobrantes</b>	<b>S/. 1,370</b>	<b>S/. 2,971</b>	<b>S/. 4,067</b>	<b>S/. 3,069</b>	<b>S/. 2,765</b>	<b>S/. 2,287</b>	<b>S/. 1,369</b>	<b>S/. 109</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 1,102</b>	<b>S/. 19,108</b>
<b>Costo lineal</b>	<b>S/. 3,002</b>	<b>S/. 3,002</b>	<b>S/. 3,002</b>	<b>S/. 3,002</b>	<b>S/. 36,024</b>								

**Tabla 81.**

Plan C: Tercerizar la producción

<b>PLAN C: TERCERIZACIÓN</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Total</b>
<b>Inventario inicial</b>	9,088	73,050	145,772	199,321	166,073	149,406	127,916	88,063	32,052	0	0	392	
<b>N° trabajadores</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<b>Horas de producción disponibles</b>	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	
<b>Producción real con 3 trabajadores</b>	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	
<b>Pronóstico de demanda</b>	64,589	55,828	75,001	161,798	145,217	150,040	168,403	184,561	174,338	166,668	128,158	67,914	
<b>Inventario final</b>	73,050	145,772	199,321	166,073	149,406	127,916	88,063	32,052	-13,735	-38,118	392	61,028	
<b>Unidades a tercerizar</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	13,735	38,118	0	0	
<b>Costo de tercerización</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 7,638</b>	<b>S/. 21,197</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 28,834</b>							
<b>Stock de seguridad</b>	9,688	8,374	11,250	24,270	21,783	22,506	25,260	27,684	26,151	25,000	19,224	10,187	
<b>Unidades sobrantes</b>	63,361	137,398	188,071	141,804	127,624	105,410	62,803	4,368	0	0	0	50,841	
<b>Costo de unidades sobrantes</b>	<b>S/. 1,368</b>	<b>S/. 2,967</b>	<b>S/. 4,061</b>	<b>S/. 3,062</b>	<b>S/. 2,756</b>	<b>S/. 2,276</b>	<b>S/. 1,356</b>	<b>S/. 94</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 1,098</b>	<b>S/. 19,039</b>
<b>Costo lineal</b>	<b>S/. 3,000</b>	<b>S/. 3,000</b>	<b>S/. 3,000</b>	<b>S/. 36,000</b>									

**Tabla 82.**

Plan D: Tiempo extra

<b>PLAN D: TIEMPO EXTRA</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Total</b>
<b>Inventario inicial</b>	9,088	73,050	145,772	199,321	166,073	149,406	127,916	88,063	32,052	0	0	392	
<b>N° trabajadores</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<b>Horas de producción disponibles</b>	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	
<b>Producción real con 3 trabajadores</b>	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	128,550	
<b>Pronóstico de demanda</b>	64,589	55,828	75,001	161,798	145,217	150,040	168,403	184,561	174,338	166,668	128,158	67,914	
<b>Inventario final</b>	73,050	145,772	199,321	166,073	149,406	127,916	88,063	32,052	-13,735	-38,118	392	61,028	
<b>Unidades a tiempo extra</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	13,735	38,118	0	0	
<b>Costo de tiempo extra</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 481</b>	<b>S/. 1,334</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 1,815</b>							
<b>Stock de seguridad</b>	9,688	8,374	11,250	24,270	21,783	22,506	25,260	27,684	26,151	25,000	19,224	10,187	
<b>Unidades sobrantes</b>	63,361	137,398	188,071	141,804	127,624	105,410	62,803	4,368	0	0	0	50,841	
<b>Costo de unidades sobrantes</b>	<b>S/. 1,368</b>	<b>S/. 2,967</b>	<b>S/. 4,061</b>	<b>S/. 3,062</b>	<b>S/. 2,756</b>	<b>S/. 2,276</b>	<b>S/. 1,356</b>	<b>S/. 94</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 1,098</b>	<b>S/. 19,039</b>
<b>Costo lineal</b>	<b>S/. 3,000</b>	<b>S/. 36,000</b>											

Finalmente, a continuación, se muestra el resultado de cada uno de los planes, así como sus respectivos costos.

**Tabla 83.**

Cuadro resumen de planes

Resumen Costos	Plan A	Plan B	Plan C	Plan D
Costo lineal	S/. 36,024	S/. 36,024	S/. 36,000	S/. 36,000
Costo por tiempo extra				S/. 1,815
Costo por faltantes		S/. 52,755		
Costo por sobrantes		S/. 19,108	S/. 19,039	S/. 19,039
Costo por contratación y capacitación	S/. 1,495	S/. 374		
Costo por despido	S/. 2,803			
Costo por tercerización			S/. 28,834	
<b>Costo total</b>	<b>S/. 40,322</b>	<b>S/. 108,261</b>	<b>S/. 83,874</b>	<b>S/. 56,854</b>

Después de realizar el análisis comparativo, se pudo identificar que el Plan A; de persecución de la demanda es el menos costoso con un valor de S/ 40'322 nuevos soles.

#### **b.5. Plan maestro de producción (PMP)**

##### **b.5.1. Niveles de inventario y políticas de seguridad**

Para desarrollar el plan maestro de producción, se requieren tener datos claves sobre la organización, tales como los niveles de inventarios por SKU y las políticas de stock de seguridad; así como la capacidad de planta y valores nominales para cada SKU en batch y velocidad de línea.

**Tabla 84.**

Niveles de inventario y políticas de seguridad

SKU	Stock (Kg)	Stock Seguridad
BCC12125JVJGAM 135 gr	1,324	3,682
BCC12125JVJGAM 150 gr	1,144	1,660
BCC12125JVJGAM 200 gr	902	1,324
BCC12125JVJGAM 50 gr	4,590	898
BCC12125JVJGAM 100 gr	913	870
BCC12125JVJGAM 250 gr	215	669

b.5.2. Capacidad de planta

**Tabla 85.**

Capacidad de planta

Datos de capacidad	Dato	
Capacidad de planta	342,800	kg/mes
Capacidad de planta	85,700	kg/sem
Capacidad de planta	14,283	kg/día
Lote mínimo	1	ton/corrida
Cambios en la producción	5	productos/día

**Tabla 86.**

Valores nominales y velocidad de línea

Producto	Kg/batch	HH/ton
BCC12125JVJGAM 135 gr	916.50	1.99
BCC12125JVJGAM 150 gr	926.35	1.91
BCC12125JVJGAM 200 gr	1,026.84	1.54
BCC12125JVJGAM 50 gr	940.80	1.92
BCC12125JVJGAM 100 gr	940.80	1.48
BCC12125JVJGAM 250 gr	903.28	2.06

**b.5.3. Programa de despachos**

Para iniciar el programa de despachos, se ha identificado la cantidad de pedidos que se tienen programados por entregar para el mes de junio-21.

**Tabla 87.**

Programa de despachos

SKU	1	2	3	4	Total
BCC12125JVJGAM 135 gr	23,256	23,256	12,343	5,644	64,500
BCC12125JVJGAM 150 gr	7,541	23,257	10,343	9,010	50,151
BCC12125JVJGAM 200 gr	4,443	23,258	6,429	6,382	40,512
BCC12125JVJGAM 50 gr	11,968	23,259	6,920	8,337	50,482
BCC12125JVJGAM 100 gr	2,972	23,260	2,225	2,489	30,946
BCC12125JVJGAM 250 gr	1,376	23,261	9,678	5,024	39,338
<b>TOTAL</b>	<b>51,558</b>	<b>139,552</b>	<b>47,941</b>	<b>36,889</b>	<b>275,939</b>

Tabla 88.

Programa de despachos - Batch

CUÁNTO	PRODUCCIÓN SKU kg			PRODUCCIÓN COMPONENTES (BATCH)		
	PRODUCTO	Demanda (Jun-21)	Stock de seguridad	Stock	Cantidad a producir	Peso (kg/batch)
kg						
BCC12125JVJGAM 135 gr	44,366	3,682	1,324	<b>46,723</b>	917	<b>50.98</b>
BCC12125JVJGAM 150 gr	18,773	1,660	1,144	<b>19,289</b>	926	<b>20.82</b>
BCC12125JVJGAM 200 gr	48,520	1,324	902	<b>48,942</b>	1,027	<b>47.66</b>
BCC12125JVJGAM 50 gr	8,349	898	4,590	<b>4,657</b>	941	<b>4.95</b>
BCC12125JVJGAM 100 gr	22,182	870	913	<b>22,138</b>	941	<b>23.53</b>
BCC12125JVJGAM 250 gr	26,213	669	215	<b>26,667</b>	903	<b>29.52</b>
<b>TOTAL</b>	<b>168,403</b>	<b>9,102</b>	<b>9,088</b>	<b>168,417</b>	<b>5,655</b>	<b>177</b>

b.5.4. Programa mensual por KG.

Posterior a ello, se ha establecido el primer programa mensual de despachos

**Tabla 89.**

Programa mensual de despachos - 01

CUÁNDO	PROGRAMA MENSUAL POR PRODUCTO Kg				
	PRODUCTO	1	2	3	4
BCC12125JVJGAM 135 gr	11,681	11,681	11,681	11,681	<b>46,723</b>
BCC12125JVJGAM 150 gr	4,822	4,822	4,822	4,822	<b>19,289</b>
BCC12125JVJGAM 200 gr	12,236	12,236	12,236	12,236	<b>48,942</b>
BCC12125JVJGAM 50 gr	1,164	1,164	1,164	1,164	<b>4,657</b>
BCC12125JVJGAM 100 gr	5,535	5,535	5,535	5,535	<b>22,138</b>
BCC12125JVJGAM 250 gr	6,667	6,667	6,667	6,667	<b>26,667</b>
<b>TOTAL</b>	<b>42,104</b>	<b>42,104</b>	<b>42,104</b>	<b>42,104</b>	<b>168,417</b>

**Tabla 90.**

Programa mensual de despachos - 02

CUÁNDO PRODUCTO	PROGRAMA MENSUAL POR PRODUCTO Kg				
	1	2	3	4	Total
BCC12125JVJGAM 135 gr	12,011	11,351	11,681	11,681	<b>46,723</b>
BCC12125JVJGAM 150 gr	4,822	4,822	4,822	4,822	<b>19,289</b>
BCC12125JVJGAM 200 gr	12,236	12,236	12,236	12,236	<b>48,942</b>
BCC12125JVJGAM 50 gr	1,164	1,916	412	1,164	<b>4,657</b>
BCC12125JVJGAM 100 gr	5,535	5,535	5,535	5,535	<b>22,138</b>
BCC12125JVJGAM 250 gr	6,667	6,667	7,191	6,143	<b>26,667</b>
<b>TOTAL</b>	<b>42,434</b>	<b>42,526</b>	<b>41,876</b>	<b>41,580</b>	<b>168,417</b>

b.5.4. Programa semanal por KG.

En primer lugar, se establece el primer programa semanal en kilogramos.

**Tabla 91.**

Programa semanal en kilogramos - 01

SKU	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
BCC12125JVJGAM 135 gr	2,002	2,002	2,002	2,002	2,002	2,002	<b>12,011</b>
BCC12125JVJGAM 150 gr	749	749	749	749	749	749	<b>4,492</b>
BCC12125JVJGAM 200 gr	2,039	2,039	2,039	2,039	2,039	2,039	<b>12,236</b>
BCC12125JVJGAM 50 gr	194	194	194	194	194	194	<b>1,164</b>
BCC12125JVJGAM 100 gr	922	922	922	922	922	922	<b>5,535</b>
BCC12125JVJGAM 250 gr	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111	<b>6,667</b>
<b>TOTAL</b>	<b>7,017</b>	<b>7,017</b>	<b>7,017</b>	<b>7,017</b>	<b>7,017</b>	<b>7,017</b>	<b>42,104</b>

**Tabla 92.**

Programa semanal en kilogramos - 02

SKU	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
BCC12125JVJGAM 135 gr	2,402	2,402	2,402	2,402	2,402		<b>12,011</b>
BCC12125JVJGAM 150 gr			1,123	1,123	1,123	1,123	<b>4,492</b>
BCC12125JVJGAM 200 gr	3,059	3,059	3,059			3,059	<b>12,236</b>
BCC12125JVJGAM 50 gr	291	291	291			291	<b>1,164</b>
BCC12125JVJGAM 100 gr				2,767	2,767		<b>5,535</b>
BCC12125JVJGAM 250 gr	1,333	1,333		1,333	1,333	1,333	<b>6,667</b>
<b>TOTAL</b>	<b>7,085</b>	<b>7,085</b>	<b>6,875</b>	<b>7,626</b>	<b>7,626</b>	<b>5,806</b>	<b>42,104</b>

**Tabla 93.**

Programa semanal en kilogramos - 02

SKU	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
BCC12125JVJGAM 135 gr	2,402	2,402	2,402	2,402	2,402		<b>12,011</b>
BCC12125JVJGAM 150 gr			1,123	515	515	2,340	<b>4,492</b>
BCC12125JVJGAM 200 gr	2,991	2,991	3,195			3,059	<b>12,236</b>
BCC12125JVJGAM 50 gr	291	291	297			285	<b>1,164</b>
BCC12125JVJGAM 100 gr				2,767	2,767		<b>5,535</b>
BCC12125JVJGAM 250 gr	1,333	1,333		1,333	1,333	1,333	<b>6,667</b>
<b>TOTAL</b>	<b>7,017</b>	<b>7,017</b>	<b>7,017</b>	<b>7,017</b>	<b>7,017</b>	<b>7,017</b>	<b>42,104</b>

Luego de determinar el balance en la programación semanal de nuestros SKU's, tomando en cuenta la capacidad de línea y restricciones de proceso, se procede a realizar la programación semanal de fórmulas para el proceso.

**Tabla 94.**

Programa semanal en fórmulas

PRODUCTO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
BCC12125JVJGAM 135 gr	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	0.00	<b>13.11</b>
BCC12125JVJGAM 150 gr	0.00	0.00	1.21	0.56	0.56	2.53	<b>4.85</b>
BCC12125JVJGAM 200 gr	2.91	2.91	3.11	0.00	0.00	2.98	<b>11.92</b>
BCC12125JVJGAM 50 gr	0.31	0.31	0.32	0.00	0.00	0.30	<b>1.24</b>
BCC12125JVJGAM 100 gr	0.00	0.00	0.00	2.94	2.94	0.00	<b>5.88</b>
BCC12125JVJGAM 250 gr	1.48	1.48	0.00	1.48	1.48	1.48	<b>7.38</b>
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>44</b>

Finalmente se realiza un cálculo de programación definitiva en fórmulas; aplicando el redondeo.

b.5.5. Programa definitivo en fórmulas

**Tabla 95.**

Programa definitivo en fórmulas

PRODUCTO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
BCC12125JVJGAM 135 gr	3	3	3	3	3	0	15
BCC12125JVJGAM 150 gr	0	0	2	1	1	3	7
BCC12125JVJGAM 200 gr	3	3	4	0	0	3	13
BCC12125JVJGAM 50 gr	1	1	1	0	0	1	4
BCC12125JVJGAM 100 gr	0	0	0	3	3	0	6
BCC12125JVJGAM 250 gr	2	2	0	2	2	2	10
<b>TOTAL</b>	9	9	10	9	9	9	55

b.5.6. Programa definitivo KG

Después de calcular el programa definitivo en fórmulas, se procede a recalculer el programa definitivo en kilogramos.

**Tabla 96.**

Programa definitivo en kilogramos

PRODUCTO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
BCC12125JVJGAM 135 gr	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	0	13,748
BCC12125JVJGAM 150 gr	0	0	1,853	926	926	2,779	6,484
BCC12125JVJGAM 200 gr	3,081	3,081	4,107	0	0	3,081	13,349
BCC12125JVJGAM 50 gr	941	941	941	0	0	941	3,763
BCC12125JVJGAM 100 gr	0	0	0	2,822	2,822	0	5,645
BCC12125JVJGAM 250 gr	1,807	1,807	0	1,807	1,807	1,807	9,033
<b>TOTAL</b>	8,577	8,577	9,650	8,305	8,305	8,607	52,022

b.5.7. Programa definitivo de horas necesarias

Luego del cálculo de horas necesarias para el desarrollo del proceso, se calcula la cantidad de horas-hombre requeridas para el proceso productivo.

**Tabla 97.**

Programa definitivo de horas necesarias.

PRODUCTO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
BCC12125JVJGAM 135 gr	2	2	2	2	2	0	8
BCC12125JVJGAM 150 gr	0	0	1	1	1	2	4
BCC12125JVJGAM 200 gr	2	2	2	0	0	2	7
BCC12125JVJGAM 50 gr	1	1	1	0	0	1	2
BCC12125JVJGAM 100 gr	0	0	0	2	2	0	3
BCC12125JVJGAM 250 gr	1	1	0	1	1	1	5
<b>TOTAL</b>	5	5	5	5	5	5	29

b.5.8. Programa definitivo horas-hombre

Finalmente, luego del cálculo definitivo de horas-hombre se identifica la cantidad de operarios que se requerirán para las operaciones del proceso productivo.

**Tabla 98.**

Programa definitivo de horas-hombre

PRODUCTO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
BCC12125JVJGAM 135 gr	5	5	5	5	5	0	27
BCC12125JVJGAM 150 gr	0	0	4	2	2	5	12
BCC12125JVJGAM 200 gr	5	5	6	0	0	5	21
BCC12125JVJGAM 50 gr	2	2	2	0	0	2	7
BCC12125JVJGAM 100 gr	0	0	0	4	4	0	8
BCC12125JVJGAM 250 gr	4	4	0	4	4	4	19
<b>TOTAL</b>	16	16	17	15	15	16	94

b.5.9. Programa definitivo operarios.

Finalmente, luego del cálculo definitivo de horas-hombre se identifica la cantidad de operarios que se requerirán para las operaciones del proceso productivo.

**Tabla 99.**

Programa definitivo de operarios

PRODUCTO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
BCC12125JVJGAM 135 gr	4	4	4	4	4		4
BCC12125JVJGAM 150 gr			3	3	3	3	3
BCC12125JVJGAM 200 gr	3	3	3			3	3
BCC12125JVJGAM 50 gr	3	3	3			3	3
BCC12125JVJGAM 100 gr				3	3		3
BCC12125JVJGAM 250 gr	4	4		4	4	4	4
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>						

**b.6. Bill of materials**

A continuación, se procede a detallar la lista de materiales para cada una de las presentaciones del SKU BCC12125JVJGAM.

Tabla 100.

Lista de materiales – 135 gramos

<b>BCC12125JVJGAM 135 gramos</b>	<b>Cantidad base</b>	<b>1 tonelada</b>	<b>SKU 1</b>
<i>Arándano clasificado y purificado</i>	Batch	1.09	

Tabla 101.

Lista de materiales – 150 gramos

<b>BCC12125JVJGAM 150 gramos</b>	<b>Cantidad base</b>	<b>1 tonelada</b>	<b>SKU 2</b>
<i>Arándano clasificado y purificado</i>	Batch	1.08	

Tabla 102.

Lista de materiales – 200 gramos

<b>BCC12125JVJGAM 200 gramos</b>	<b>Cantidad base</b>	<b>1 tonelada</b>	<b>SKU 3</b>
<i>Arándano clasificado y purificado</i>	Batch	0.97	

Tabla 103.

Lista de materiales – 50 gramos

<b>BCC12125JVJGAM 50 gramos</b>	<b>Cantidad base</b>	<b>1 tonelada</b>	<b>SKU 4</b>
<i>Arándano clasificado y purificado</i>	Batch	1.06	

Tabla 104.

Lista de materiales – 100 gramos

<b>BCC12125JVJGAM 100 gramos</b>	<b>Cantidad base</b>	<b>1 tonelada</b>	<b>SKU 5</b>
<i>Arándano clasificado y purificado</i>	Batch	1.06	

Tabla 105.

Lista de materiales – 250 gramos

<b>BCC12125JVJGAM 250 gramos</b>	<b>Cantidad base</b>	<b>1 tonelada</b>	<b>SKU 6</b>
<i>Arándano clasificado y purificado</i>	Batch	1.11	

Tabla 106.

Lista de componentes – 135 gramos

<b>BCC12125JVJGAM 135 gramos</b>	<b>Cantidad base</b>	<b>1 batch</b>	<b>COMP 1</b>
<i>Cajas de cartón por 50 unidades - 135gr</i>	Caja	136	
<i>Envases PET 135 gramos</i>	unidades	7407	

Tabla 107.

Lista de componentes – 150 gramos

<b>BCC12125JVJGAM 150 gramos</b>	<b>Cantidad base</b>	<b>1 batch</b>	<b>COMP 2</b>
<i>Cajas de cartón por 50 unidades - 150 gr</i>	Caja	133	
<i>Envases PET 150 gramos</i>	unidades	6667	

Tabla 108.

Lista de componentes – 200 gramos

<b>BCC12125JVJGAM 200 gramos</b>	<b>Cantidad base</b>	<b>1 batch</b>	<b>COMP 3</b>
<i>Cajas de cartón por 50 unidades - 200 gr</i>	Caja	100	
<i>Envases PET 200 gramos</i>	unidades	5000	

Tabla 109.

Lista de componentes – 50 gramos

<b>BCC12125JVJGAM 50 gramos</b>	<b>Cantidad base</b>	<b>1 batch</b>	<b>COMP 4</b>
<i>Cajas de cartón por 50 unidades - 50 gr</i>	Caja	400	
<i>Envases PET 50 gramos</i>	unidades	20000	

Tabla 110.

Lista de componentes – 100 gramos

<b>BCC12125JVJGAM 100 gramos</b>	<b>Cantidad base</b>	<b>1 batch</b>	<b>COMP 5</b>
<i>Cajas de cartón por 50 unidades - 100 gr</i>	Caja	200	
<i>Envases PET 100 gramos</i>	unidades	10000	

Tabla 111.

Lista de componentes – 250 gramos

<b>BCC12125JVJGAM 250 gramos</b>	<b>Cantidad base</b>	<b>1 batch</b>	<b>COMP 6</b>
<i>Cajas de cartón por 50 unidades - 250 gr</i>	Caja	80	
<i>Envases PET 250 gramos</i>	unidades	4000	

### b.6. Plan de requerimiento de materiales

A continuación, se detalla el plan de requerimiento de materiales de los SKU's y componentes.

**Tabla 112.**

Plan de requerimientos – BATCH BCC12125JVJGAM 135 gramos

BATCH BCC12125JVJGAM 135 gramos					
¿Quién lo requiere?	Batch/tonelada	1	2	3	4
BCC12125JVJGAM 135 gr	1.09	13.11	12.38	12.74	12.74
<b>Total</b>		<b>13.11</b>	<b>12.38</b>	<b>12.74</b>	<b>12.74</b>

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
0	LFL	0

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		13.11	12.38	12.74	12.74
Entradas Previstas		0.00	0.00	0.00	0.00
Inventario final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Necesidades Netas		13.11	12.38	12.74	12.74
Pedidos Planeados		13.11	12.38	12.74	12.74
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>13.11</b>	<b>12.38</b>	<b>12.74</b>	<b>12.74</b>

**Tabla 113.**

Plan de requerimientos – BATCH BCC12125JVJGAM 150 gramos

BATCH BCC12125JVJGAM 150 gramos					
¿Quién lo requiere?	Batch/tonelada	1	2	3	4
BCC12125JVJGAM 150 gr	1.08	4.85	5.56	5.21	5.21
<b>Total</b>		<b>4.85</b>	<b>5.56</b>	<b>5.21</b>	<b>5.21</b>

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
0	LFL	0

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		4.85	5.56	5.21	5.21
Entradas Previstas		0.00	0.00	0.00	0.00
Inventario final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Necesidades Netas		4.85	5.56	5.21	5.21
Pedidos Planeados		4.85	5.56	5.21	5.21
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>4.85</b>	<b>5.56</b>	<b>5.21</b>	<b>5.21</b>

**Tabla 114.**

Plan de requerimientos – BATCH BCC12125JVJGAM 200 gramos

<b>BATCH BCC12125JVJGAM 200 gramos</b>					
<b>¿Quién lo requiere?</b>	<b>Batch/tonelada</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
BCC12125JVJGAM 200 gramos	0.97	11.92	11.92	11.92	11.92
<b>Total</b>		<b>11.92</b>	<b>11.92</b>	<b>11.92</b>	<b>11.92</b>

<b>Stock inicial</b>	<b>Tamaño de lote</b>	<b>Lead time</b>
0	LFL	0

<b>Período</b>	<b>Inicial</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Necesidades Brutas		11.92	11.92	11.92	11.92
Entradas Previstas		0.00	0.00	0.00	0.00
Inventario final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Necesidades Netas		11.92	11.92	11.92	11.92
Pedidos Planeados		11.92	11.92	11.92	11.92
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>11.92</b>	<b>11.92</b>	<b>11.92</b>	<b>11.92</b>

Tabla 115.

Plan de requerimientos – BATCH BCC12125JVJGAM 50 gramos

<b>BATCH BCC12125JVJGAM 50 gramos</b>					
<b>¿Quién lo requiere?</b>	<b>Batch/tonelada</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
BCC12125JVJGAM 50 gramos	1.06	1.24	2.04	0.44	1.24
<b>Total</b>		<b>1.24</b>	<b>2.04</b>	<b>0.44</b>	<b>1.24</b>

<b>Stock inicial</b>	<b>Tamaño de lote</b>	<b>Lead time</b>
0	LFL	0

<b>Período</b>	<b>Inicial</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Necesidades Brutas		1.24	2.04	0.44	1.24
Entradas Previstas		0.00	0.00	0.00	0.00
Inventario final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Necesidades Netas		1.24	2.04	0.44	1.24
Pedidos Planeados		1.24	2.04	0.44	1.24
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>1.24</b>	<b>2.04</b>	<b>0.44</b>	<b>1.24</b>

**Tabla 116.**

Plan de requerimientos – BATCH BCC12125JVJGAM 100 gramos

<b>BATCH BCC12125JVJGAM 100 gramos</b>					
<b>¿Quién lo requiere?</b>	<b>Batch/tonelada</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
BCC12125JVJGAM 100 gramos	1.06	5.88	5.88	5.88	5.88
<b>Total</b>		<b>5.88</b>	<b>5.88</b>	<b>5.88</b>	<b>5.88</b>

<b>Stock inicial</b>	<b>Tamaño de lote</b>	<b>Lead time</b>
0	LFL	0

<b>Período</b>	<b>Inicial</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Necesidades Brutas		5.88	5.88	5.88	5.88
Entradas Previstas		0.00	0.00	0.00	0.00
Inventario final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Necesidades Netas		5.88	5.88	5.88	5.88
Pedidos Planeados		5.88	5.88	5.88	5.88
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>5.88</b>	<b>5.88</b>	<b>5.88</b>	<b>5.88</b>

**Tabla 117.**

Plan de requerimientos – BATCH BCC12125JVJGAM 250 gramos

<b>BATCH BCC12125JVJGAM 250 gramos</b>					
<b>¿Quién lo requiere?</b>	<b>Batch/tonelada</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
BCC12125JVJGAM 250 gramos	1.11	7.38	7.38	7.96	6.80
<b>Total</b>		<b>7.38</b>	<b>7.38</b>	<b>7.96</b>	<b>6.80</b>

<b>Stock inicial</b>	<b>Tamaño de lote</b>	<b>Lead time</b>
0	LFL	0

<b>Período</b>	<b>Inicial</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Necesidades Brutas		7.38	7.38	7.96	6.80
Entradas Previstas		0.00	0.00	0.00	0.00
Inventario final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Necesidades Netas		7.38	7.38	7.96	6.80
Pedidos Planeados		7.38	7.38	7.96	6.80
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>7.38</b>	<b>7.38</b>	<b>7.96</b>	<b>6.80</b>

**Tabla 118.**

Plan de requerimientos – Cajas de cartón por 50 unidades - 135gr

Cajas de cartón por 50 unidades - 135gr					
¿Quién lo requiere?	Caja/batch	1	2	3	4
BATCH BCC12125JVJGAM 135 gramos	136	1,782	1,684	1,733	1,733
<b>Total</b>		<b>1,782</b>	<b>1,684</b>	<b>1,733</b>	<b>1,733</b>

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
0	100	1

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		1,782	1,684	1,733	1,733
Entradas Previstas		0	0	0	0
Inventario final	0	18	33	0	67
Necesidades Netas		1,782	1,667	1,700	1,733
Pedidos Planeados		1,800	1,700	1,700	1,800
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>1,700</b>	<b>1,700</b>	<b>1,800</b>	<b>0</b>

**Tabla 119.**

Plan de requerimientos – Cajas de cartón por 50 unidades - 150gr

Cajas de cartón por 50 unidades - 150 gr					
¿Quién lo requiere?	Caja/batch	1	2	3	4
BATCH BCC12125JVJGAM 150 gramos	133	647	742	694	694
<b>Total</b>		<b>647</b>	<b>742</b>	<b>694</b>	<b>694</b>

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
0	100	1

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		647	742	694	694
Entradas Previstas		0	0	0	0
Inventario final	0	53	12	18	24
Necesidades Netas		647	688	682	676
Pedidos Planeados		700	700	700	700
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>700</b>	<b>700</b>	<b>700</b>	<b>0</b>

**Tabla 120.**

Plan de requerimientos – Cajas de cartón por 50 unidades - 200gr

<b>Cajas de cartón por 50 unidades - 200 gr</b>					
<b>¿Quién lo requiere?</b>	<b>Caja/batch</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
BATCH BCC12125JVJGAM 200 gramos	100	1,192	1,192	1,192	1,192
<b>Total</b>		<b>1,192</b>	<b>1,192</b>	<b>1,192</b>	<b>1,192</b>

<b>Stock inicial</b>	<b>Tamaño de lote</b>	<b>Lead time</b>
0	100	1

<b>Período</b>	<b>Inicial</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Necesidades Brutas		1,192	1,192	1,192	1,192
Entradas Previstas		0	0	0	0
Inventario final	0	8	17	25	34
Necesidades Netas		1,192	1,183	1,175	1,166
Pedidos Planeados		1,200	1,200	1,200	1,200
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>1,200</b>	<b>1,200</b>	<b>1,200</b>	<b>0</b>

**Tabla 121.**

Plan de requerimientos – Cajas de cartón por 50 unidades - 50gr

<b>Cajas de cartón por 50 unidades - 50 gr</b>					
<b>¿Quién lo requiere?</b>	<b>Caja/batch</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
BATCH BCC12125JVJGAM 50 gramos	400	495	815	175	495
<b>Total</b>		<b>495</b>	<b>815</b>	<b>175</b>	<b>495</b>

<b>Stock inicial</b>	<b>Tamaño de lote</b>	<b>Lead time</b>
0	100	1

<b>Período</b>	<b>Inicial</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Necesidades Brutas		495	815	175	495
Entradas Previstas		0	0	0	0
Inventario final	0	5	90	15	20
Necesidades Netas		495	810	85	480
Pedidos Planeados		500	900	100	500
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>900</b>	<b>100</b>	<b>500</b>	<b>0</b>

**Tabla 122.**

Plan de requerimientos – Cajas de cartón por 50 unidades - 100gr

Cajas de cartón por 50 unidades - 100 gr					
¿Quién lo requiere?	Caja/batch	1	2	3	4
BATCH BCC12125JVJGAM 100 gramos	200	1,177	1,177	1,177	1,177
<b>Total</b>		<b>1,177</b>	<b>1,177</b>	<b>1,177</b>	<b>1,177</b>

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
0	100	1

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		1,177	1,177	1,177	1,177
Entradas Previstas		0	0	0	0
Inventario final	0	23	47	70	94
Necesidades Netas		1,177	1,153	1,130	1,106
Pedidos Planeados		1,200	1,200	1,200	1,200
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>1,200</b>	<b>1,200</b>	<b>1,200</b>	<b>0</b>

**Tabla 123.**

Plan de requerimientos – Cajas de cartón por 50 unidades - 250gr

Cajas de cartón por 50 unidades - 250 gr					
¿Quién lo requiere?	Caja/batch	1	2	3	4
BATCH BCC12125JVJGAM 250 gramos	80	590	590	637	544
<b>Total</b>		<b>590</b>	<b>590</b>	<b>637</b>	<b>544</b>

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
0	100	1

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		590	590	637	544
Entradas Previstas		0	0	0	0
Inventario final	0	10	19	82	38
Necesidades Netas		590	581	618	462
Pedidos Planeados		600	600	700	500
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>600</b>	<b>700</b>	<b>500</b>	<b>0</b>

**Tabla 124.**

Plan de requerimientos – Envases PET 135 gramos

Envases PET 135 gramos					
¿Quién lo requiere?	Envase/caja	1	2	3	4
Cajas de cartón por 50 unidades - 135gr	50	89,114	84,218	86,666	86,666
<b>Total</b>		<b>89,114</b>	<b>84,218</b>	<b>86,666</b>	<b>86,666</b>

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
0	10,000	1

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		89,114	84,218	86,666	86,666
Entradas Previstas		0	0	0	0
Inventario final	0	886	6,668	2	3,336
Necesidades Netas		89,114	83,332	79,998	86,664
Pedidos Planeados		90,000	90,000	80,000	90,000
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>90,000</b>	<b>80,000</b>	<b>90,000</b>	<b>0</b>

**Tabla 125.**

Plan de requerimientos – Envases PET 150 gramos

Envases PET 150 gramos					
¿Quién lo requiere?	Envase/batch	1	2	3	4
Cajas de cartón por 50 unidades - 150 gr	50	32,330	37,080	34,705	34,705
<b>Total</b>		<b>32,330</b>	<b>37,080</b>	<b>34,705</b>	<b>34,705</b>

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
0	10,000	1

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		32,330	37,080	34,705	34,705
Entradas Previstas		0	0	0	0
Inventario final	0	7,670	591	5,886	1,181
Necesidades Netas		32,330	29,409	34,114	28,819
Pedidos Planeados		40,000	30,000	40,000	30,000
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>30,000</b>	<b>40,000</b>	<b>30,000</b>	<b>0</b>

**Tabla 126.**

Plan de requerimientos – Envases PET 200 gramos

Envases PET 200 gramos					
¿Quién lo requiere?	Envase/batch	1	2	3	4
Cajas de cartón por 50 unidades - 200 gr	50	59,579	59,579	59,579	59,579
<b>Total</b>		<b>59,579</b>	<b>59,579</b>	<b>59,579</b>	<b>59,579</b>

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
0	10,000	1

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		59,579	59,579	59,579	59,579
Entradas Previstas		0	0	0	0
Inventario final	0	421	842	1,263	1,684
Necesidades Netas		59,579	59,158	58,737	58,316
Pedidos Planeados		60,000	60,000	60,000	60,000
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>60,000</b>	<b>60,000</b>	<b>60,000</b>	<b>0</b>

**Tabla 127.**

Plan de requerimientos – Envases PET 50 gramos

Envases PET 50 gramos					
¿Quién lo requiere?	Envase/batch	1	2	3	4
Cajas de cartón por 50 unidades - 50 gr	50	24,750	40,736	8,763	24,750
<b>Total</b>		<b>24,750</b>	<b>40,736</b>	<b>8,763</b>	<b>24,750</b>

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
0	10,000	1

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		24,750	40,736	8,763	24,750
Entradas Previstas		0	0	0	0
Inventario final	0	5,250	4,514	5,751	1,001
Necesidades Netas		24,750	35,486	4,249	18,999
Pedidos Planeados		30,000	40,000	10,000	20,000
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>40,000</b>	<b>10,000</b>	<b>20,000</b>	<b>0</b>

**Tabla 128.**

Plan de requerimientos – Envases PET 200 gramos

Envases PET 100 gramos					
¿Quién lo requiere?	Envase/batch	1	2	3	4
Cajas de cartón por 50 unidades - 100 gr	50	58,829	58,829	58,829	58,829
<b>Total</b>		<b>58,829</b>	<b>58,829</b>	<b>58,829</b>	<b>58,829</b>

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
0	10,000	1

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		58,829	58,829	58,829	58,829
Entradas Previstas		0	0	0	0
Inventario final	0	1,171	2,343	3,514	4,686
Necesidades Netas		58,829	57,657	56,486	55,314
Pedidos Planeados		60,000	60,000	60,000	60,000
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>60,000</b>	<b>60,000</b>	<b>60,000</b>	<b>0</b>

**Tabla 129.**

Plan de requerimientos – Envases PET 250 gramos

Envases PET 250 gramos					
¿Quién lo requiere?	Envase/batch	1	2	3	4
Cajas de cartón por 50 unidades - 250 gr	50	29,522	29,522	31,843	27,202
<b>Total</b>		<b>29,522</b>	<b>29,522</b>	<b>31,843</b>	<b>27,202</b>

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
0	10,000	1

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		29,522	29,522	31,843	27,202
Entradas Previstas		0	0	0	0
Inventario final	0	478	955	9,113	1,911
Necesidades Netas		29,522	29,045	30,887	18,089
Pedidos Planeados		30,000	30,000	40,000	20,000
<b>Lanzamiento de ordenes</b>		<b>30,000</b>	<b>40,000</b>	<b>20,000</b>	<b>0</b>

### b.7. Órdenes de aprovisionamiento

A continuación, se detalla el programa de producción en Batch y el programa de compras de cajas de cartón y envases PET.

**Tabla 130.**

Programa de producción - Batch

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN (BATCH)	SEMANA			
	1	2	3	4
BCC12125JVJGAM 135 gr	13.11	12.38	12.74	12.74
BCC12125JVJGAM 150 gr	4.85	5.56	5.21	5.21
BCC12125JVJGAM 200 gr	11.92	11.92	11.92	11.92
BCC12125JVJGAM 50 gr	1.24	2.04	0.44	1.24
BCC12125JVJGAM 100 gr	5.88	5.88	5.88	5.88
BCC12125JVJGAM 250 gr	7.38	7.38	7.96	6.80

**Tabla 131.**

Programa de compras - Unidades

PROGRAMA DE COMPRAS	SEMANA			
	1	2	3	4
Cajas de cartón por 50 unidades - 135gr	1,700	1,700	1,800	-
Cajas de cartón por 50 unidades - 150 gr	700	700	700	-
Cajas de cartón por 50 unidades - 200 gr	1,200	1,200	1,200	-
Cajas de cartón por 50 unidades - 50 gr	900	100	500	-
Cajas de cartón por 50 unidades - 100 gr	1,200	1,200	1,200	-
Cajas de cartón por 50 unidades - 250 gr	600	700	500	-
Envases PET 135 gramos	90,000	80,000	90,000	-
Envases PET 150 gramos	30,000	40,000	30,000	-
Envases PET 200 gramos	60,000	60,000	60,000	-
Envases PET 50 gramos	40,000	10,000	20,000	-
Envases PET 100 gramos	60,000	60,000	60,000	-
Envases PET 250 gramos	30,000	40,000	20,000	-

**c. Estandarización de un proceso**

**1° Recopilación de información.**

Para este paso, se realiza el DAP del proceso.

N°	Alto proceso	Actividades	Símbolo de flujo	Tiempo (minutos)	○	➔	◐	◻	▽
1	Recepción de pedido	Recepcionar fruta en zona de desembarque	○	3.14	●				
2		Identificar tipo de cosecha	◻	1.12				●	
3		Validar datos de la recepción en sistema		2.24				●	
4	Preparación de pedidos	Trasladar material hacia máquina transportadora	➔	5.24		●			
5		Calibrar fruta según requerimiento	◻	1.27				●	
6		Eliminar producto no-conforme	○	5.78	●				
7		Clasificar fruta según requerimiento	○	2.23	●				
8	Empaquetado y sellado	Empaquetar fruta en clanchets	○	3.98	●				
9		Pesar fruta según requerimiento		3.25				●	
10		Sellar paquetes en cajas	○	4.52	●				
11		Paletizar producto terminado	○	2.87	●				
12	Entrega de pedido	Trasladar material hacia zona de salida	➔	1.87		●			
13		Segregar merma del proceso productivo	▽	3.24					●
				13	6	2	0	4	1
					46%	15%	0%	31%	8%

## 2° Determinación de número de observaciones

Debido a la característica del proceso productivo, se determinó el número de observaciones necesarias; ya que el tiempo de ciclo suma 40.75 minutos, el número de observaciones necesarias para el estudio de tiempo es 3.

## 3° Toma de tiempos

Se tomaron y registraron los tiempos de las 3 observaciones establecidas para realizar el estudio

**Tabla 132.**

Toma de tiempos por actividades

N°	Alto proceso	Actividades	Tiempo de observación			T. Promedio
			1°	2°	3°	
1	<b>Recepción de pedido</b>	Recepcionar fruta en zona de desembarque	2.8574	3.2342	3.3284	3.14
2		Identificar tipo de cosecha	1.0752	1.1648	1.0752	1.12
3		Validar datos de la recepción en sistema	2.3296	2.128	2.4416	2.24
4	<b>Preparación de pedidos</b>	Trasladar material hacia máquina transportadora	5.1352	5.1876	5.6068	5.24
5		Calibrar fruta según requerimiento	1.397	1.3208	1.2954	1.27
6		Eliminar producto no-conforme	5.491	5.491	6.3002	5.78
7		Clasificar fruta según requerimiento	2.1408	2.3638	2.2523	2.23
8	<b>Empaquetado y sellado</b>	Empaquetar fruta en clanchets	3.7014	3.9402	4.378	3.98
9		Pesar fruta según requerimiento	3.3475	3.185	3.185	3.25
10		Sellar paquetes en cajas	4.52	4.7008	4.1584	4.52
11		Paletizar producto terminado	2.6117	2.9274	2.87	2.87
12	<b>Entrega de pedido</b>	Trasladar material hacia zona de salida	2.0009	1.9822	2.0196	1.87
13		Segregar merma del proceso productivo	3.1428	3.0456	3.4344	3.24

#### 4° Determinación de tiempo normal

En primer lugar, mediante la tabla del Sistema Westinghouse, se calculó la valoración del ritmo de trabajo por cada estación.

**Tabla 133.**

Valoración del ritmo de trabajo por cada estación

N°	Alto proceso	Actividades	Características				Total
			Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	
1	Recepción de pedido	Recepcionar fruta en zona de desembarque	0.00	-0.08	-0.07	-0.04	-0.19
2		Identificar tipo de cosecha	-0.05	-0.08	-0.07	-0.04	-0.24
3		Validar datos de la recepción en sistema	-0.05	-0.08	-0.07	-0.04	-0.24
4	Preparación de pedidos	Trasladar material hacia máquina transportadora	0.00	0.00	-0.07	-0.04	-0.11
5		Calibrar fruta según requerimiento	-0.05	-0.05	-0.07	-0.04	-0.21
6		Eliminar producto no-conforme	-0.05	-0.05	-0.07	-0.02	-0.19
7		Clasificar fruta según requerimiento	0.00	-0.08	-0.07	-0.04	-0.19
8		Empaquetar fruta en clanchets	-0.10	-0.05	-0.07	-0.04	-0.26
9	Empaquetado y sellado	Pesar fruta según requerimiento	-0.08	-0.05	-0.07	-0.02	-0.22
10		Sellar paquetes en cajas	0.00	-0.08	-0.07	-0.02	-0.17
11		Paletizar producto terminado	-0.05	-0.08	-0.07	-0.04	-0.24
12	Entrega de pedido	Trasladar material hacia zona de salida	0.00	-0.08	-0.07	0.00	-0.15
13		Segregar merma del proceso productivo	-0.80	-0.08	-0.07	0.00	-0.95

**Tabla 134.**

Tiempo normal de las estaciones

N°	Alto proceso	Actividades	T. Observado (minutos)	Valorización	T. Normal (minutos)
1	<b>Recepción de pedido</b>	Recepcionar fruta en zona de desembarque	3.1400	-0.1900	2.5434
2		Identificar tipo de cosecha	1.1200	-0.2400	0.8512
3		Validar datos de la recepción en sistema	2.2400	-0.2400	1.7024
4	<b>Preparación de pedidos</b>	Trasladar material hacia máquina transportadora	5.2400	-0.1100	4.6636
5		Calibrar fruta según requerimiento	1.2700	-0.2100	1.0033
6		Eliminar producto no-conforme	5.7800	-0.1900	4.6818
7		Clasificar fruta según requerimiento	2.2300	-0.1900	1.8063
8	<b>Empaquetado y sellado</b>	Empaquetar fruta en clanchets	3.9800	-0.2600	2.9452
9		Pesar fruta según requerimiento	3.2500	-0.2200	2.5350
10		Sellar paquetes en cajas	4.5200	-0.1700	3.7516
11		Paletizar producto terminado	2.8700	-0.2400	2.1812
12	<b>Entrega de pedido</b>	Trasladar material hacia zona de salida	1.8700	-0.1500	1.5895
13		Segregar merma del proceso productivo	3.2400	-0.9500	0.1620

### 5° Determinación de tiempo estándar

En primer lugar, mediante la tabla del Sistema de Suplementos por Descanso, se calculó el factor de suplementos de trabajo por cada estación.

**Tabla 135.**

Factor de suplementos de trabajo para cada estación

N°	Alto proceso	Actividades	Constantes	Trabajo de pie	Características					Total
					Levantamiento de peso	Calidad de aire	Tensión virtual	Tensión auditiva	Monotonía física	
1	Recepción de pedido	Recepcionar fruta en zona de desembarque	0.09	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.11
2		Identificar tipo de cosecha	0.09	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.13
3		Validar datos de la recepción en sistema	0.09	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.13
4	Preparación de pedidos	Trasladar material hacia máquina transportadora	0.09	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.13
5		Calibrar fruta según requerimiento	0.09	0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.16
6		Eliminar producto no-conforme	0.09	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.13
7		Clasificar fruta según requerimiento	0.09	0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.16
8	Empaquetado y sellado	Empaquetar fruta en clanchets	0.09	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.15
9		Pesar fruta según requerimiento	0.09	0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.16
10		Sellar paquetes en cajas	0.09	0.02	0.10	0.00	0.02	0.00	0.00	0.23
11		Paletizar producto terminado	0.09	0.02	0.10	0.00	0.02	0.00	0.00	0.23
12		Entrega de pedido	Trasladar material hacia zona de salida	0.09	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
13		Segregar merma del proceso productivo	0.09	0.02	0.10	0.00	0.02	0.00	0.00	0.23

**Tabla 136.**

Tiempo estándar de las estaciones

N°	Alto proceso	Actividades	T. Normal (minutos)	Valorización	T. Estándar (minutos)
1	<b>Recepción de pedido</b>	Recepcionar fruta en zona de desembarque	2.5434	0.1100	2.8232
2		Identificar tipo de cosecha	0.8512	0.1300	0.9619
3		Validar datos de la recepción en sistema	1.7024	0.1300	1.9237
4		Trasladar material hacia máquina transportadora	4.6636	0.1300	5.2699
5	<b>Preparación de pedidos</b>	Calibrar fruta según requerimiento	1.0033	0.1600	1.1638
6		Eliminar producto no-conforme	4.6818	0.1300	5.2904
7		Clasificar fruta según requerimiento	1.8063	0.1600	2.0953
8		Empaquetar fruta en clanchets	2.9452	0.1500	3.3870
9	<b>Empaquetado y sellado</b>	Pesar fruta según requerimiento	2.5350	0.1600	2.9406
10		Sellar paquetes en cajas	3.7516	0.2300	4.6145
11		Paletizar producto terminado	2.1812	0.2300	2.6829
12	<b>Entrega de pedido</b>	Trasladar material hacia zona de salida	1.5895	0.1300	1.7961
13		Segregar merma del proceso productivo	0.1620	0.2300	0.1993

## 2.8. Evaluación económica

Para realizar la evaluación económica, se ha establecido dos subcategorías: Costos de recursos de investigación, el costo de implementación del MRP, el costo de implementación del RCM y Estudio de tiempos.

**Tabla 137.**

Presupuesto de investigación

Recursos	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Computadora	1	unidad	S/ 4,500	S/ 1,500
Impresora	1	unidad	S/ 860	S/ 287
Smartphone	1	unidad	S/ 1,800	S/ 600
Escritorio	1	unidad	S/ 500	S/ 167
Silla	1	unidad	S/ 150	S/ 50
Papel bond	1	millar	S/ 25	S/ 8
Fólder	25	unidad	S/ 1	S/ 0
Lapiceros	1	caja	S/ 18	S/ 6
Lápiz	2	unidad	S/ 1	S/ 0
Resaltador	2	unidad	S/ 2	S/ 1
Borrador	2	unidad	S/ 1	S/ 0
Corrector	2	unidad	S/ 4	S/ 1
Grapas	1	unidad	S/ 4	S/ 1
Tinta de impresora	1	unidad	S/ 15	S/ 5
Internet	720	horas	S/ 8	S/ 3
Teléfono	720	horas	S/ 4	S/ 1
Combi	50	unidad	S/ 2	S/ 1
Taxi	50	unidad	S/ 7	S/ 350
Alimentación diaria	360	unidad	S/ 10	S/ 3,600
Mano de obra	12	meses	S/ 930	S/ 11,160
				S/ 17,741

**Tabla 138.**

Descripción de costos de implementación - MRP

Descripción	Unidad	Costo unitario	Costo total
Capacitación	4	S/ 1,500	S/ 6,000
Documentación	12	S/ 50	S/ 600
Hardware	1	S/ 4,100	S/ 4,100
Software	1	S/ 4,500	S/ 4,500
Transporte	10	S/ 15	S/ 150
			S/ 15,350

**Tabla 139.**

Descripción de costos de implementación RCM

Descripción	Unidad	Costo unitario	Costo total
Capacitación	2	S/ 1,500	S/ 3,000
Documentación	6	S/ 50	S/ 300
Hardware	1	S/ 2,050	S/ 2,050
Software	1	S/ 2,250	S/ 2,250
Transporte	5	S/ 15	S/ 75
			S/ 7,675

**Tabla 140.**

Descripción de costos de implementación Estudio de tiempos

Descripción	Unidad	Costo unitario	Costo total
Capacitación	1	S/ 1,500	S/ 1,500
Documentación	6	S/ 50	S/ 300
Transporte	5	S/ 15	S/ 75
			S/ 1,875

**Tabla 141.**

Resumen de costos de la investigación

Descripción	Costo total
Presupuesto de investigación	S/ 17,741
Costos de implementación - MRP	S/ 15,350
Costos de implementación - RCM	S/ 7,675
Costos de implementación – Estudio de tiempos	S/ 1,875
	S/ 42,641

### 2.8.1. Cálculo del préstamo

Para determinar el cálculo del préstamo, se ha identificado que el 70% de dicha investigación será financiada por el costo total de la investigación, la cual es S/ 42'641; por lo que el monto del préstamo será de S/ 29'723.

Posterior a ello, se establece que el préstamo tendrá una tasa de interés del 30% en un periodo de 12 meses.

**Tabla 142.**

Cronograma de pagos

	Monto S/ 29,723		Cuota S/ 2,847		
Mes	Cuota	Interés	Amortizado		Monto
1	S/ 2,847	S/ 657	S/ 2,190		S/ 27,533
2	S/ 2,847	S/ 609	S/ 2,238		S/ 25,295
3	S/ 2,847	S/ 559	S/ 2,288		S/ 23,007
4	S/ 2,847	S/ 509	S/ 2,339		S/ 20,668
5	S/ 2,847	S/ 457	S/ 2,390		S/ 18,278
6	S/ 2,847	S/ 404	S/ 2,443		S/ 15,835
7	S/ 2,847	S/ 350	S/ 2,497		S/ 13,338
8	S/ 2,847	S/ 295	S/ 2,552		S/ 10,786
9	S/ 2,847	S/ 238	S/ 2,609		S/ 8,177
10	S/ 2,847	S/ 181	S/ 2,666		S/ 5,511
11	S/ 2,847	S/ 122	S/ 2,725		S/ 2,786
12	S/ 2,847	S/ 62	S/ 2,786		S/ 0

2.8.2. Flujo de caja

Tabla 143.

Flujo de caja

GRUPO	Descripción	Dic-20	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21
EGRESOS:														
	Cuota del préstamo		S/ 2,847	S/ 2,847	S/ 2,847	S/ 2,847	S/ 2,847	S/ 2,847	S/ 2,847	S/ 2,847	S/ 2,847	S/ 2,847	S/ 2,847	S/ 2,847
	Recursos humanos	S/ 11,160												
Costos de	Bienes/equipos	S/ 2,603												
investigación	Materiales/servicios	S/ 3,978												
	Material Requirements Planning	S/ 15,350												
	RCM	S/ 7,675												
	Estudio de tiempos	S/ 1,875												
<b>TOTAL EGRESOS</b>		<b>S/ 33,091</b>	<b>S/ 2,847</b>	<b>S/ 2,847</b>	<b>S/ 2,847</b>	<b>S/ 2,847</b>	<b>S/ 2,847</b>	<b>S/ 2,847</b>	<b>S/ 2,847</b>	<b>S/ 2,847</b>	<b>S/ 2,847</b>	<b>S/ 2,847</b>	<b>S/ 2,847</b>	<b>S/ 2,847</b>
BENEFICIOS:														
	Ahorro RCM		S/ 4,963	S/ 4,963	S/ 4,963	S/ 4,963	S/ 4,963	S/ 4,963	S/ 4,963	S/ 4,963	S/ 4,963	S/ 4,963	S/ 4,963	S/ 4,963
	Ahorro MRP		S/ 3,220	S/ 3,220	S/ 3,220	S/ 3,220	S/ 3,220	S/ 3,220	S/ 3,220	S/ 3,220	S/ 3,220	S/ 3,220	S/ 3,220	S/ 3,220
	Ahorro Estudio de tiempos		S/ 1,519	S/ 1,519	S/ 1,519	S/ 1,519	S/ 1,519	S/ 1,519	S/ 1,519	S/ 1,519	S/ 1,519	S/ 1,519	S/ 1,519	S/ 1,519
	Préstamo	S/ 29,723	S/ -											
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>S/ 29,723</b>	<b>S/ 9,701</b>	<b>S/ 9,701</b>	<b>S/ 9,701</b>	<b>S/ 9,701</b>	<b>S/ 9,701</b>	<b>S/ 9,701</b>	<b>S/ 9,701</b>	<b>S/ 9,701</b>	<b>S/ 9,701</b>	<b>S/ 9,701</b>	<b>S/ 9,701</b>	<b>S/ 9,701</b>
<b>Flujo mensual de caja</b>		<b>-S/ 3,368</b>	<b>S/ 3,486</b>	<b>S/ 10,340</b>	<b>S/ 17,194</b>	<b>S/ 24,048</b>	<b>S/ 30,903</b>	<b>S/ 37,757</b>	<b>S/ 44,611</b>	<b>S/ 51,465</b>	<b>S/ 58,319</b>	<b>S/ 65,173</b>	<b>S/ 72,028</b>	<b>S/ 78,882</b>

### 2.8.3. Análisis financiero

Respecto al análisis financiero, se establece el seguimiento de los siguientes indicadores (TIR, VAN y Análisis B/C).

**Tabla 144.**

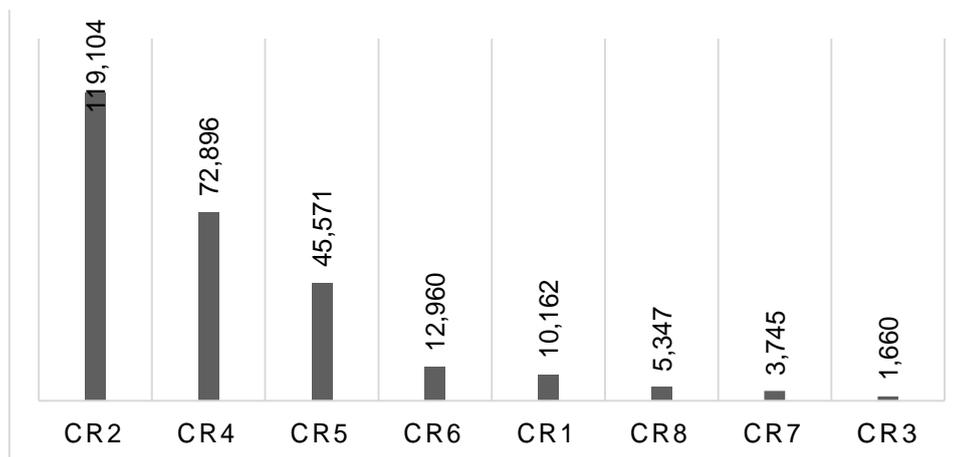
Indicadores de análisis financiero

<b>VNA</b>	<b>S/213,228.70</b>
<b>TIR</b>	203%
<b>Relación B/C</b>	S/1.84

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

A continuación, se detallan las principales causas raíz y sus respectivos costos.

**Figura 11.** Costeo de causas raíz.



**Tabla 145.**

Detalle de causa raíz por ítem.

ÍTEM	CAUSA RAÍZ
CR2	No existe un plan de mantenimiento
CR4	Falta de una planificación de la producción
CR5	Falta de estandarización del proceso productivo
CR6	Falta de orden y limpieza
CR1	No hay una programación de asignación de labores
CR8	Falta de indicadores de gestión
CR7	Mala distribución de planta
CR3	Falta de operatividad de maquinaria

Por otro lado, luego de la aplicación de las herramientas necesarias, se establece la pérdida antes y después de aplicar la mejora.

**Tabla 146.**

Beneficio obtenido por cada causa raíz.

ÍTEM	CAUSA RAÍZ	Pérdida antes	Pérdida después	Beneficio
CR2	No existe un plan de mantenimiento	119,104	59,552	59,552
CR4	Falta de una planificación de la producción	72,896	34,261	38,635
CR5	Falta de estandarización del proceso productivo	45,571	27,343	18,228

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

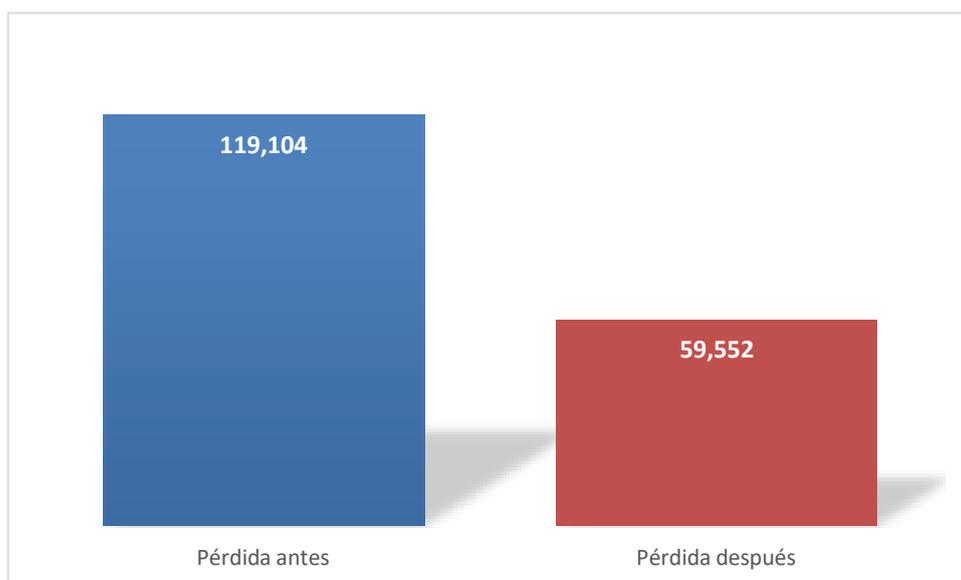
### 4.1. Discusión

A continuación, se detalla el ahorro esperado al realizar la implementación de un Mantenimiento centrado en confiabilidad.

**Tabla 147.**

Beneficio económico por implementación RCM.

<i>Pérdida económica antes de la implementación</i>	<i>Pérdida económica después de la implementación</i>	<i>Beneficio económico</i>
119'104	59'552	59'552



**Figura 22.** Diagrama de barras de pérdida antes y después de la implementación del RCM

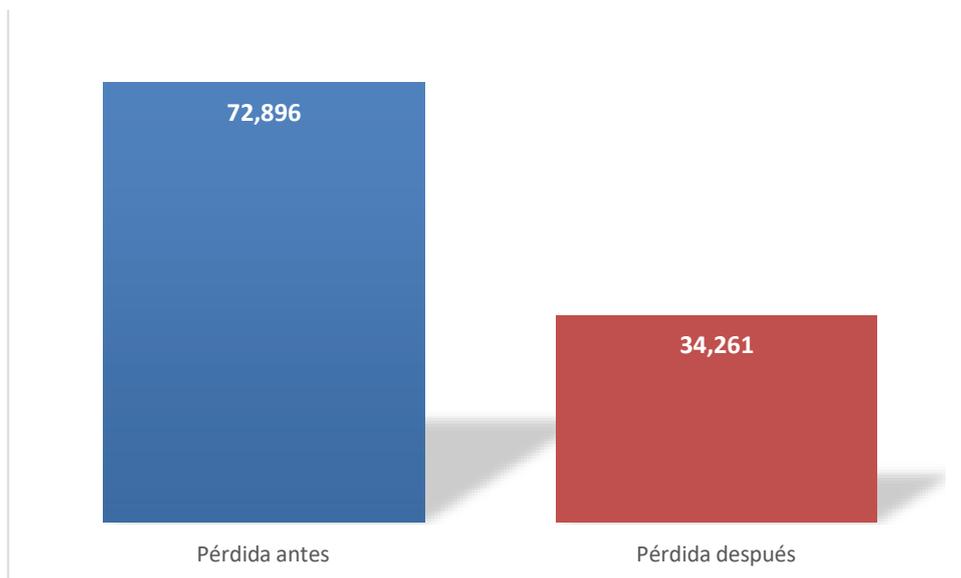
García (2018) menciona que en su proyecto de investigación logró obtener un VAN de S/ 8'604 de forma mensual; mientras que nosotros hemos logrado avanzar S/4'962; eso significa que nosotros hemos alcanzado el 39% menos que García; habiendo ambos usado una inversión similar para nuestra investigación.

A continuación, se detalla el ahorro esperado al realizar la implementación de un Material Requirements Planning.

**Tabla 148.**

Beneficio económico por implementación MRP.

<i>Pérdida económica antes de la implementación</i>	<i>Pérdida económica después de la implementación</i>	<i>Beneficio económico</i>
72'896	34'261	38'635



**Figura 23.** Diagrama de barras de pérdida antes y después de la implementación del MRP

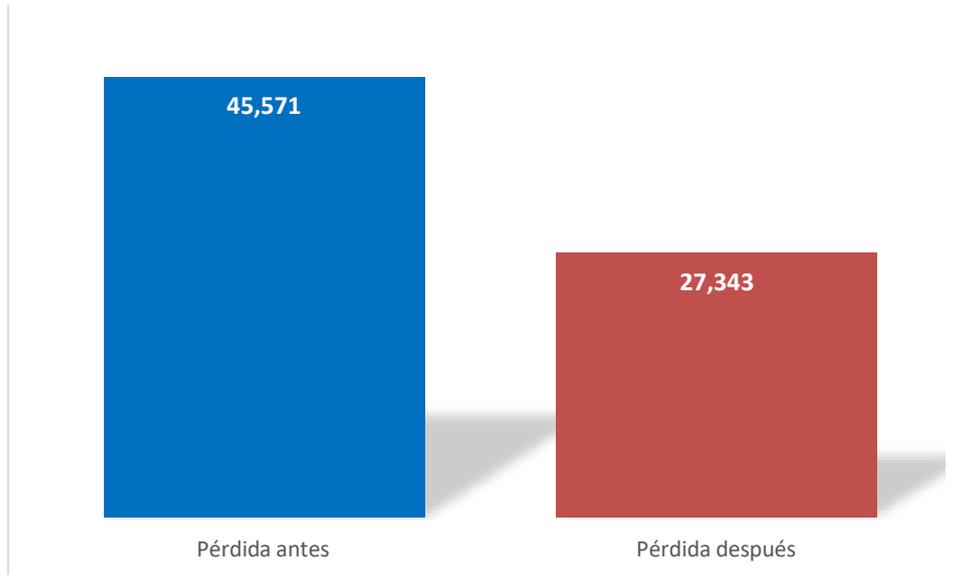
De acuerdo con los datos obtenidos en la figura 19, se pudo identificar que la implementación del MRP permitió reducir en 43% los gastos innecesarios por no llegar a cumplir pedidos solicitados por clientes; mientras que Torres (2017), luego de realizar la propuesta de implementación de un MRP en la empresa Lizano Torres menciona que la organización llegó a reducir 50% de dichos gastos innecesarios; por lo que se podría mencionar que su implementación tuvo un mayor impacto dentro de la estructura de ahorros de la organización por un 7%; el cual se evidencia en los USD 30'692.17; mientras que Santos (2015); menciona que los ahorros que obtuvo después de la aplicación del MRP fue de S/. 219'099.30 nuevos soles.

A continuación, se detalla el ahorro esperado al realizar la implementación de un Estudio de tiempos.

**Tabla 149.**

Beneficio económico por implementación Estudio de tiempos.

<i>Pérdida económica antes de la implementación</i>	<i>Pérdida económica después de la implementación</i>	<i>Beneficio económico</i>
45'571	27'343	18'228



**Figura 24.** Diagrama de barras de pérdida antes y después de la implementación del Estudio de tiempos

García (2018) menciona que en su proyecto de investigación logró obtener un VAN de S/ 2'324 de forma mensual; mientras que nosotros hemos logrado avanzar S/ 1'519; eso significa que nosotros hemos alcanzado el 35% menos que García; habiendo ambos usado una inversión similar para nuestra investigación.

#### 4.2. Conclusiones

1. Se logró demostrar que la propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento reducen los costos operativos en la línea de producción de arándanos.
2. Se realizó el diagnóstico inicial del área de producción de la empresa, dentro de la línea de arándanos, encontrando 08 causas raíz. Sin embargo, se priorizaron 03 de ellas.
3. Se realizó la identificación y determinación de las herramientas de mejora que contribuyen en la reducción de los costos operativos: Material Requirements Planning, Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y Estudio de tiempos.
4. Se desarrollo las herramientas de Ingeniería: Material Requirements Planning, Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y Estudio de tiempos.
5. Se determinó que se obtuvo una reducción de los costos operativos por un valor de S/ 116'424 nuevos soles en 12 meses, equivalente a un 48.9% de los costos operativos antes de desarrollar las herramientas de Ingeniería, con una inversión inicial para el desarrollo de la investigación y sus herramientas de S/ 36'091 nuevos soles.
6. Se realizó la evaluación económica financiera de la propuesta de mejora en un horizonte de 12 meses, obteniendo un VAN de S/ 213'228.70, un TIR de 203%; siendo superior al TMAR, así como un análisis de beneficio costo de 1.84, indicando que es viable económicamente.

## REFERENCIAS

- Aldás, C. (2017). Diseño e implementación de un sistema MRP para la empresa Chocolate Ecuatoriano C.A. [Tesis de Titulación, Universidad Tecnológica Equinoccial]. Repositorio Institucional de la Universidad Tecnológica Equinoccial. [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14521/1/69024\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14521/1/69024_1.pdf)
- Altendorfer, K. (2015). Influence of lot size and planned lead time on service level and inventory for a single-stage production system with advance demand information and random required lead times. *International Journal of Production Economics*. 170(B). <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.07.030>mundial-en/
- Ammar, O., Guillaume, R. y Thierry, C. (2016). MRP parameter evaluation under fuzzy lead times. *IFAC – PapersOnLine*. 49(12). 1110-1115. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.644>
- Barros, J., Cortez, P. y Samerio, M. (2021). A systematic literature review about dimensioning safety stock under uncertainties and risks in the procurement process. *Operations Research Perspectives*. 8(1). <https://doi.org/10.1016/j.orp.2021.100192>
- Bayard, S., Grimaud, F. y Delorme, X. (2021). Study of buffer placement impacts on Demand Driven MRP performance. *IFAC – PapersOnLine*. 54(1). 1005-1010. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.119>
- Ben-Ammar, O., Castagliola, P., Dolgui, A. y Hnaiden, F. (2020). A hybrid genetic algorithm for a multilevel assembly replenishment planning problem with stochastic lead times. *Computers & Industrial Engineering*. 149(1). <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106794>
- Bogataj, D., Bogotaj, M. y Hudoklin, D. (2017). Mitigating risks of perishable products in the cyber-physical systems based on the extended MRP model. *International Journal of Production Economics*. 193(1). 51-62. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.06.028>
- Borodin, V., Dolgui, A., Hnaien, F. y Labadie, N. (2016). Component replenishment planning for a single-level assembly system under random lead times: A chance constrained programming approach. *International Journal of Production Economics*. 181(1). 79-86. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.02.017>

Bueno, A., Godinho, M. y Frank, A. (2020). Smart production planning and control in the Industry 4.0

context: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*. 149(1).

<https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106774>

Cáceres, O. & Gamez, J. (2019). Aplicación de la herramienta TMP para mejorar la productividad

en el proceso de Granallado, Empresa JCB Estructuras S.A.C., 2019. [Tesis de Titulación,

Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional de la Universidad Ricardo Palma.

[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2619/IND\\_T030\\_74450211\\_T.pdf?seq](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2619/IND_T030_74450211_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[uence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2619/IND_T030_74450211_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Carrasco, L. & Montalvo, L. (2020). Factore de crecimiento en la exportación de arándano producido

en La Libertad, Perú, a los países del medio oriente (Arabia Saudita y Emiratos Árabes

Unidos) en el año 2019. [Tesis de Titulación, Universidad San Martín de Porres]. Repositorio

Institucional de la Universidad San Martín de Porres.

[https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/7371/carrasco\\_mlj-](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/7371/carrasco_mlj-montalvo_gla.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[montalvo\\_gla.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/7371/carrasco_mlj-montalvo_gla.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

*Computers & Industrial Engineering*. 97(1). 157-159. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.05.006>

Gansterer, M. (2015). Aggregate planning and forecasting in make-to-order production systems.

*International Journal of Production Economics*. 170(B). 521-528.

<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.06.001>

García, G. (2018). Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa de

elaboración de alimentos balanceados, mediante el Mantenimiento Productivo Total (TPM).

[Tesis de Titulación, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional de la

Pontificia Universidad Católica del Perú.

[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12015/GARCIA\\_GON](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12015/GARCIA_GONZALO_MEJORA_GESTION_ALIMENTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[ZALO\\_MEJORA\\_GESTION\\_ALIMENTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12015/GARCIA_GONZALO_MEJORA_GESTION_ALIMENTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Gonçalves, J., Sameiro, M. y Cortez, P. (2020). Operations research models and methods for safety

stock determination: A review. *Operations Research Perspectives*. 7(1).

<https://doi.org/10.1016/j.orp.2020.100164>

IndexBox (2019). "World Prepared Fruits – Market, Report, Analysis and Forecast to 2025".

<https://www.indexbox.io/store/world-fruits-market-report-analysis-and-forecast-to-2020/>

- Jodlbauer, H. y Strasser, S. (2019). Capacity-driven production planning. *Computers in Industry*. 113(1). <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103126>
- Kosacka, M., Werner, K. y Golinska, P. (2020). Scanning effectiveness of material flow management in remanufacturing – case study on diesel particulate filter remanufacturing. *Procedia Manufacturing*. 51(1). 1688-1695. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.235>
- Miclo, R., Fontanili, F., Lauras, M., Lamothe, J. y Milan, B. (2016). An empirical comparison of MRPII and Demand-Driven MRP. *IFAC – PapersOnLine*. 49(12). 1725-1730. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.831>
- Milne, R., Mahapatra, S. y Wang, C. (2015). Optimizing planned lead times for enhancing performance of MRP systems. *International Journal of Production Economics*. 167(1). 220-231. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.05.013>
- Muchaendepi, W., Mbohwa, C., Hamandishe, T. y Kanyepe, J. (2019). Inventory Management and Performance of SMEs in the Manufacturing Sector of Harare. *Procedia Manufacturing*. 33(1). 454-461. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.056>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020). *FAO a los 75: Cultivar, nutrir, preservar. Juntos*. Roma. <https://doi.org/10.4060/cb1182es>
- Palacios, L. (2009). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*. Bogotá, Colombia: Ecoe.
- Pérez, J. A. (2012). *Gestión por procesos*. (5.a ed.). Madrid, España: ESIC.
- Ramírez, A. (2009). *Reutilización de retales de cuero para la elaboración de una línea de productos de marroquinería*. (Tesis de licenciatura). Universidad Católica Popular del Risaralda, Pereira, Colombia.
- Ramiro, A. (2007). La física cuántica y la administración. *Perspectivas*. 1(19). 55-60.
- Santos, P. (2015). *Propuesta de planificación y control de la producción para mejorar la productividad en la fábrica de colchones DINOR E.I.R.L.* [Tesis de Titulación, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/494/1/TL\\_Santos\\_Villalobos\\_Pedro.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/494/1/TL_Santos_Villalobos_Pedro.pdf)

- Segerstedt, A. (2017). Cover-Time Planning/Takt Planning: A technique for materials requirement and production planning. *International Journal of Production Economics*. 194(1). 25-31.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.04.006>
- Statista (2018). Exportaciones mundiales: principales países exportadores en 2020.  
<https://es.statista.com/estadisticas/635356/principales-paises-exportadores-a-nivel-> Raupp, F., De Angeli, K., Alzamora, G. y Maculan, N. (2015). MRP Optimization model for a production system with remanufacturing. *Pesquisa Operacional*. 35(2).  
<https://doi.org/10.1590/0101-7438.2015.035.02.0311>
- Sukkerd, W. y Wuttiornpun, T. (2016). Hybrid genetic algorithm and tabu search for finite capacity material requirement planning system in flexible flow shop with assembly operations. *Computers & Industrial Engineering*. 97(1). 157-169.  
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.05.006>
- Sukkerd, W. y Wuttiornpun, T. (2016). Hybrid genetic algorithm and tabu search for finite capacity material requirement planning system in flexible flow shop with assembly operations.
- Syreishchikova, N., Pimenov, D., Mikolajczyk, T. y Moldovan, L. (2020). Automation of Production Activities of an Industrial Enterprise based on the ERP System. *Procedia Manufacturing*. 46(1). 525-532. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.075>
- Torres, E. (2019). Propuesta de mejora para la gestión de inventarios en empresa de confecciones de la ciudad de Chiclayo. [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626420/Torres\\_SE.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626420/Torres_SE.pdf?sequence=3&isAllowed=y).
- Torres, J. (2017). Propuesta para implementación de un MRP en la empresa Lizano Torres. [Tesis de Titulación, Universidad de las Américas]. Repositorio Institucional de la Universidad de las Américas. <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7566/5/UDLA-EC-TIPI-2017-08.pdf>
- Velázquez, G. (2012). Administración de los sistemas de producción. (6.a ed.). México D.F.: Limusa.

Wang, H., Gong, Q. y Wang, S. (2017). Information processing structures and decision making delays in MRP and JIT. *International Journal of Production Economics*. 188(1). 41-49.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.03.016>

Woschanka, M., Dallasegab, P., y Kapellera, J.A. (2020). The Impact of Planning Granularity on Production Planning and Control Strategies in MTO: A Discrete Event Simulation Study. *Procedia Manufacturing*. 51(1). 1502-1507. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.209>