

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**Para optar al grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial
Propuesta de mejora del sistema de programación y control de la
producción en Lácteos el Quetzal**

**AUTORA
ABARCA GONZÁLEZ MARIA MELINA**

**TUTOR
ING. ALEJANDRO LEIVA GONZÁLEZ MBA**

**LECTOR
ING. JÉSSICA HERNÁNDEZ VARGAS**

SAN JOSÉ, COSTA RICA, mayo de 2018

CONTENIDO

TABLAS	7
FIGURAS	9
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR DE CARRERA	14
HOJA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR	15
DEDICATORIA	16
AGRADECIMIENTOS	17
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL TUTOR.....	18
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL LECTOR (A).....	20
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA.....	21
DECLARACIÓN JURADA	22
CÓDIGO DE ÉTICA	23
RESUMEN EJECUTIVO.....	25
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	26
GENERALIDADES DE LA EMPRESA	27
Identificación de la empresa	27

Antecedentes históricos del desarrollo de la planta.....	27
Misión	28
Visión	28
Estructura organizativa	28
Localización geográfica de la planta.....	29
Descripción general de los productos de la empresa.....	31
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	33
OBJETIVOS	34
Objetivo general.....	34
Objetivos específicos.....	34
PROYECCIONES.....	34
LIMITANTES DEL PROYECTO.....	34
JUSTIFICACIÓN.....	35
ANTECEDENTES	36
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	37
Conceptos iniciales.....	37
Diagrama de flujo	37
Diagrama de proceso	38
Diagrama de Pareto	38
Diagrama de Ishikawa	39
Teoría de restricciones.....	40

Estado ideal	41
Planificación de la producción y gestión de los materiales	41
Plan maestro de producción.....	41
Planificación de las necesidades de materiales	43
Lista de materiales (Bill Of Materials BOM).....	44
Punto de equilibrio	45
Productividad.....	46
Pronósticos	46
Tipos de pronósticos.....	47
Promedio móvil	47
Suavización exponencial	47
Regresión lineal simple	48
Errores de pronóstico.....	48
Error de pronóstico	48
Desviación Absoluta Media (MAD)	49
Error cuadrático medio (ECM).....	49
Error porcentual absoluto medio (MAPE)	49
Cadena de valor	49
Horizonte de planeación	50
Inventario de seguridad	50
Tiempo de reabastecimiento.....	51
EOQ.....	51
Punto de reorden.....	52
Diagrama de Gantt.....	52
Valor presente neto (VPN)	53
Tasa interna de rendimiento (TIR)	54
 CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	 55
Enfoque.....	55
Enfoque cualitativo.....	55
Enfoque cuantitativo.....	55

Enfoque mixto	56
Tipo de enfoque a utilizar.....	56
Diseño (alcance)	56
Muestra de la investigación	56
Variables.....	58
Instrumentos	61
Proceso para la Recolección de datos	64
Método de análisis	64
Cronograma	65
CAPÍTULO IV DIAGNÓSTICO.....	67
Área de producción de quesos	70
Queso tierno.....	70
Requerimiento de materiales e insumos	71
Proceso productivo	80
Capacidad teórica de la producción de queso tierno	89
Análisis de oferta y demanda del producto	92
Queso semiduro	102
Requerimiento de materiales e insumos	102
Proceso productivo	105
Capacidad teórica de la producción de queso semiduro.....	112
Análisis de oferta y demanda del producto	115
Material de empaque del queso tierno y del queso semiduro.....	127
Área de producción de líquidos.....	130
Natilla	130
Requerimiento de materiales e insumos	130

Material de empaque de la natilla.....	136
Proceso productivo	137
Capacidad teórica de la producción de natilla.....	145
Análisis de oferta y demanda del producto	149
Yogurt con sabor a fresa.....	155
Requerimiento de materiales e insumos	155
Material de empaque del yogurt con sabor a fresa	159
Proceso productivo	160
Capacidad teórica de la producción de yogurt con sabor a fresa	168
Análisis de oferta y demanda del producto	172
Programación y control actual de la producción.....	178
Análisis de las causas	187
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	194
Conclusiones.....	194
Recomendaciones.....	196
CAPÍTULO VI DISEÑO DE PROPUESTA	199
Propuestas de mejora para solucionar la problemática actual.....	199
Mejora al sistema de programación actual	199
Capacitación de personal	207
Capacitación conjunta	208
Capacitación del área de quesos	208
Capacitación del área de líquidos	209
Perfil de coordinador de aprendizaje y capacitación.....	210
Estandarización de producto.....	213
Establecer los límites de llenado en los moldes de queso	213
Pesar el producto terminado	214
Pesar el producto empacado	215

Diagramas de flujo propuesto.....	218
Comunicación con el área administrativa.....	227
Abrir comunicación directa	227
Involucramiento en las capacitaciones	228
Actividades de trabajo en equipo	228
Evaluación económica	229
Plan de implementación	229
Viabilidad económica del proyecto	231
REFERENCIAS	241
ANEXOS	242
Anexo 1 Cálculo de punto de equilibrio del queso tierno	242
Anexo 2 Cálculo de punto de equilibrio del queso semiduro.....	247
Anexo 3 Mejora de herramienta para la programación y control de la producción	251
Módulos de la herramienta	253
Tabla de contenido	253
Mejor pronóstico	255
Ingreso de demanda, oferta y de materiales	257
Nivel de inventario	259
Resumen de demanda y de oferta.....	260
Material comprado y utilizado.....	260
Oferta y demanda	261
Pronóstico de queso tierno (QT), queso semiduro (QS), natilla (NA) y yogurt con sabor a fresa(YF).....	261
Lista	261
Claves del documento.....	261
Anexo 4 Estados financieros de Lácteos el Quetzal para el periodo actual 2017- 2018	265

Tablas

Figura No.	Descripción	Página
	Tabla 1 Detalle de productos ofrecidos por la empresa	32
	Tabla 2 Tabla de variables.....	58
	Tabla 3 Tabla de instrumentos necesarios	62
	Tabla 4 Clasificación de quesos en Lácteos el Quetzal.....	67
	Tabla 5 Clasificación de productos líquidos en Lácteos el Quetzal.....	69
	Tabla 6 Jornada de trabajo Lácteos el Quetzal.....	89
	Tabla 7 Cálculo de capacidad instalada para el queso tierno	91
	Tabla 8 Tabla de datos de oferta demanda del queso tierno.....	93
	Tabla 9 Costos del queso tierno.....	97
	Tabla 10 Desglose de costos variables del queso tierno.....	98
	Tabla 11 Cálculo de punto de equilibrio	100
	Tabla 12 Cálculo del punto de equilibrio en meses.....	101
	Tabla 13 Cálculo de capacidad instalada para el queso semiduro.....	114
	Tabla 14 Tabla de datos de oferta demanda del queso semiduro	116
	Tabla 15 Tabla de datos de demanda del queso semiduro	117
	Tabla 16 Costos del queso semiduro	122
	Tabla 17 Desglose de costos variables del queso semiduro	123
	Tabla 18 Cálculo de punto de equilibrio	125
	Tabla 19 Cálculo del punto de equilibrio en meses.....	126
	Tabla 20 Jornada de trabajo Lácteos el Quetzal.....	145
	Tabla 21 Tiempos improductivos Lácteos el Quetzal	146

Tabla 22 Cálculo de capacidad instalada para la natilla.....	147
Tabla 23 Jornada de trabajo Lácteos el Quetzal.....	148
Tabla 24 Tabla de datos de oferta demanda de la natilla	150
Tabla 25 Costos de la natilla	153
Tabla 26 Desglose de costos variables de la natilla	154
Tabla 27 Cálculo de capacidad instalada para yogurt con sabor a fresa	170
Tabla 28 Tabla de datos de oferta demanda del yogurt con sabor a fresa.....	173
Tabla 29 Costos del yogurt con sabor a fresa.....	176
Tabla 30 Desglose de costos variables del yogurt con sabor a fresa.....	177
Tabla 31 Clasificación de las causas	189
Tabla 32 Algoritmo de Klee.....	190
Tabla 33 Causas ordenadas según su resultado.....	191
Tabla 34 Consulta de mejor pronóstico.....	202
Tabla 35 Registro propuesto para quesos producidos	214
Tabla 36 Segundo registro propuesto para quesos producidos	216
Tabla 37 Costos de la implementación del proyecto.....	231
Tabla 38 Resumen de faltantes de producto.....	233
Tabla 39 Aumentos de producción anuales por producto	234
Tabla 40 Precios de venta proyectados para los distintos productos.....	236
Tabla 41 Venta acumulada por producto en kilogramos o litros.....	236
Tabla 42 Total de utilidad anual por producto	237
Tabla 43 Cálculo de VAN Y TIR para dos años	238
Tabla 44 Cálculo de VAN y TIR para cinco años.....	239
Tabla 45 Cálculo de punto de equilibrio del queso tierno.....	242

Tabla 46 Cálculo de punto de equilibrio del queso semiduro	247
Tabla 47 Claves de acceso a la herramienta.....	263

Figuras

Figura No.	Descripción	Página
Figura 1	Logo de Lácteos el Quetzal.....	27
Figura 2	Organigrama de la empresa.....	29
Figura 3	Ubicación geográfica de la empresa	30
Figura 4	Vista frontal de Lácteos el Quetzal	31
Figura 5	Simbología del diagrama de flujo	38
Figura 6	Ejemplo de diagrama de Ishikawa	40
Figura 7	Proceso de planificación	42
Figura 8	Estructura de producto situada en el tiempo	44
Figura 9	Ejemplo de lista de materiales	45
Figura 10	Ecuación de punto de equilibrio.....	45
Figura 11	Ecuación para medir la productividad	46
Figura 12	Ecuación del promedio móvil	47
Figura 13	ecuación de suavización exponencial	47
Figura 14	Ecuación de error de pronóstico.....	48
Figura 15	Ecuación de error de pronóstico.....	48
Figura 16	Ecuación de MAD.....	49
Figura 17	Ecuación de ECM	49
Figura 18	Ecuación de MAPE.....	49
Figura 19	Actividades en la cadena de valor.....	50

Figura 20 Ecuación de EOQ.....	52
Figura 21 Ecuación de punto de reorden.....	52
Figura 22 Ejemplo de diagrama de Gantt.....	53
Figura 23 Ecuación para VPN.....	53
Figura 24 Proceso para seleccionar una muestra.....	57
Figura 25 Diagrama de entregables del proyecto	65
Figura 26 Diagrama de Gantt	66
Figura 27 Requerimiento de materiales para primera variación de Queso tierno	72
Figura 28 Requerimiento de materiales para segunda variación de Queso tierno	72
Figura 29 Requerimiento de materiales para tercera variación de Queso tierno.....	73
Figura 30 Requerimiento de materiales para cuarta variación de Queso tierno.....	73
Figura 31 Requerimiento de materiales para quinta variación de Queso tierno.....	74
Figura 32 Requerimiento de materiales para sexta variación de Queso tierno	74
Figura 33 Requerimiento de materiales para séptima variación de Queso tierno	75
Figura 34 Requerimiento de materiales para octava variación de Queso tierno	75
Figura 35 Requerimiento de insumos para el Queso tierno	77
Figura 36 Ejemplo de una marmita	78
Figura 37 Ejemplo de liras verticales	79
Figura 38 Ejemplo de molde y trapo para queso.....	79
Figura 39 Diagrama de proceso de queso tierno	81
Figura 40 Diagrama de flujo de queso tierno	83
Figura 41 Diagrama de flujo de queso tierno	84
Figura 42 Diagrama de flujo de queso tierno	85
Figura 43 Cadena de valor del queso tierno	88

Figura 44 Gráfico comparativo de la oferta demanda del queso tierno	95
Figura 45 Gráfico comparativo demanda anual de queso tierno	96
Figura 46 Gráfico del punto de equilibrio	99
Figura 47 Requerimiento de materiales para el Queso semiduro.....	103
Figura 48 Requerimiento de insumos para el Queso semiduro	104
Figura 49 Diagrama de proceso de queso semiduro.....	106
Figura 50 Diagrama de flujo de queso semiduro.....	108
Figura 51 Diagrama de flujo de queso semiduro.....	109
Figura 52 Diagrama de flujo de queso semiduro.....	110
Figura 53 Gráfico comparativo de la oferta demanda del queso semiduro	119
Figura 54 Gráfico demanda del queso semiduro	120
Figura 55 Gráfico comparativo demanda anual de queso semiduro	121
Figura 56 Gráfico del punto de equilibrio del queso semiduro	124
Figura 57 Requerimiento de materiales para primera variación de natilla.....	131
Figura 58 Requerimiento de materiales para segunda variación de natilla	132
Figura 59 Requerimiento de insumos para la natilla	134
Figura 60 Homogeneizador de la empresa	135
Figura 61 Sistema de placas de la empresa	136
Figura 62 Diagrama de proceso de natilla.....	138
Figura 63 Diagrama de flujo de la natilla.....	140
Figura 64 Diagrama de flujo de la natilla.....	141
Figura 65 Cadena de valor actual de natilla	144
Figura 66 Gráfico comparativo de la oferta demanda de natilla	152
Figura 67 Requerimiento de materiales para el yogurt con sabor a fresa	156

Figura 68 Requerimiento de insumos para el yogurt con sabor a fresa.....	158
Figura 69 Tarro de leche.....	159
Figura 70 Diagrama de proceso del yogurt con sabor a fresa	161
Figura 71 Diagrama de flujo de yogurt con sabor a fresa	163
Figura 72 Diagrama de flujo de yogurt con sabor a fresa	164
Figura 73 Cadena de valor del yogurt con sabor a fresa	167
Figura 74 Gráfico comparativo de la oferta demanda del yogurt con sabor a fresa.....	175
Figura 75 Diagrama de proceso de la programación de la producción en la planta.....	179
Figura 76 Diagrama de flujo de la programación de la producción en la planta.....	182
Figura 77 Detalle de ingreso de la demanda	183
Figura 78 Diagrama SIPOC de la programación de la producción en la planta.....	186
Figura 79 Diagrama de ishikawa.....	188
Figura 80 Diagrama de Pareto de causas que afectan el cumplimiento de la demanda ...	192
Figura 81 Diseño funcional de la programación y control de la producción	200
Figura 82 Clasificación de inventario.....	203
Figura 83 Diagrama de Gantt de propuesta de desarrollo de la herramienta	205
Figura 84 Diagrama de Gantt de plan de capacitaciones	211
Figura 85 Perfil de coordinador de aprendizaje	212
Figura 86 Ecuaciones de productividad propuestas	217
Figura 87 Diagrama de flujo propuesto del queso tierno	219
Figura 88 Diagrama de flujo propuesto del queso tierno	220
Figura 89 Diagrama de flujo propuesto de empaque de queso tierno	221
Figura 90 Cadena de valor propuesta para el Queso Tierno	223
Figura 91 Diagrama de flujo propuesto de queso semiduro.....	225

Figura 92 Diagrama de flujo propuesto de queso semiduro.....	226
Figura 93 Diagrama de Gantt de implementacion de la propuesta.....	230
Figura 94 Tabla de contenidos de la herramienta para Lácteos el Quetzal.....	254
Figura 95 Módulo de pronósticos del SIPCP Granja Crujim.....	256
Figura 96 Ingreso de demanda	257
Figura 97 Ingreso de oferta.....	258
Figura 98 Ingreso de compra de materiales.....	259
Figura 99 Nivel de inventario de materiales.....	260
Figura 100 Ejemplo de mostrar pestañas en Excel.....	262
Figura 101 Estado de resultados 2017-2018	265

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico a mi mamá, por haber estado siempre a mi lado y convertirme en la persona que ahora soy. Sin ella nada de esto habría sido posible, gracias por todo.

También a mis amigas y amigos que estuvieron conmigo en este proceso y siempre me brindaron su apoyo después de todo este tiempo.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres por su apoyo en mis estudios y trabajo, a Karla por su amistad en estos años de clases y trabajos en grupo, a todas las personas de Lácteos el Quetzal que me brindaron ayuda para completar esta tarea.

Agradezco a todas las personas y a los profesores que me brindaron de su conocimiento, el cual me ayudó a crecer como persona y como profesional. Sin ellos no habría podido completar este objetivo.

Gracias a todos.

Código de Ética

La suscrita María Melina Abarca González, carné de estudiante número 130861, graduada de la carrera de Bachillerato en Ingeniería Industrial de la Universidad Internacional de las Américas, se compromete a cumplir, durante el ejercicio profesional, con el Código de Ética de la Institución, que se rige por los siguientes principios:

PROBIDAD: actuar siempre con rectitud y honradez.

PRUDENCIA: actuar con pleno conocimiento de la materia sometida a su consideración.

JUSTICIA: permanente disposición hacia las funciones de la profesión, bajo los lineamientos legales que debe respetar todo profesional.

RESPONSABILIDAD: cumplir con los deberes, tanto en calidad como en oportunidad.

DISCRECIÓN: guardar respeto sobre los hechos o informaciones de los que tenga conocimiento con motivo del ejercicio profesional, sin que esto perjudique las funciones y responsabilidades.

INDEPENDENCIA DE CRITERIO: no involucrarse o comprometerse con situaciones, intereses o actividades contrarias a la moral, a la sana crítica y que, por ley, sean incompatibles con las funciones profesionales correspondientes.

DIGNIDAD Y DECORO: actuar con sobriedad y moderación.

TOLERANCIA: evidenciar una actitud paciente y de comprensión ante las opiniones divergentes que puedan expresar otras personas.

EQUILIBRIO: desempeñar las funciones profesionales con sentido práctico, buen juicio y equidad.

ACTUALIZACIÓN: comprometer parte del tiempo en actualizar los conocimientos y adaptarlos en el desarrollo de la actividad profesional.

VOCACIÓN: mostrar siempre apego al trabajo y a la educación recibida, como fundamentos para el desempeño laboral.

BUENA FE: toda conducta o comportamiento, criterio emitido y labor desempeñada debe basarse en los más altos principios éticos y tendrá como fundamento la buena fe.

Resumen ejecutivo

El presente trabajo de investigación tuvo lugar en la empresa Lácteos el Quetzal, una empresa familiar que se dedica a la fabricación y comercialización de lácteos a nivel nacional, se mantiene un enfoque del proyecto en el área de programación y control de la producción de las áreas de quesos y líquidos de la empresa.

El principal objetivo de este trabajo se centra en la mejora del sistema actual de programación y control de la producción para el queso tierno, queso semiduro, natilla y yogurt con sabor a fresa; con el fin de cumplir con la demanda de estos productos.

El método actual no cumple con la totalidad de la demanda durante todo el año laboral y considerando otras causas estudiadas en el diagnóstico, la capacidad de la empresa de reaccionar ante los cambios del mercado se ve afectada de manera negativa. Este sistema se compone de dos documentos que no se comunican entre sí y al manejar un único método de pronóstico, no permite conocer si sus resultados son los mejores para la empresa.

La producción de la empresa se realiza de lunes a sábado; los quesos estudiados representan el 84% de la ocupación del área, mientras que la natilla y el yogurt con sabor a fresa corresponde al 91% del área de producción de líquidos, estas dos áreas corresponden al total de las áreas productivas de la empresa; con la programación de los dos quesos estudiados y la natilla, se logra establecer el 80% de la producción total de la empresa.

Después de analizar la demanda de los productos, se encuentra que ambos quesos presentan una tendencia negativa, lo que significa que según el paso del tiempo, los clientes compran menos cantidad de estos productos a la empresa. Mediante consulta con el encargado de la producción, se obtiene que entre las principales causas que generan el incumplimiento de la demanda, se encuentra el faltante de materia prima y de material de empaque, la mala calidad de este material de empaque, la poca capacitación de los operarios y un faltante de comunicación con el área administrativa.

Las propuestas realizadas en el último capítulo del proyecto, generan distintos planes de acción tendentes a que minimicen o eliminen el efecto que estas causas tienen sobre la empresa y su producción. Para garantizar el éxito de estas propuestas, se ofrece un seguimiento por parte del ingeniero a cargo durante un periodo de dos o cinco años, según lo considere más conveniente la empresa.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

El mercado de los lácteos de leche de vaca en Costa Rica, se encuentra en constante movimiento y modernización; cada día las empresas dominantes del mercado buscan nuevas maneras de modernizar su producción y reducir costos de producción, para lograr obtener mayores ganancias y a su vez mantenerse en la cúspide de la pirámide. Esto genera a su vez presión en las empresas pequeñas; como en este caso Lácteos el Quetzal, que se ven obligadas a buscar costos más bajos para lograr mayor competitividad en el mercado.

Aparte de este conocimiento, la empresa se encuentra en un proceso de reorganización y priorización de inversiones, con el fin de revertir la tendencia negativa de la demanda que estaba presentando en los últimos años. Este plan de reestructuración se encuentra en su primer año; sin embargo, se estima que para el cierre del 2017 se logren ventas acumuladas mayores a las realizadas el año 2016. Sin embargo, es solo el inicio del proceso; todavía falta camino por recorrer para lograr recuperar a los clientes perdidos y entablar relaciones con nuevos prospectos.

Simultáneamente al hecho anteriormente mencionado, se encuentra la relación con los proveedores de leche, donde el contrato establecido especifica el compromiso en adquirir la totalidad de su producción, a pesar de que sus picos de oferta y demanda de leche no concuerdan en su totalidad con las variaciones en las necesidades de lácteos de los consumidores, ocasionando sobre o sub producción de ciertos productos durante el año.

Considerando los hechos anteriormente mencionados; el presente proyecto plantea mejorar el proceso actual de programación y control de la producción en la empresa, con el fin de contrarrestar los factores mencionados, mejorar la capacidad de la empresa en satisfacer la demanda y disminuir a su vez los costos de producción para ser más competitivos en el mercado.

Generalidades de la empresa

Identificación de la empresa

Lácteos el Quetzal

A continuación en la Figura 1 Logo de Lácteos el Quetzal, se presenta el logo de la empresa, donde se denota una fuerte presencia del color verde para transmitir el sentimiento de naturaleza que buscaba el creador de la empresa; los detalles de este nombre se describen con mayor énfasis en las generalidades de la empresa.

Figura 1 Logo de Lácteos el Quetzal



Fuente: Lácteos el Quetzal

Antecedentes históricos del desarrollo de la planta

La empresa nace alrededor del año de 1995, donde el Señor Henry Abarca Porras tomó la iniciativa de producir Queso Turrialba a partir de la leche obtenida de las vacas de su finca. Con el pasar del tiempo aparecieron nuevas oportunidades de negocio con la elaboración de nuevos productos, siendo necesaria la compra de leche a nuevos productores para satisfacer la creciente demanda.

La razón por la cual la empresa lleva el nombre Lácteos el Quetzal, es para transmitir al cliente una imagen natural, pensando en las montañas y la naturaleza que caracterizan a la región de su origen.

Actualmente la empresa se ha especializado en la venta de diversos tipos de queso, natilla, yogurt y rompopo, implementando diversos controles de calidad y comercializando el producto a pequeños intermediarios bajo el lema de “Calidad a precio accesible”. Es una empresa con deseos de crecer dando pasos firmes, prefiriendo ante todo la calidad que la cantidad.

Misión

Somos una empresa dedicada a la producción de lácteos de excelente calidad y fresca, ofreciendo a las familias costarricenses una opción alimenticia natural con alto nivel nutricional. Buscando siempre el bienestar; entablando relaciones honestas tanto con los clientes como con los proveedores.

Visión

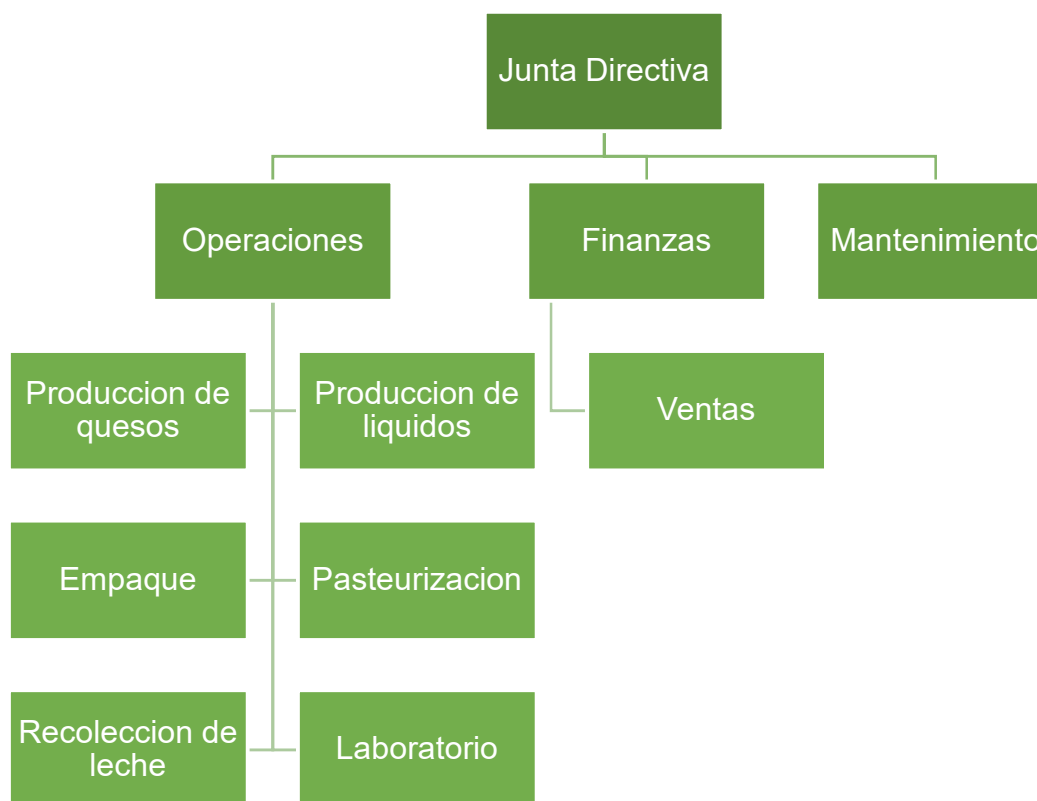
Proyectar una empresa reconocida en el desarrollo de lácteos de manera ágil y eficiente, distinguidos por la satisfacción total del cliente. Reconociendo así mismo a sus colaboradores, competidores y proveedores, ofreciendo el mejor nivel de precios y calidad.

Estructura organizativa

Lácteos el Quetzal es una empresa que se encuentra conformada por los miembros de la familia fundadora; estos cubren varios puestos dentro de la empresa como se puede observar en la Figura 2 Organigrama de la empresa, el total de personal que se maneja es de 11 personas.

Cabe destacar que el organigrama actual se caracteriza por ser de tipo funcional, donde los mismos miembros fungen en distintas áreas a la vez y donde la línea de comunicación es más directa, dado a los pocos niveles que contiene.

Figura 2 Organigrama de la empresa



Fuente: Lácteos el Quetzal

Según la Figura 2 Organigrama de la empresa, se denota el alto énfasis que se ha dado al área productiva de la empresa, esta misma ha sido dividida en áreas, la división también se ha dado de manera física donde cada uno de los colaboradores tiene su área definida. Esto no los limita a trasladarse de áreas según las necesidades. La empresa realiza controles de la leche recibida en el laboratorio, con el fin de garantizar la calidad del producto final desde el inicio de la producción.

Por otro lado, los departamentos de finanzas y mantenimiento se encuentran menos desarrollados, no han sido explorados por la planta y sus tareas no están completamente definidas. Con el desarrollo de este proyecto, se plantea utilizar parte de estos departamentos con el fin de mejorar y aumentar su rendimiento actual.

Localización geográfica de la planta

Actualmente la empresa se encuentra ubicada en Cipreses, Oreamuno de Cartago. En el mismo lugar se encuentra la planta productora y ventas.

Según se detalla en la Figura 3 Ubicación geográfica de la empresa, la planta y el área de ventas se encuentra ubicada en la misma zona. El terreno no se encuentra en calle principal y no presenta problemas con servicios básicos como agua y electricidad; sin embargo, servicios como internet sí se encuentran limitados por no estar en carretera principal y por encontrarse alejado del centro de Cartago.

Figura 3 Ubicación geográfica de la empresa



Fuente: Google Maps

La siguiente figura detalla la vista frontal de la empresa; se denota una construcción sencilla y con diferentes partes unidas. El color es plano y no presenta detalle ni letrero visible en la planta, a un costado sí cuenta con letrero en la entrada a la empresa.

Figura 4 Vista frontal de Lácteos el Quetzal



Fuente: Lácteos el Quetzal

Descripción general de los productos de la empresa

La empresa procesa alrededor de 31.000 litros de leche por semana, su totalidad es adquirida de varios proveedores de leche. Esta producción aumenta hasta a 40.000 litros de leche por semana, según la temporada y según factores como clima, fertilidad de las vacas y cantidad de alimento disponible.

A partir de esta leche adquirida, la empresa realiza los siguientes productos detallados en la Tabla 1 Detalle de productos ofrecidos por la empresa, los cuales se encuentran clasificados según su porcentaje de acumulados en ventas. Siendo la clasificación tipo A los productos que generan el ochenta por ciento de las ventas de la empresa, el tipo B representa un quince por ciento de las ventas y el tipo C el restante cinco por ciento.

Tabla 1 Detalle de productos ofrecidos por la empresa

Detalle	Presentación	Clasificación por ventas
Natilla	250 gramos, 500 gramos, 1 kilogramo y 1 galón	A
Queso tierno	3 kilogramos	A
Queso semiduro	5 y 7 kilogramos	A
Leche	1 litro	B
Yogurt fresa	250 mililitros y 1 litro	B
Queso maduro	3 kilogramos	C
Yogurt melocotón	250 mililitros y 1 litro	C
Queso mozzarella	2 kilogramos	C
Yogurt naranja piña	250 mililitros y 1 litro	C
Queso palmito	300 gramos	C
Yogurt mora	250 mililitros y 1 litro	C
Queso en polvo	1 kilogramo	C
Rompopo	750 mililitros	C

Fuente: Lácteos el Quetzal

Todos los productos de la Tabla 1 Detalle de productos ofrecidos por la empresa, son producidos a partir de leche de vaca pasteurizada y en el caso de los productos líquidos, son en su totalidad homogeneizados.

Estos productos se encuentran divididos en dos líneas específicas: producción de quesos y producción de líquidos. A su vez se denota que los tres principales productos pertenecen a ambas líneas y para efecto del presente proyecto de investigación, el producto que posee esta variación en la demanda y genera este sobrante de leche corresponde al queso tierno. En un menor efecto se encuentra el queso semiduro, ya que una parte de la producción de este producto se encuentra destinada a la posible demanda que presenten los clientes, la otra parte corresponde a un contrato fijo.

Planteamiento del problema

Lácteos el Quetzal es una pyme dedicada a la producción y venta de productos lácteos, ubicada en Cipreses, Oreamuno, Cartago. Actualmente se encuentra en un proceso de mejora y reacomodo tanto del área productiva como de la administrativa; esto con el fin de revertir la tendencia negativa que estaba presentando la demanda de sus productos.

A pesar de que la producción de la planta se encuentra regida por la oferta de leche de sus proveedores, se debe atender la demanda de productos por parte de los clientes durante cada temporada del año; consecuente a este tema la empresa se encontró con un faltante de aproximadamente cinco mil kilogramos de queso tierno para el primer trimestre del año 2017, y pronostica una demanda mayor para el 2018.

El sistema actual de programación y control de la producción, se encuentra regido por una agenda de escritorio y una hoja electrónica que detalla la producción diaria y los resultados distintos u otros temas a considerar durante cada semana. Este método limita los pronósticos de producción para poder responder a tiempo ante el movimiento cambiante de la demanda de lácteos en la empresa.

Debido al deseo de revertir la tendencia presentada en la demanda; la empresa considera apremiante realizar una mejora al sistema actual de control y programación de la producción; con el fin de responder ante la cambiante necesidad de los clientes por productos lácteos de la planta y lograr el objetivo principal de Lácteos el Quetzal.

El objetivo del proyecto es rediseñar el sistema actual de control y programación de las líneas de productos actuales de la empresa.

¿Cómo rediseñar el sistema de control y programación de las áreas de producción actuales en la planta Lácteos el Quetzal para mejorar su respuesta ante la demanda?

Objetivos

Objetivo general

Rediseñar el sistema de control y programación de las áreas de producción actuales en la planta Lácteos el Quetzal para mejorar su respuesta ante la demanda.

Objetivos específicos

- Definir las necesidades del proceso a desarrollar.
- Describir el nuevo proceso de programación y control de la producción.
- Definir los puntos críticos para el éxito del sistema.
- Determinar la capacidad de la planta para cumplir con la totalidad de la demanda.
- Proponer el nuevo sistema de control y programación de las áreas de producción.

Proyecciones

El alcance del proyecto se encuentra en el rediseño del control y programación de las líneas de producción en la planta de Lácteos el Quetzal. Los logros esperados se encuentran demarcados en los siguientes enunciados:

- Establecer la capacidad de la planta para cumplir con la totalidad de la demanda.
- Establecer los costos de producción de los distintos productos.
- Definir el cuello de botella de la planta.
- Detallar el punto de equilibrio y su cercanía según la tendencia de la demanda.
- Establecer el plan maestro de producción teórico y los requerimientos de materiales teóricos.

Con el cumplimiento de los puntos anteriores, se espera lograr todos los objetivos del proyecto y brindar una mejora para la empresa que logre cumplir con las expectativas propuestas.

Limitantes del proyecto

La empresa mantiene un manejo interno solo de parte de la información brindada para el desarrollo de este proyecto de investigación; debido a esto para lograr el cumplimiento de este, se trabaja bajo las siguientes limitaciones establecidas por la planta:

- Los tiempos de producción y empaque son brindados por la empresa y son resultado de mediciones realizadas de manera interna que garantizan la veracidad de estos.
- Los meses productivos se dividen en 4.33 semanas cada uno y no en 4 semanas.
- Se establece el periodo de junio a setiembre, como el periodo de sobreproducción y baja demanda que presenta la empresa principalmente en el queso tierno.
- La información contable para los costos de producción, fue otorgada en su totalidad por la empresa y fue dividida en rubros de costos fijos, variables y margen de utilidad.
 - El monto por costo fijo se presenta como único y no se definen los detalles de sus rubros.
 - El costo variable es dividido en sus insumos críticos, el detalle de mano de obra indirecta, electricidad y agua y algún otro variable es considerado en un único monto.
- El monto correspondiente a la utilidad neta de la empresa es otorgado según estados financieros.
- Los históricos de ventas y producción se encuentran limitados al histórico de octubre del 2016 a diciembre del 2017, debido a que la información anterior a esta no se considera confiable ni real.

Justificación

La demanda de lácteos, específicamente de quesos frescos, es cambiante durante el transcurso del año, mantiene un semestre de alta demanda mientras que los restantes meses del año puede bajar dicha demanda hasta la mitad de lo que se llegó a vender. Esto genera un sobrante de leche durante estos periodos, dado que se compra para suplir la totalidad de la demanda durante los meses altos. Durante estos meses bajos esta materia prima es dirigida a otro producto de baja demanda y mayor vida útil.

La empresa no considera que dirigir esa materia prima sea la única solución y que con correcta planeación se pueda disminuir el impacto en la producción que genera esta temporada de baja demanda, con el fin de no afectar los costos de la empresa ni cambiar el contrato actual con los proveedores. La empresa considera que establecer cuotas de recepción de leche limita su crecimiento en el mediano plazo.

Lácteos el Quetzal también se encuentra consiente de que es necesario establecer relaciones con nuevos clientes para lograr revertir en su totalidad la tendencia negativa que estaba presentando en años anteriores; pero, su prioridad por el momento, es lograr ofrecer a los clientes actuales un producto con la misma calidad durante todo el año y mejorar sus relaciones con ellos. Cuando se regrese a una relación de confianza con los clientes actuales, se plantea recuperar los clientes perdidos anteriormente y posterior a esto, abarcar nuevos mercados.

Por lo tanto, se establece que el primer paso para lograr los objetivos de la empresa está en mejorar el proceso actual de programación y control de la producción, de esta manera se reduce el impacto de los sobrantes de leche y se lograría minimizar los costos de producción para mantenerse competitivos en el mercado. Al lograr este primer paso, la planta se va a encontrar más cerca de recuperar su relación anterior con los clientes actuales y los perdidos en años pasados.

Antecedentes

La empresa no cuenta con estudios anteriores relacionados con el área a trabajar.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se presentan los conceptos necesarios para la totalidad del desarrollo de este proyecto. Los temas a tratar se encuentran clasificados en conceptos iniciales y estado ideal.

En conceptos iniciales se desarrollan los temas que deben de ser comprendidos para establecer la relación final del estado ideal de un sistema de programación y control de la producción. En el primer apartado se encuentran temas relacionados con producción alimenticia y un enfoque a lácteos, además de incluir aspectos básicos para un correcto diagnóstico del sistema actual.

Posteriormente en el estado ideal, se conceptualiza la información que idóneamente se encuentra en un sistema de programación y control de la producción. Estas definiciones serán posteriormente utilizadas en los siguientes capítulos, con el fin de demarcar el camino faltante de la empresa y delimitar los alcances del presente proyecto.

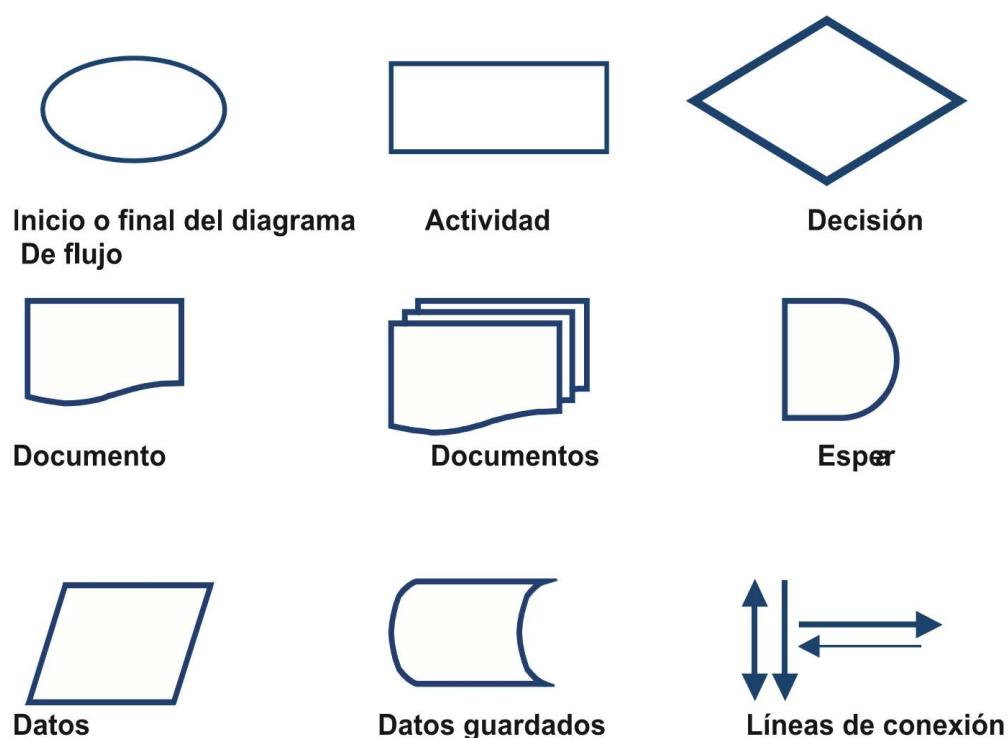
Conceptos iniciales

Diagrama de flujo

Según González, Domingo & Pérez (2013) “el diagrama de flujo o flujograma es la representación gráfica de los pasos relevantes de un proceso, por lo que contribuye a la comprensión del mismo. Estos diagramas muestran las entradas, los puntos de decisiones y las salidas de un proceso determinado”.

Los mismos autores mencionan que “antes de iniciar la construcción de un Diagrama de Flujo, es necesario definir los símbolos que se van a utilizar, de esta forma se facilita su interpretación; en este apartado se usarán, por su amplia difusión, los siguientes” (pág. 129):

Figura 5 Simbología del diagrama de flujo



Fuente (Herramientas para la mejora de la calidad)

Diagrama de proceso

“Es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso. Por medio de este diagrama es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; asimismo, es de utilidad para analizar y mejora el proceso” (Gutiérrez & Salazar, 2013, pág. 158).

Diagrama de Pareto

Según Acuña (2012):

El diagrama de Pareto ayuda a clasificar las características de calidad de acuerdo con su frecuencia de ocurrencia y su nivel de criticidad o de importancia. Esta acción permite centrar la atención solamente en aquellas características que sean importantes, que merezcan cuidados y controles especiales y no en aquellas triviales que poco aportan a los beneficios de calidad. Este diagrama se usa en otras áreas de la administración de la producción, tal como clasificación de inventario, donde es comúnmente conocido como clasificación ABC. (p. 212)

Para efectos del presente proyecto, se plantea utilizar el diagrama de Pareto como control de inventarios y se utiliza la clasificación detallada por Guerrero (2009, p. 21):

- Tipo A: dentro de este tipo se involucran los artículos que por su costo elevado, alta inversión en el inventario, nivel de utilización o aporte a las utilidades necesitan de un 100% del control de sus existencias.
- Tipo B: esta clasificación comprende aquellos productos que son de menor costo y menos importancia; y los cuales requieren un menor grado de control.
- Tipo C: en esta última clasificación se colocan los productos de muy bajo costo, inversión baja y poca importancia para el proceso productivo; y que tan solo requieren de muy poca supervisión sobre el nivel de sus existencias.

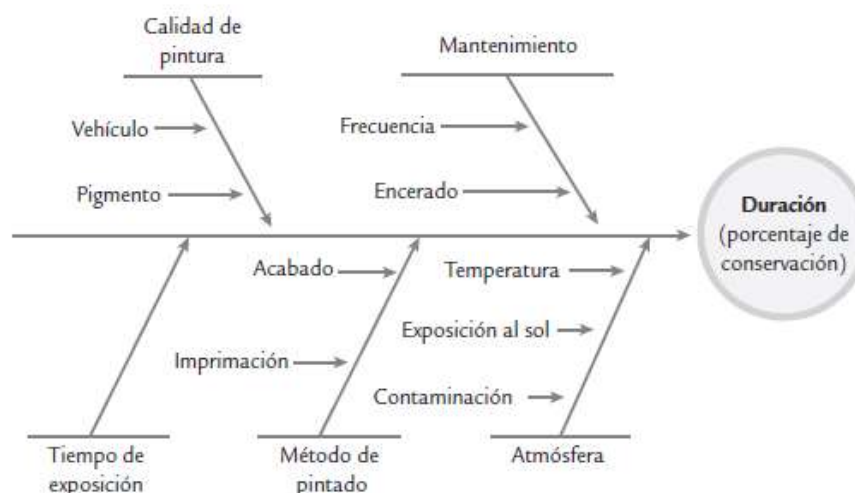
Para la propuesta de mejora del sistema de control y programación de la producción, se pretende utilizar esta clasificación de inventarios según su nivel de utilización en el manejo de los materiales necesarios para cumplir con la producción propuesta. La importancia de cada ingrediente en la producción va a ser determinado por su consumo en una unidad agregada en el horizonte de planeación que maneje el sistema.

Diagrama de Ishikawa

Según Gutiérrez & Salazar (2013):

El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. (p. 147)

Figura 6 Ejemplo de diagrama de Ishikawa



Fuente (Control estadístico de la calidad y Seis Sigma)

Este tipo de diagrama va a ser utilizado en el presente proyecto con el fin de agrupar las causas del problema y lograr centrarse en la raíz conjunta de todos estos, para poder establecer una solución efectiva para la empresa.

Teoría de restricciones

Blocher, Stout, Cokins, & Chen (2008) establecen la teórica de restricciones de la siguiente manera:

La teoría de restricciones (TOC, siglas de Theory of Constraints) es una técnica estratégica que ayuda a las empresas a mejorar efectivamente un factor crítico de éxito muy importante: la duración del ciclo, la rapidez a la que las materias primas se convierten en productos terminados. La TOC ayuda a identificar y eliminar los cuellos de botella: lugares donde los productos parcialmente terminados tienden a acumularse mientras esperan a ser procesados en el proceso de producción. (p. 11)

Se pretende utilizar la teoría mencionada anteriormente, para identificar los puntos de mejora que puede enfrentar la empresa para cumplir con la totalidad de la demanda; para lograr esto se utiliza el método mencionado por Goldratt (2015, p. 423) el cual consta de los siguientes cinco pasos:

1. Identificar los cuellos de botella del sistema.
2. Decidir cómo explotar los cuellos de botella.
3. Subordinar todo lo demás a la decisión anterior.

4. Aumentar los cuellos de botella del sistema.
5. Si en uno de los pasos anteriores se ha roto un cuello de botella, regresar al paso 1.

Estado ideal

Planificación de la producción y gestión de los materiales

Cuatrecasas (2011) define la planificación de la producción de la siguiente manera:

Los sistemas de planificación de productos y gestión de materiales de los procesos de producción deben ocuparse de que los productos, componentes y materiales de dichos procesos estén disponibles siempre en la clase, cantidad y momento en que se precisen, lo cual realizan tratando de reducir al máximo el nivel de stock, gestionando los aprovisionamientos para disponer de ellos justo cuando se necesiten. (p. 389)

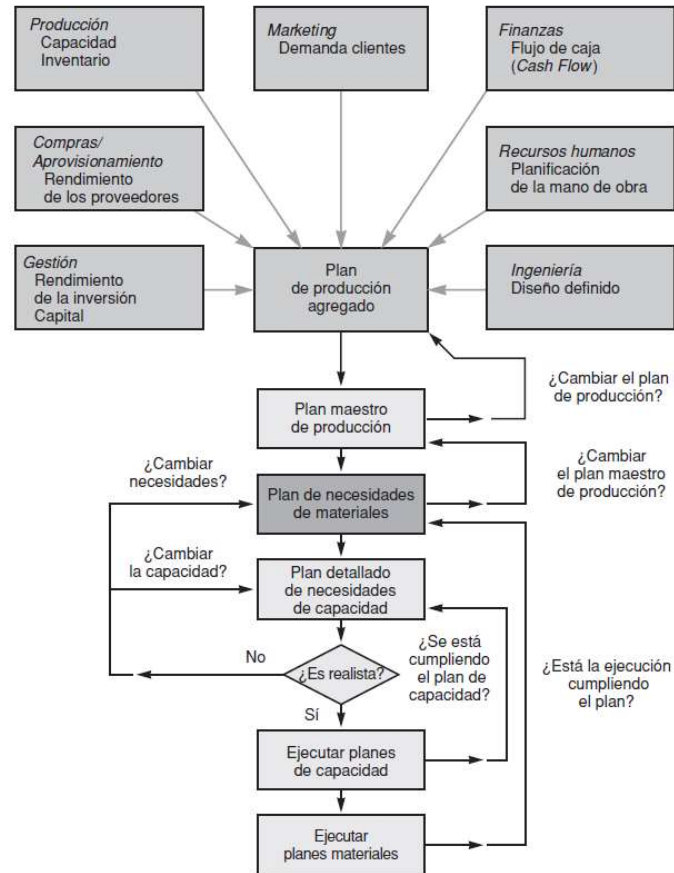
Para desarrollar una mejora en el sistema actual de la planificación de la producción en la planta, se deben manejar conceptos tales como plan maestro de producción, necesidades de materiales y recursos, arboles de requerimientos, punto de equilibrio, secuenciación del trabajo, entre otros. A continuación, se detallan cada uno de estos conceptos y su importancia en un proceso de planificación.

Plan maestro de producción

Heizer & Render (2015) definen el plan maestro de producción de la siguiente manera:

Un plan maestro de producción (master production Schedule, MPS, en inglés) especifica lo que hay que hacer / producir (por ejemplo, el número de productos o artículos determinados) y cuándo. El plan maestro ha de estar de acuerdo con el plan agregado. El plan agregado establece el nivel total de producción en términos generales (por ejemplo, familias de producto, horas estándar o volumen de dólares). El plan, normalmente desarrollado por el equipo de planificación de ventas y operaciones, incluye una variedad de inputs (ingresos de materiales o información) como datos financieros, demanda del cliente, capacidades de ingeniería, disponibilidad de mano de obra, fluctuaciones de inventario, rendimiento del proveedor y otras consideraciones. Cada uno de estos inputs contribuye a su manera al plan agregado, como se muestra en la Figura 7 Proceso de planificación. (pág. 157)

Figura 7 Proceso de planificación



Fuente (Dirección de la Producción y de Operaciones. Decisiones Tácticas)

Chopra & Meindl (2013, pág. 213) establecen que la siguiente información es necesaria por el planificador para realizar su trabajo:

- ✓ Pronóstico de la demanda agregada F_t , para cada periodo t en un horizonte de planeación que se extienda a lo largo de T periodos
- ✓ Costos de producción
- ✓ Costos de mano de obra, tiempo regular (\$/hora), y costos de tiempo extra (\$/hora)
- ✓ Costo de subcontratar la producción (\$/unidad o \$/hora)
- ✓ Costo de cambiar la capacidad; específicamente, costo de contratar/despedir trabajadores (\$/trabajador) y el costo de agregar o reducir capacidad de máquina (\$/máquina)
- ✓ Horas de mano de obra/máquina requeridas por unidad
- ✓ Costo de mantener inventario (\$/unidad/periodo)

- ✓ Costo de desabasto o de órdenes pendientes (*backlogs*)(\$/unidad/periodo)
- ✓ Restricciones
- ✓ Límites en el tiempo extra
- ✓ Límites en despidos
- ✓ Límites en capital disponible
- ✓ Límites en desabastos y pendientes
- ✓ Restricciones de proveedores para la empresa

Con acceso a la información anterior, se puede realizar un plan de producción que establezca la capacidad de la empresa. La propuesta de diseño va a utilizar de base esta lista de requisitos para mejorar el sistema actual.

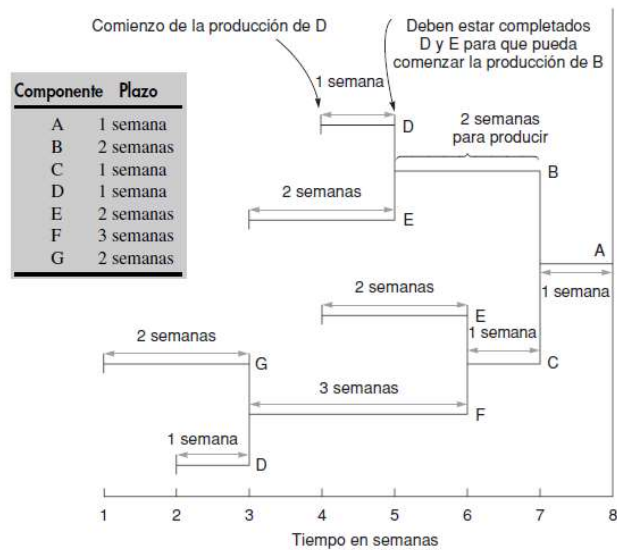
Planificación de las necesidades de materiales

Render et al (2016) establecen de la siguiente manera la planificación de las necesidades de materiales (MRP):

Una vez desarrollado el árbol de estructura de materiales, se construye un plan de necesidades brutas de material, que es un calendario que muestra cuando se debe pedir un artículo a los proveedores si no hay inventario disponible, o cuando se debe iniciar la producción de un artículo con la finalidad de satisfacer la demanda (pág. 218).

Heizer & Render (2015, pág. 160) establecen que un sistema de MRP puede ser sencillo, el programa maestro de producción, las listas de materiales, los registros de inventario y compras, y los plazos de cada artículo corresponden a partes necesarias para armar un plan de necesidades como se muestra en la Figura 8 Estructura de producto situada en el tiempo.

Figura 8 Estructura de producto situada en el tiempo



Fuente (Dirección de la Producción y de Operaciones. Decisiones Tácticas)

Para realizar este componente en la empresa, se va a considerar la información necesaria mencionada por Cuatrecasas (2011, pág. 393):

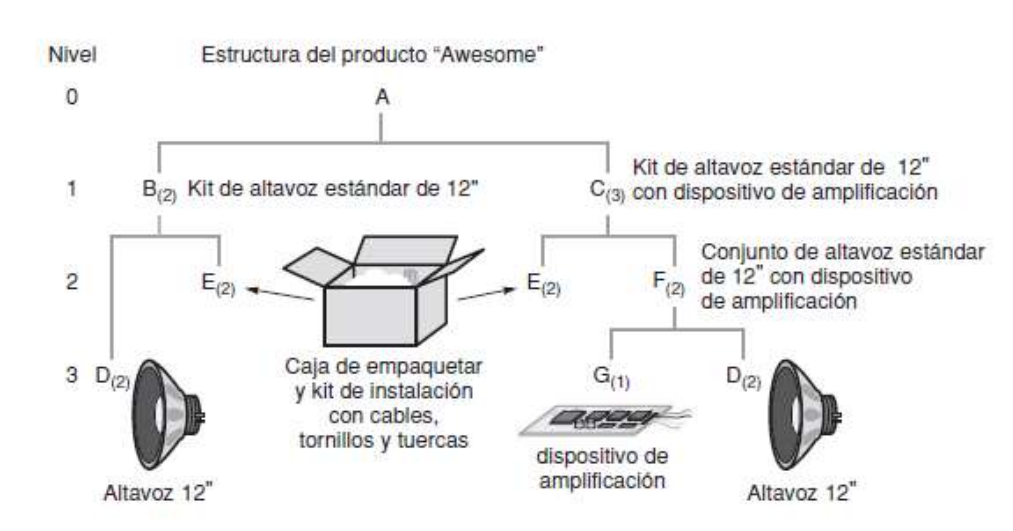
- ✓ La lista de materiales (Bill Of Materials).
- ✓ El stock inicial disponible de cada componente, material o producto final.
- ✓ El tiempo que transcurre desde que se pide un componente o material hasta que se recibe (lead time).
- ✓ El tamaño mínimo de lote que se puede pedir de cada componente o material

Lista de materiales (Bill Of Materials BOM)

“La BOM identifica los componentes, sus descripciones y el numero requerido para la producción de una unidad del producto final.” (Render, Stair, Jr., Hanna, & Hale, 2016, pág. 217)

En la Figura 9 Ejemplo de lista de materiales, se ejemplifican las cantidades y componentes necesarios para fabricar un altavoz tipo “Awesome”. Se denotan cuatro niveles de materiales, el nivel cero establece el producto final, el siguiente nivel consta de los componentes iniciales del altavoz. Seguidamente se encuentran los componentes necesarios para el segundo nivel y de esta manera sucesivamente hasta que se detalle el inicio de los materiales que constituyen el producto final.

Figura 9 Ejemplo de lista de materiales



Fuente (Dirección de la Producción y de Operaciones. Decisiones Tácticas)

Punto de equilibrio

“El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que los ingresos por ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y los variables.” (Baca, 2013, pág. 179)

El punto de equilibrio va a ser utilizado en el presente proyecto con el fin de conocer la cantidad mínima necesaria de ventas por línea de producción, para desarrollarlo se va a utilizar la siguiente fórmula:

Figura 10 Ecuación de punto de equilibrio

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{PxQ}}$$

Fuente (Evaluación de proyectos)

Donde:

- CF: costos fijos
- CV: costos variables
- P: precio de venta
- Q: cantidad

Productividad

“Es el resultado de dividir las salidas (bienes y servicios) entre una o más entradas (tales como mano de obra, capital o administración)”. (Heizer & Render, 2015, pág. 14)

Para medir la productividad se inicia desde una ecuación muy sencilla:

Figura 11 Ecuación para medir la productividad

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Insumo\ empleado}$$

Fuente (Principios de administracion de operaciones)

Pronósticos

Según Chopra & Meindl (2013) la importancia de los pronósticos radica en lo siguiente:

Todo pronóstico respalda las decisiones basadas en manera que un primer paso importante es identificar con claridad estas decisiones. Ejemplos de semejantes decisiones incluyen qué cantidad se debe producir de un producto particular, qué tanto inventario se debe tener y cuánto pedir. (pág. 181)

Continuando con las palabras de los autores (2013, pág. 180); clasifican los métodos de pronósticos en cuatro tipos; para efectos del proyecto se va a hacer enfoque en los siguientes dos tipos:

1. Cualitativos: son principalmente subjetivos y se utilizan cuando hay pocos datos históricos.
2. Series de tiempo: Utilizan la demanda histórica para hacer un pronóstico. Se basan en la suposición de que la historia de la demanda pasada es un indicador de la demanda futura.

Tipos de pronósticos

A continuación, se detallan los tipos de pronósticos que se plantea utilizar; considerando la estacionalidad de los principales productos de la empresa y la poca cantidad de datos disponibles para utilizar.

Promedio móvil

“El método de promedio móvil se emplea cuando la demanda no tiene tendencia o estacionalidad observables” (Chopra & Meindl, 2013, pág. 188)

A continuación, se detallan las fórmulas a utilizar para este método, siendo n el último periodo que se tiene registro y $n+1$ el periodo que se desea pronosticar. D corresponde a la demanda obtenida en los periodos estudiados

Figura 12 Ecuación del promedio móvil

$$D_{n+1} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n}{n}$$

Fuente (Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación)

Suavización exponencial

Según Render, Stair, Jr., Hanna, & Hale, (2016):

La suavización exponencial es un método de pronósticos fácil de usar y que se realiza de manera eficiente por medio de computadoras. A pesar de que es una técnica del tipo de los promedios móviles, implica poca conservación de registros de datos históricos. La fórmula básica de la suavización exponencial se puede mostrar como sigue: (pág. 158)

Figura 13 ecuación de suavización exponencial

$$\text{Nuevo pronóstico} = \text{Pronóstico del último periodo} + \alpha (\text{demanda real del último periodo} - \text{pronóstico del último periodo})$$

Fuente (Métodos cuantitativos para los negocios)

“Donde α es un peso (o **constante de suavización**) que tiene un valor entre 0 y 1 inclusive.” (Render, Stair, Jr., Hanna, & Hale, 2016, pág. 158)

Regresión lineal simple

Según Render et al, (2016): En cualquier modelo de regresión, hay un supuesto implícito (que puede probarse) de que existe una relación entre las variables. También hay algún error aleatorio que no se puede pronosticar (pág. 115)

“Los valores reales para la intersección y la pendiente no se conocen y, por lo tanto, se estiman empleando datos de una muestra. La ecuación de regresión basada en datos de una muestra se da como:” Render et al (2016, pág. 115):

Figura 14 Ecuación de error de pronóstico

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X$$

Fuente (Métodos cuantitativos para los negocios)

Donde:

Y = valor pronosticado de Y

B₀ = estimación de B₀, basada en resultados de una muestra

B₁ = estimación de B₁, basada en resultados de la muestra

Errores de pronóstico

Para establecer la exactitud del pronóstico a evaluar; se van a utilizar los siguientes errores de pronóstico como indicadores de efectividad:

Error de pronóstico

Utiliza la siguiente fórmula:

Figura 15 Ecuación de error de pronóstico

$$\text{Error de pronóstico} = \text{Valor real} - \text{Valor del pronóstico}$$

Fuente (Métodos cuantitativos para los negocios)

Desviación Absoluta Media (MAD)

Render, Stair, Jr., Hanna, & Hale (2016) establecen “una medida de la precisión es la desviación absoluta media (MAD, mean absolute deviation), que se calcula al obtener la suma de los valores absolutos de los errores de pronósticos individuales para después, dividirla entre el número de errores (n)” (pág. 153)

Figura 16 Ecuación de MAD

$$MAD = \frac{\Sigma |error\ de\ pronóstico|}{n}$$

Fuente (Métodos cuantitativos para los negocios)

Error cuadrático medio (ECM)

Render et al (2016) establecen “el error cuadrático medio (ECM), que es el promedio de los errores al cuadrado” (pág. 155)

Figura 17 Ecuación de ECM

$$ECM = \frac{\Sigma (error)^2}{n}$$

Fuente (Métodos cuantitativos para los negocios)

Error porcentual absoluto medio (MAPE)

Render et al (2016) establecen “el error porcentual absoluto medio (MAPE, por *mean absolute percent error*), que es el promedio de los valores absolutos de los errores, expresado como porcentaje de los valores reales” (pág. 156)

Figura 18 Ecuación de MAPE

$$MAPE = \frac{\Sigma \left| \frac{error}{real} \right|}{n} * 100\%$$

Fuente (Métodos cuantitativos para los negocios)

Cadena de valor

Hill & Jones (2009) definen cadena de valor de la siguiente manera:

El término cadena de valor se refiere a la idea de que una compañía es una cadena de actividades que transforman los insumos en productos que valoran los clientes. El proceso de transformación implica una serie de actividades primarias y de apoyo que agregan valor al producto. (p. 83)

Los mismos autores dividen las actividades entre actividades de apoyo y actividades esenciales; como se detalla en la Figura 19 Actividades en la cadena de valor, las actividades de apoyo se encuentran compuestas por áreas que no influyen directamente en el proceso; pero que aseguran el correcto desarrollo del producto o servicio. Mientras que las actividades esenciales se encuentran visibles en la línea de producción y su influencia es fácilmente medible en el resultado final.

Figura 19 Actividades en la cadena de valor



Fuente (Administración Estratégica)

Horizonte de planeación

“Un horizonte de planeación es el tiempo durante el cual la planeación agregada va a producir una solución” (Chopra & Meindl, 2013, pág. 213).

Este horizonte se va a mantener de la mano del inventario de seguridad, tiempo de reabastecimiento, punto de reorden y EOQ.

Inventario de seguridad

Según Chopra & Meindl (2013):

El inventario de seguridad es aquel que se mantiene para satisfacer la demanda que supera la cantidad pronosticada para un periodo determinado. El inventario de seguridad se mantiene porque la demanda es incierta y puede presentarse una escasez de productos si la demanda real supera la demanda pronosticada (pág. 315)

Los mismos autores establecen que la incertidumbre entre la demanda y la oferta y el nivel deseado de disponibilidad de productos, son los factores que determinan el nivel adecuado de inventario de seguridad. Conforme uno aumenta el otro se ve afectado y se debe considerar aumentar o disminuir el inventario.

Tiempo de reabastecimiento

“En sistemas de compra, es el tiempo entre el reconocimiento de la necesidad de un pedido y su recepción; en sistemas de producción, son los tiempos de lanzamiento, espera, transporte interno, preparación y proceso para cada componente producido.” (Heizer & Render, 2015, pág. 162)

EOQ

Heizer & Render (2015) establecen el modelo de la cantidad económica de pedido (EOQ) como “una técnica de control de inventario que minimiza los costes de lanzamiento y almacenamiento” (pág. 71)

Continuando con las palabras de los autores; enumeran una serie de supuestos en los que se basa el modelo:

- ✓ La demanda de un artículo es conocida.
- ✓ El plazo de aprovisionamiento es conocido y constante.
- ✓ La recepción del inventario es instantánea y completa.
- ✓ Los descuentos por cantidad no son posibles.
- ✓ Los únicos costes variables son el coste de preparar o realizar un pedido y el coste de mantener o almacenar en el inventario a lo largo del tiempo.
- ✓ Los agotamientos de existencias pueden evitarse completamente si los pedidos son realizados en el momento correcto.

En la siguiente figura se detalla la ecuación presentada por los autores para determinar la cantidad de pedido óptima (Q); donde, D corresponde a la demanda en unidades del artículo, S representa el coste de preparación por pedido y H establece el coste de almacenamiento por unidad por año.

Figura 20 Ecuación de EOQ

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Fuente (Dirección de la Producción y de Operaciones. Decisiones Tácticas)

Esta técnica se utilizará en conjunto con el punto de reorden, tiempo de reabastecimiento e inventario de seguridad para minimizar los gastos de la empresa en mantener inventario y cumplir con la demanda.

Punto de reorden

“El nivel (punto) de inventario en el que se remprende una acción para reabastecerse del artículo en stock” (Heizer & Render, Dirección de la Producción y de Operaciones. Decisiones Tácticas, 2015, pág. 77)

Para establecer el punto de reorden (punto de pedido) se utiliza la fórmula descrita por Heizer & Render (2015, pág. 78) con la variante de incluir el stock de seguridad que va a manejar la empresa:

Figura 21 Ecuación de punto de reorden

$$PR = \text{Demanda al dia} \times \text{plazo en dias para nuevo pedido} + \text{inventario de seguridad}$$

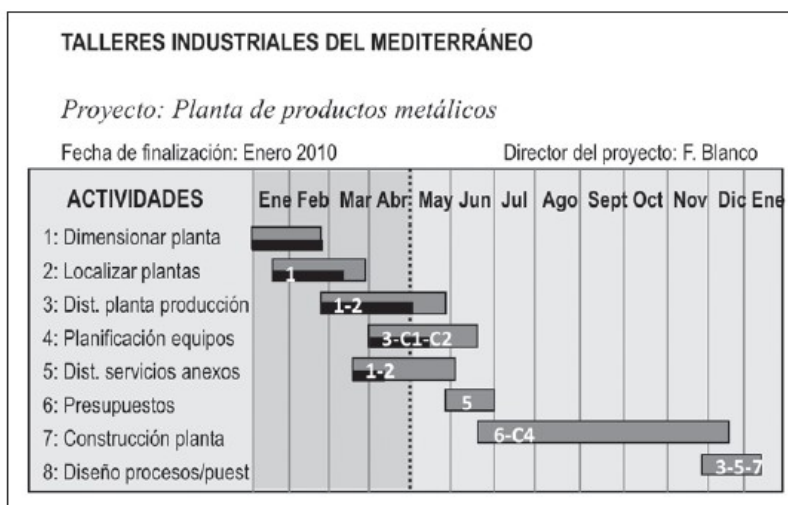
Fuente (Dirección de la Producción y de Operaciones. Decisiones Tácticas)

Diagrama de Gantt

Cuatrecasas (2011) establece el diagrama de Gantt de la siguiente manera:

La presentación de las actividades, sus duraciones y los momentos en que deben comenzar y terminar puede llevarse a cabo, en el caso de que estas actividades y sobre todo sus interrelaciones, no presenten mayor dificultad, por medio de un sencillo pero muy efectivo diagrama, denominado diagrama de Gantt. (pág. 354)

Figura 22 Ejemplo de diagrama de Gantt



Fuente (Organización de la producción y dirección de operaciones. Sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva)

En la Figura 22 Ejemplo de diagrama de Gantt, se detalla un diagrama que como se describe, es “correspondiente al proyecto de implantación de la planta para la fabricación de los cinco productos y servicios anexos desarrollada.” (Cuatrecasas, 2011, pág. 354)

Valor presente neto (VPN)

“Valor presente neto (VPN) es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial” (Baca, 2013, pág. 208)

El autor determina la siguiente ecuación para calcular el valor presente neto o valor actual neto:

Figura 23 Ecuación para VPN

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5}$$

Fuente (Evaluación de proyectos)

Donde;

- P = inversión inicial requerido para el proyecto.
- FNE = flujo neto del periodo en el año n
- i = rendimiento mínimo aceptable o TMAR

Tasa interna de rendimiento (TIR)

“Tasa interna de rendimiento es la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.” (Baca, 2013, pág. 209)

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo especifica el método a utilizar para desarrollar este proyecto, se detalla el enfoque a utilizar, el diseño, la muestra de investigación y variables entre otras herramientas a utilizar.

Enfoque

A continuación, se detallan los tipos de enfoques que se pueden desarrollar en un proyecto y el enfoque a utilizar.

Enfoque cualitativo

Según Hernández, Fernández, & Baptista (2014):

El enfoque cualitativo se guía por áreas o temas significativos de investigación. Los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas antes, durante o después de la recolección de datos y el análisis. Con frecuencia estas actividades sirven, primero para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes, y después para perfeccionarlas y responderlas. La acción indagatoria es dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más circular en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio, (pág. 7).

Enfoque cuantitativo.

Los autores antes mencionados (2014) continúan:

El enfoque cuantitativo representa un conjunto de procesos, es secuencial y probatoria, por lo que se no puede eludir ninguno de sus pasos. El orden es riguroso, pero sí se puede redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la bibliografía y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y se determinan variables. Posteriormente, se traza un plan para probarlas (diseño) y se miden las variables en un determinado contexto. Las mediciones obtenidas se analizan utilizando métodos estadísticos y se extrae una serie de conclusiones en relación con las hipótesis (pág. 4).

Enfoque mixto

Hernández et al. (2014, p. 534) resume el enfoque mixto como “aquel que utiliza evidencia de datos numéricos, verbales, textuales, visuales, simbólicos y de otras clases, para entender problemas en las ciencias”.

Tipo de enfoque a utilizar

Debido a la naturaleza del proyecto, se utiliza el enfoque cuantitativo; dado a que confirma una hipótesis a partir de los objetivos de investigación y las mediciones se realizan de manera estadística y representativa.

Diseño (alcance)

Los tipos de investigación a usar para un enfoque cuantitativo son los siguientes:

- **Investigación exploratoria:** “Se emplean cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado o novedoso”. (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p. 91)
- **Investigación descriptiva:** “Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población”. (Hernández, et al, 2014, p. 92)
- **Investigación correlacional:** “Asocian variables mediante un patrón predecible para un grupo o población”. (Hernández, et al, 2014, p. 93)
- **Investigación explicativa:** “Pretenden establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian”. (Hernández, et al, 2014, p. 95)

Para efectos del presente proyecto, se plantea utilizar un enfoque explicativo dado que la investigación está orientada a buscar las causas que generan la problemática actual; con el fin de ofrecer soluciones que puedan mejorar esta situación y evitar que se vuelva a incurrir en esta.

Muestra de la investigación

Para seleccionar la muestra del proyecto se utiliza el siguiente método:

Figura 24 Proceso para seleccionar una muestra

Fuente: (Fundamentos de investigación)

Debido a la cantidad de datos disponibles y a la limitante de tiempo con la que se encuentra el proyecto, se va a utilizar muestreo tanto probabilístico como no probabilístico. Cabe destacar que el muestreo probabilístico va a ser utilizado en el capítulo de diagnóstico en el momento de determinar los estudios de tiempos, con el fin de establecer las capacidades de los procesos a considerar, para proseguir con un muestreo no probabilístico en el análisis de alguna problemática que se pueda presentar en estos procesos; o al analizar algún dato histórico que pueda presentar alguna anomalía según la consideración de las partes involucradas en la empresa.

Para el primer tipo de muestreo, se planea usar el aleatorio simple y estratificado. Seguidamente se utilizará el método de muestreo por conveniencia o aleatorio sistemático según corresponda en la investigación.

Variables

Para el presente proyecto se van a desarrollar las siguientes variables:

Tabla 2 Tabla de variables

Objetivos	Conceptual	Operacional	Instrumental
Definir las necesidades del proceso a desarrollar.	<p>Diagrama de proceso: “Es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso. Por medio de este diagrama es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; asimismo, es de utilidad para analizar y mejora el proceso” (Gutiérrez & Salazar, 2013, pág. 158).</p>	Registro de cumplimiento del proceso y procedimiento	Hojas de registro de producción
Describir el nuevo proceso de programación y control de la producción.	<p>Diagrama de flujo: Según González, Domingo, & Pérez (2013) “el diagrama de flujo o flujograma es la representación gráfica de los pasos relevantes de un proceso, por lo que contribuye a la comprensión del mismo. Estos diagramas muestran las entradas, los puntos de decisiones y las salidas de un proceso determinado”.</p>	Registro de éxito del plan maestro de producción teórico vs real	Herramienta propuesta Registro de demanda real

Objetivos	Conceptual	Operacional	Instrumental
<p>Definir los puntos críticos para el éxito del sistema.</p>	<p>Punto de equilibrio: “El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que los ingresos por ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y los variables.” (Baca, 2013, pág. 179)</p> <p>Productividad: “Es el resultado de dividir las salidas (bienes y servicios) entre una o más entradas (tales como mano de obra, capital o administración)”. (Heizer & Render, 2015, pág. 14)</p>	<p>Indicadores de productividad y aceptación del nuevo sistema</p>	<p>Herramienta propuesta Registro de producción</p>
<p>Determinar la capacidad de la planta para cumplir con la totalidad de la demanda.</p>	<p>Capacidad: “Mientras más capacidades tenga la cadena de suministro, tanto más capaz de responder será.” (Chopra & Meindl, 2013, pág. 30)</p>	<p>Indicadores de productividad y nivel de capacidad</p>	<p>Herramienta propuesta Registro de producción</p>

Objetivos	Conceptual	Operacional	Instrumental
<p>Proponer el nuevo sistema de control y programación de las líneas de producción.</p>	<p>Pronóstico de demanda: Según Chopra & Meindl (2013) la importancia de los pronósticos radica en:</p> <p>Todo pronóstico respalda las decisiones basadas en él, de manera que un primer paso importante es identificar con claridad estas decisiones.</p> <p>Ejemplos de semejantes decisiones incluyen qué cantidad se debe producir de un producto particular, qué tanto inventario se debe tener y cuánto pedir. (pág. 181)</p>	<p>Errores de pronóstico</p>	<p>Herramienta propuesta</p>

Fuente Melina Abarca

Instrumentos

Las siguientes herramientas fueron seleccionadas como instrumentos para lograr los objetivos del proyecto:

Tabla 3 Tabla de instrumentos necesarios

Indicador	Instrumentos	Recursos necesarios	Beneficios esperados
Registro de cumplimiento del proceso y procedimiento	Hojas de registro de producción	Recursos humanos Equipo informático Herramientas de trabajo	Conocer el porcentaje de cumplimiento de los procesos y procedimientos de la planta
Registro de éxito del plan maestro de producción teórico vs real	Herramienta propuesta Registro de demanda real	Recursos humanos Equipo informático Herramienta propuesta	Establecer el nivel de precisión de la herramienta propuesta y almacenar datos históricos para próximos pronósticos
Indicadores de productividad y aceptación del nuevo sistema	Herramienta propuesta Registro de producción	Recursos humanos Equipo informático Herramientas de trabajo Reportes de trabajo	Determinar el nivel de productividad por área y personal, en factores como productividad parcial, total y efectividad
Indicadores de productividad y nivel de capacidad	Herramienta propuesta Registro de producción	Recursos humanos Equipo informático Reportes de trabajo	Establecer el nivel de productividad del sistema total y el estado de la capacidad de cumplimiento frente a la demanda

Indicador	Instrumentos	Recursos necesarios	Beneficios esperados
Errores de pronóstico	Herramienta propuesta	Equipo informático Herramientas propuesta Reportes de trabajo	Detallar la exactitud de los pronósticos realizados para mejorar los futuros y disminuir el rango de los errores de pronóstico

Fuente Melina Abarca

Proceso para la Recolección de datos

Para obtener la información de las herramientas propuestas, se plantea realizar estudios de tiempos y métodos directamente en la planta de producción mediante la observación directa. Seguidamente se plantea tabular los resultados y procesarlos junto con los datos históricos de demanda y producción de la empresa, con el fin de conocer la totalidad de información necesaria para desarrollar el proyecto.

Se plantea utilizar fuentes directas para obtener la información; dado que se trabajará con información interna y por la naturaleza del proyecto, el contacto con información externa es mínimo.

Método de análisis

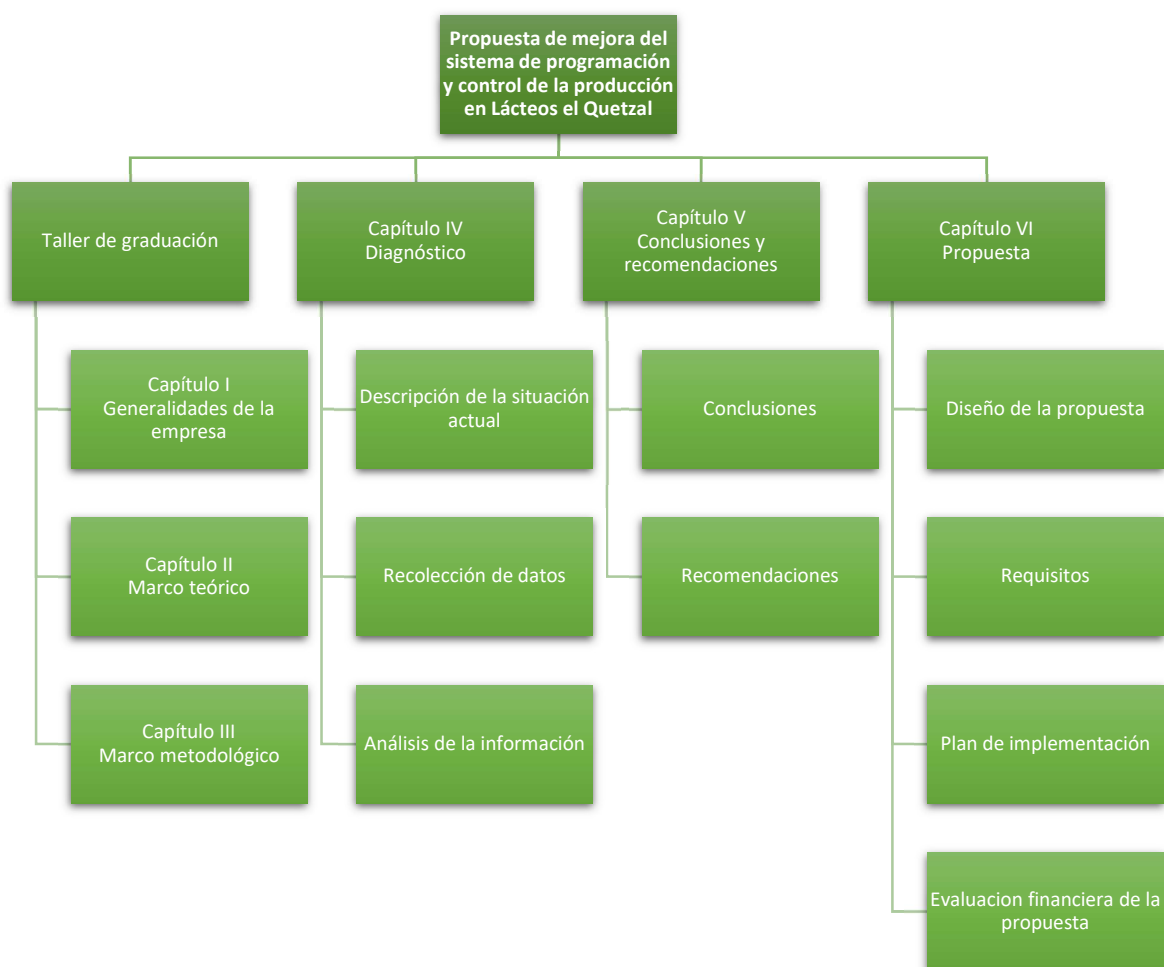
Seguidamente al obtener toda la información necesaria, serán procesados en herramientas como minitab o Excel para realizar tablas, gráficos y los análisis correspondientes que permitan conocer los indicadores deseados como productividad, nivel de capacidad de producción, cercanía o lejanía del punto de equilibrio entre otros.

Esta información es crucial para el diseño de la propuesta del proyecto. En la siguiente página se muestra el cronograma de los entregables del presente trabajo de investigación.

Cronograma

A continuación, se descomponen los entregables de la investigación; de manera que se pueda conocer sus partes y establecer prioridades conforme se desenvuelve el proyecto:

Figura 25 Diagrama de entregables del proyecto



Fuente: Melina Abarca

Considerando la figura anterior, se procede a detallar un Diagrama de Gantt donde se detallan la totalidad de los entregables asignados y la fecha esperada de entrega de cada uno. Se considera como finalización del proyecto la defensa de este.

Figura 26 Diagrama de Gantt

Id.	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración	nov. 2017	dic. 2017					ene. 2018			feb. 2018			mar. 2018			abr. 2018					
					19/11	26/11	3/12	10/12	17/12	24/12	31/12	7/1	14/1	21/1	28/1	4/2	11/2	18/2	25/2	4/3	11/3	18/3	25/3	1/4	8/4
1	Entrega final de anteproyecto	20/11/2017	24/11/2017	1s	■																				
2	Capitulo IV Diagnostico	15/1/2018	9/2/2018	4s																					
3	Capitulo V Conclusiones y Recomendaciones	12/2/2018	14/2/2018	,6s																					
4	Capitulo VI Propuesta	14/2/2018	19/3/2018	4,8s																					
5	Entrega informe a tutor	19/3/2018	23/3/2018	1s																					
6	Entrega a registro	2/4/2018	6/4/2018	1s																					
7	Asignacion de lector	9/4/2018	13/4/2018	1s																					
8	Defensa	23/4/2018	4/5/2018	2s																					

Fuente: Melina Abarca

CAPÍTULO IV DIAGNÓSTICO

Según lo detallado en la Tabla 1 Detalle de productos ofrecidos por la empresa, se establece la composición de la cartera por trece lácteos distintos, de los cuales tres se encuentran en la categoría tipo A, correspondiente a los productos con mayor demanda en el mercado actual.

Considerando el punto anterior; se distribuyen los productos según las áreas de producción, con el fin de realizar el diagnóstico según la realidad de la empresa y la priorización que se les dé a sus labores. Se identifican tres grandes áreas de producción; dos independientes y una dependiente de las dos anteriormente mencionadas.

- **Área de producción de quesos:** En esta zona se producen los distintos quesos de la planta. Se encuentra integrada directamente por dos operarios y cuenta con el apoyo de tres a cuatro personas más para las tareas de empaque, además de encontrarse ligado al operario de pasteurización y descremado.

La cartera de esta área se compone de queso tierno, semiduro, maduro, mozzarella, palmito y en polvo. A cada uno la empresa los clasifica de la siguiente manera según el porcentaje de producción durante un año de operación:

Tabla 4 Clasificación de quesos en Lácteos el Quetzal

Producto	Porcentaje de producción	Clasificación
Queso tierno	60%	A
Queso semiduro	24%	A
Queso mozzarella	7%	B
Queso en polvo	4%	B
Queso palmito	3%	C
Queso maduro	2%	C
Total	100%	

Fuente: Lácteos el Quetzal

Según la Tabla 4 Clasificación de quesos en Lácteos el Quetzal, el queso tierno y el queso semiduro componen el 84% de la producción del área, mientras que los demás productos suman el restante 15% de la producción. Para efectos del presente proyecto, se procede a mejorar la programación de los dos quesos anteriormente mencionados y se plantea de manera que eventualmente se puedan agregar los demás productos en el sistema mediante el mismo método propuesto. Esta eventual mejora va a ser posible debido a que los ingredientes principales de cada producto no tienen mayores variaciones, y a que el volumen de cada tanda a producir es el mismo indiferentemente del queso a procesar.

- **Área de producción de líquidos:** Los diferentes sabores de yogurt, la natilla y el rompopo son producidos en esta área de la empresa. Los operarios de empaque junto al operario de producción de líquidos, consumen la mayoría de su tiempo laboral en esta zona. El operario de pasteurización y descremado, se encuentra nuevamente ligado a esta segunda área.

Los productos como el yogurt y la natilla, se ofrecen durante todo el año, mientras que el rompopo es un producto estacional y se produce durante dos meses de cada año (noviembre y diciembre). Igualmente, la empresa mantiene una priorización en esta área según su porcentaje de producción durante un año de operación.

En la siguiente tabla se detalla dicha clasificación:

Tabla 5 Clasificación de productos líquidos en Lácteos el Quetzal

Producto	Porcentaje de producción	Clasificación
Natilla	84%	A
Yogurt con sabor a fresa	7%	B
Yogurt con sabor a melocotón	3%	B
Yogurt con sabor a mora	3%	C
Yogurt con sabor a Naranja Piña	2%	C
Rompopo	1%	C
Total	100%	

Fuente: Lácteos el Quetzal

En la tabla anterior se denota que el rompopo corresponde únicamente a un 1% de la producción del área. Además, el 99% restante corresponde a productos como la natilla y los distintos sabores de yogurt.

Para efectos del proyecto a desarrollar, se trabaja en la programación de la natilla y el yogurt con sabor a fresa. Se parte del hecho de que los requerimientos de materiales y recursos para cada sabor de yogurt, únicamente se diferencian en saborizante, colorante y fruta en almíbar, aparte de estos tres materiales, todos los demás son iguales y el procedimiento es el mismo para cada uno. De igual manera, se va a dejar una prevista para el rompopo o algún otro producto que desee agregar la empresa en un futuro.

- **Área de pasteurización y descremado:** Esta última área está compuesta por un único operario, quien debe trabajar en conjunto con las dos áreas anteriormente mencionadas. Este operario es el encargado de proveer la materia prima necesaria para la producción de quesos y líquidos, entre las funciones necesarias para lograrlo se encuentran las siguientes:

- **Descremar la leche entera:** Con esta operación obtiene la leche descremada y la crema de leche.
- **Realizar la mezcla de leche entera y leche descremada:** tanto quesos como yogurt llevan una mezcla de ambas leches en el momento del procesamiento.
- **Pesar y separar la crema:** este es el insumo crítico de la natilla.
- **Pasteurizar:** esta operación se realiza en la mezcla de leche para los distintos quesos.
- **Transportar la leche para líquidos:** además de separar la leche para esta área, debe transportarla para que el operario pueda realizar sus funciones.

El operario de pasteurización y descremado cuenta con distintas funciones que se entrelazan con las demás áreas de la empresa, debido a esto la empresa no cuenta esta área como independiente sino como una sub área. Es importante recalcar que para efectos del proyecto, se mantendrá esta consideración y tanto en el diagnóstico como en diseño se considerará todo como un único conjunto.

A continuación, se presenta un análisis más profundo de cada producto por área, para finalizar con el proceso actual de programación y control de la empresa. Se van a considerar puntos como la oferta y demanda de cada producto y su comportamiento durante el año, para lograr comprender a profundidad la situación actual de la empresa y establecer los puntos críticos de mejora para desarrollar en el diseño.

Área de producción de quesos

En esta área se van a programar dos tipos de quesos, ambos son quesos frescos que mantienen una gran rotación durante cada semana productiva. Los procesos en ambos son muy similares e incluso su variación en los materiales necesarios es mínima.

Queso tierno

En la Tabla 4 Clasificación de quesos en Lácteos el Quetzal, se denota que el queso tierno acapara el 60% de la producción del área; por lo tanto, se decide iniciar con el análisis de este producto. La empresa se ha enfocado en mantener poco inventario de todos sus quesos frescos y a su vez mejorar la capacidad de respuesta ante una demanda cambiante que ha caracterizado a estos productos.

Para lograr equiparar la demanda con la oferta, se han desarrollado diferentes recetas que flexibilizan el rendimiento por tanda sin afectar la calidad final que buscan los distintos clientes. A continuación, se detallan los requerimientos para la producción de cada una de estas variaciones.

Requerimiento de materiales e insumos

El queso tierno se compone principalmente de una mezcla de leche entera y leche descremada, toda de origen vacuno y pasteurizada. Esta composición tiene dos variaciones principales en la producción:

- 1200 litros totales: 700 litros de leche entera y 500 litros de leche descremada.
- 1200 litros totales: 600 litros de leche entera y 600 litros de leche descremada.

El límite de leche a trabajar se encuentra en 1200 litros, dado que la capacidad de la marmita de procesamiento es esta cantidad. Esta mezcla de leche genera el mismo producto y no afecta su calidad final, la variación que se obtiene es la cantidad de kilogramos de queso resultantes por tanda. A partir de estas dos variaciones iniciales, se obtienen otras tres variaciones para cada una de estas recetas:

- 700 litros de leche entera y 500 litros de leche descremada.
 - Con 10 kilogramos de leche en polvo.
 - Con 25 kilogramos de leche en polvo.
 - Con 37.5 kilogramos de leche en polvo.
- 600 litros de leche entera y 600 litros de leche descremada.
 - Con 10 kilogramos de leche en polvo.
 - Con 25 kilogramos de leche en polvo.
 - Con 37.5 kilogramos de leche en polvo.

Cada una de estas variaciones aumenta igualmente la cantidad de kilogramos finales por tanda, sin cambiar las características del queso tierno. La empresa basa su decisión en las diferentes variaciones según la demanda de queso tierno y la disponibilidad de leche para procesar. Los requerimientos de materiales se detallan en las siguientes figuras, donde se puede apreciar la totalidad de variaciones por receta.

Figura 27 Requerimiento de materiales para primera variación de Queso tierno



Fuente: Lácteos el Quetzal

Figura 28 Requerimiento de materiales para segunda variación de Queso tierno



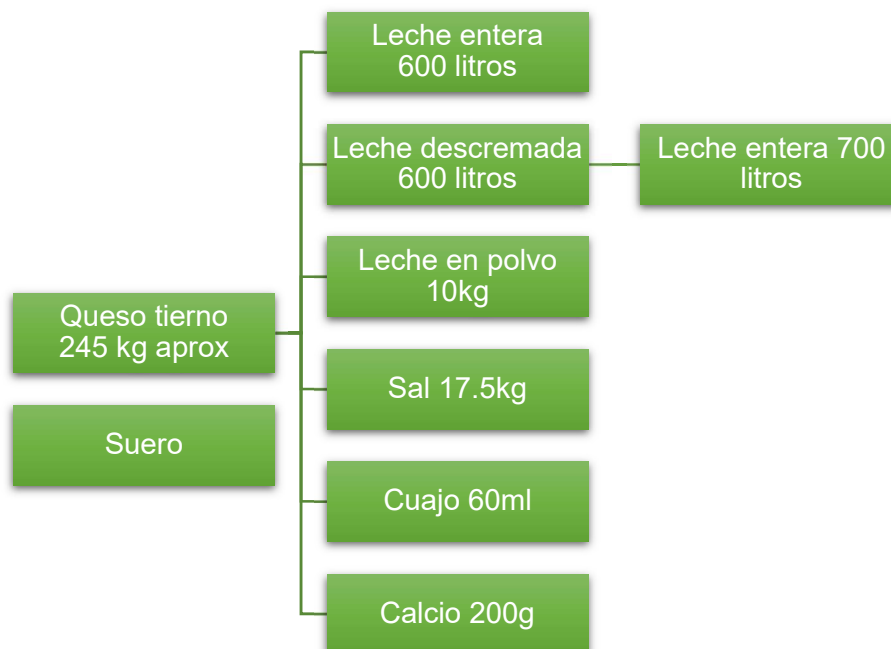
Fuente: Lácteos el Quetzal

Figura 29 Requerimiento de materiales para tercera variación de Queso tierno



Fuente: Lácteos el Quetzal

Figura 30 Requerimiento de materiales para cuarta variación de Queso tierno



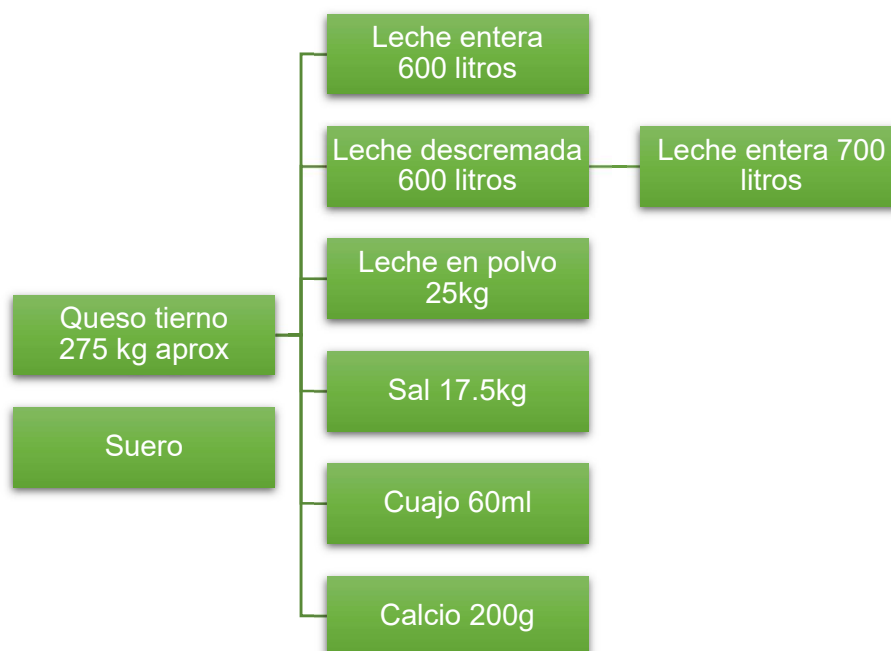
Fuente: Lácteos el Quetzal

Figura 31 Requerimiento de materiales para quinta variación de Queso tierno



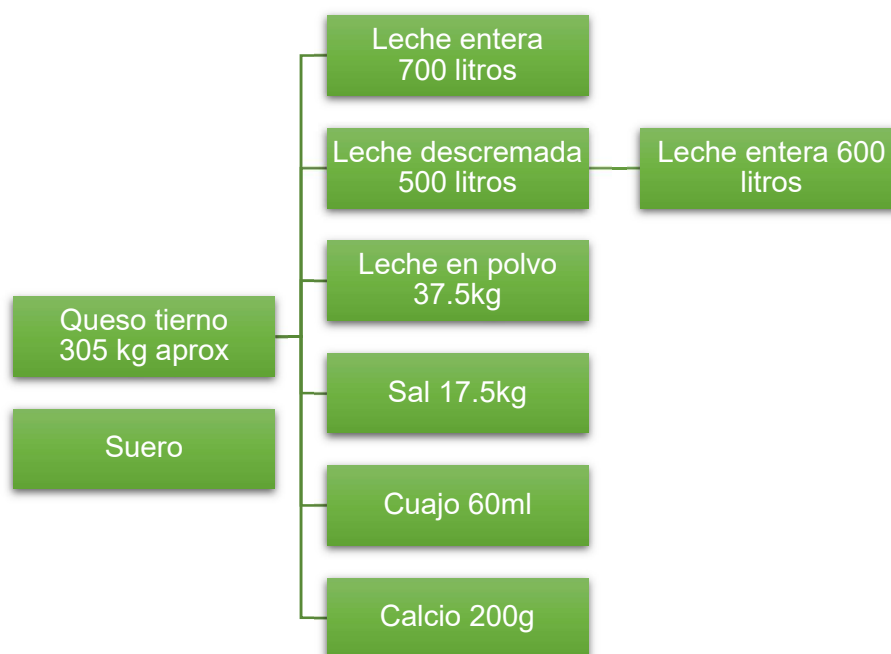
Fuente: Lácteos el Quetzal

Figura 32 Requerimiento de materiales para sexta variación de Queso tierno



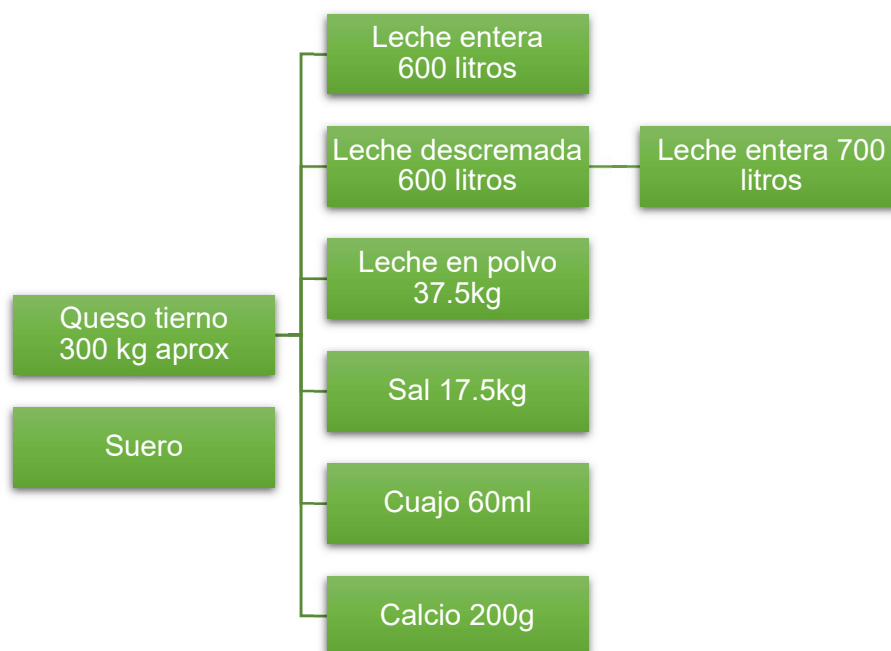
Fuente: Lácteos el Quetzal

Figura 33 Requerimiento de materiales para séptima variación de Queso tierno



Fuente: Lácteos el Quetzal

Figura 34 Requerimiento de materiales para octava variación de Queso tierno

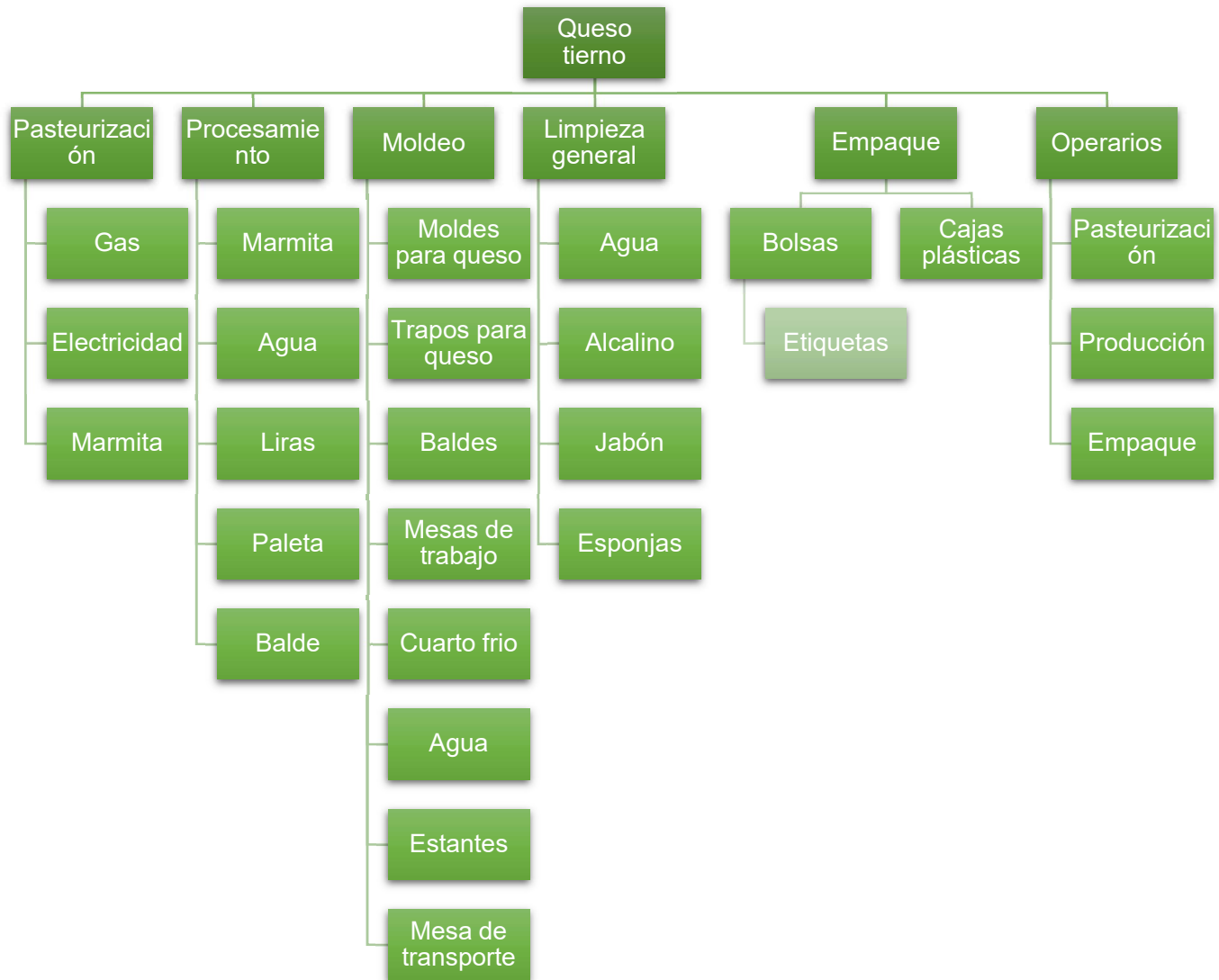


Fuente: Lácteos el Quetzal

Es importante resaltar que las tandas de todos los quesos generan como subproducto suero de leche, este suero es posteriormente procesado en la planta de tratamiento de aguas residuales con las que cuenta la empresa para ser posteriormente desechado.

En las figuras anteriores se denota que los ingredientes como sal, cuajo y calcio, se mantienen sin cambio alguno en cada variación del queso. Los kilogramos resultantes en cada tanda se encuentran ligados a la cantidad de leche entera y leche en polvo utilizada. A continuación, en la siguiente página se detallan los recursos utilizados para la creación de este producto, todas las variaciones de las recetas utilizan los mismos recursos.

Figura 35 Requerimiento de insumos para el Queso tierno



Fuente: Lácteos el Quetzal

En la Figura 35 Requerimiento de insumos para el Queso tierno, se detallan todos los materiales y recursos utilizados para realizar una tanda de queso. Estos fueron ordenados según las fases generales del proceso, al final se observan los operarios implicados en la producción. Antes de continuar el desarrollo del proyecto, se procede a detallar algunos insumos mencionados en la figura anterior:

- Marmita: este es un recipiente grande, en este caso de acero inoxidable de grado alimenticio, que tiene diferentes usos, en la siguiente figura se presenta una fotografía de una marmita de producción con una tanda de queso lista para ser desuerada.

Figura 36 Ejemplo de una marmita



Fuente: Lácteos el Quetzal

- Liras: son paletas utilizadas para cortar la cuajada (el queso después de reaccionar con el cuajo). La empresa utiliza liras horizontales y verticales para cortar con mayor precisión el producto. A continuación, se presenta el ejemplo de las liras verticales.

Figura 37 Ejemplo de liras verticales



Fuente: Lácteos el Quetzal

- Moldes y trapos para queso: son moldes de acero inoxidable diseñados para obtener un queso del tamaño y medidas requeridas por la empresa, en la siguiente figura se presenta una fotografía de un molde para queso con su respectivo trapo, listos para ser utilizados.

Figura 38 Ejemplo de molde y trapo para queso



Fuente: Lácteos el Quetzal

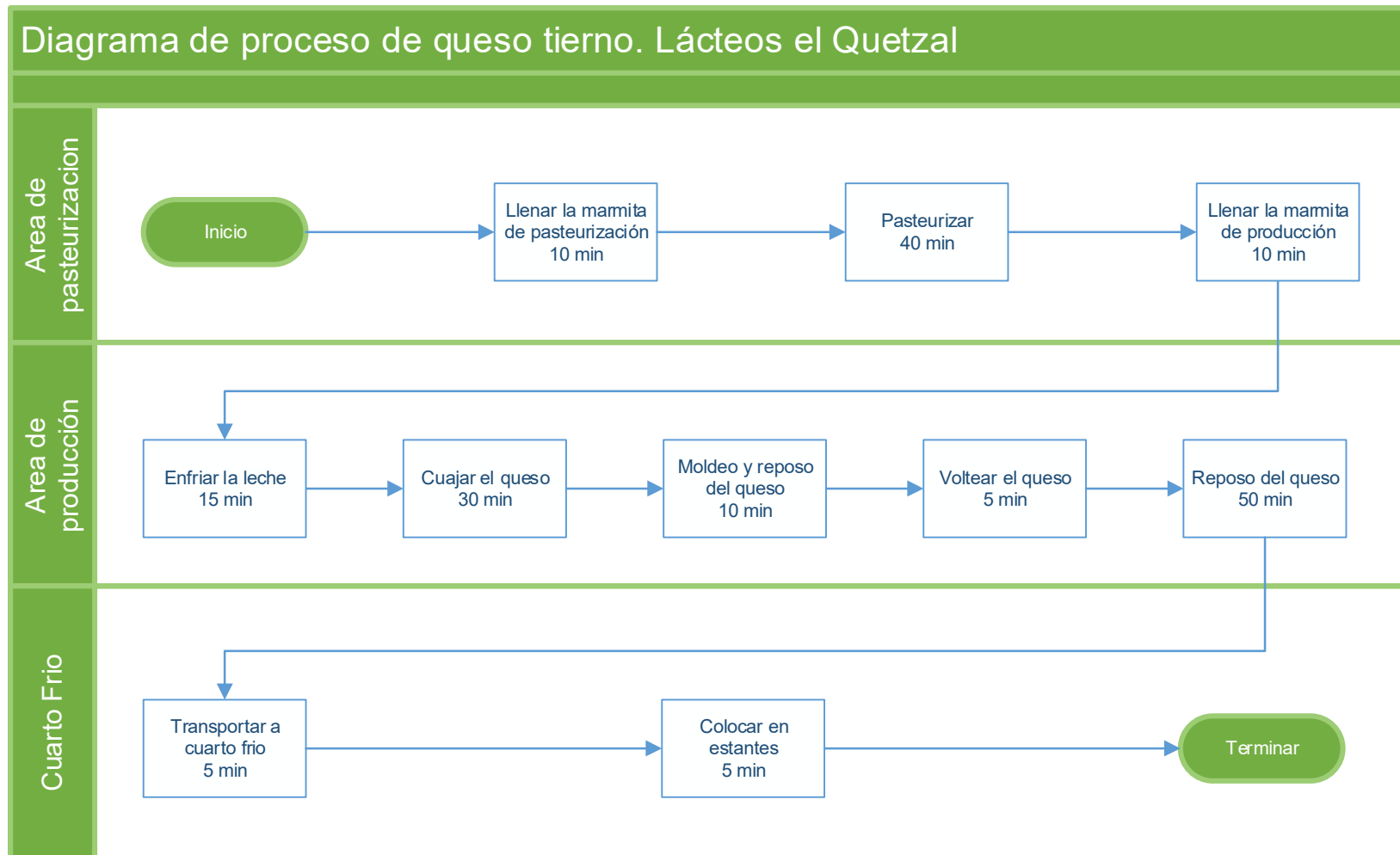
Continuando con los requerimientos de insumos, se considera el proceso desde el hecho donde la leche ya se encuentra descremada y en la marmita de pasteurización. Se continúa al procesamiento, moldeo y finaliza con empaque, donde ya se prepara para entregar al cliente.

Proceso productivo

La producción del queso tierno es un proceso que tiene una duración de tres horas; desde que inicia el llenado de la marmita de pasteurización hasta que el queso es llevado al cuarto frío para su almacenamiento hasta la venta. Esta duración es basada en los datos que tiene la empresa para establecer su programación, es importante considerar que la empresa cuenta con dos marmitas de producción que trabajan a la vez y consecuente a esto en un periodo de 3.5 horas se pueden sacar dos tandas de queso tierno, lo que aumenta la capacidad productiva del área.

En la siguiente página se presenta el diagrama de proceso donde se muestran los tiempos establecidos por operación:

Figura 39 Diagrama de proceso de queso tierno



Fuente: Melina Abarca

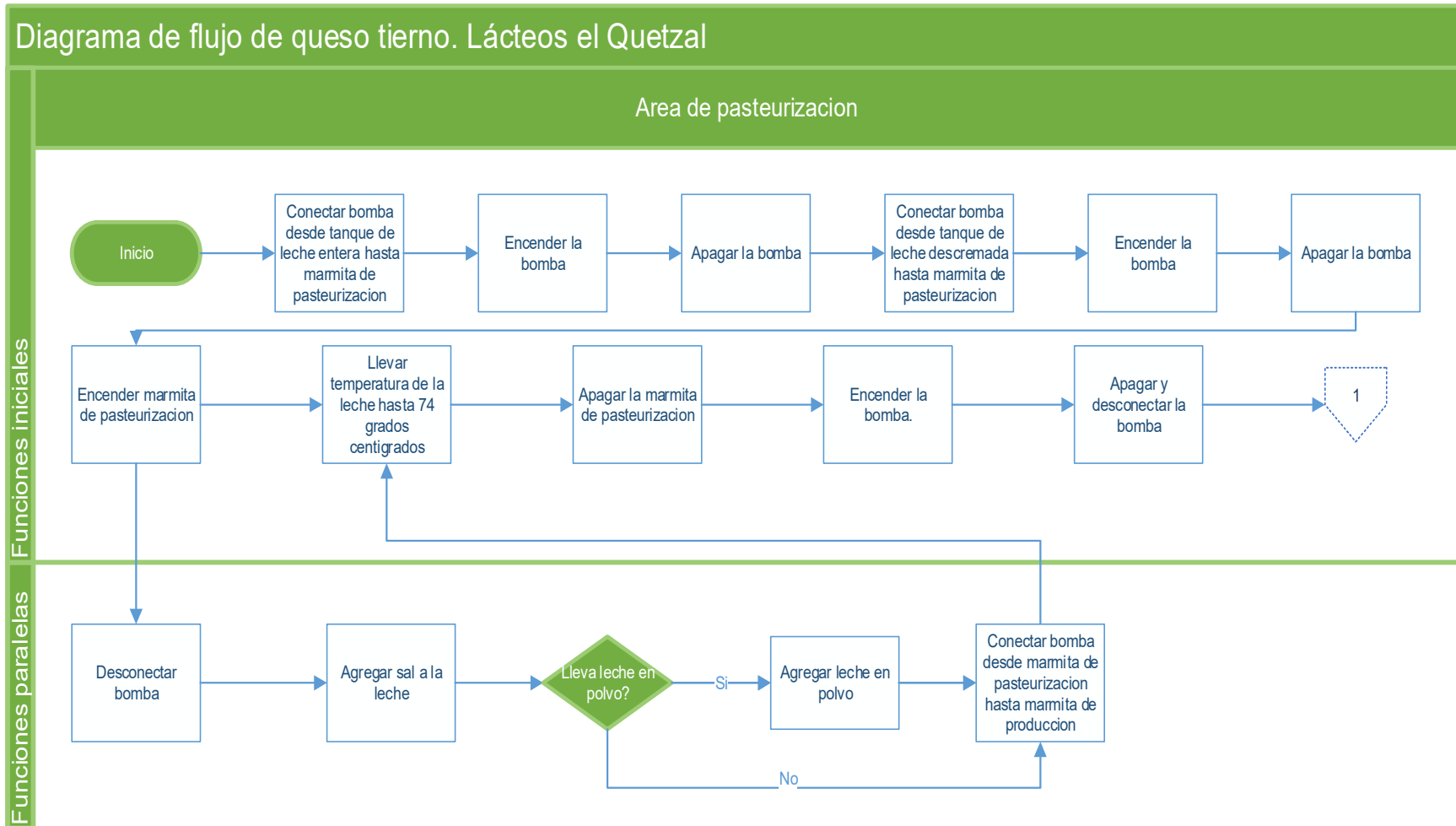
En la Figura 39 Diagrama de proceso de queso tierno, se muestra de manera general el proceso para realizar una tanda de este queso. Todas las variaciones de la receta llevan el mismo proceso; la marmita de pasteurización es donde se mezcla la leche descremada con la leche entera y se procede a aumentar su temperatura hasta 74 grados centígrados, de esta manera se eliminan las bacterias que pueda traer la materia prima también en este proceso se mezcla la sal y de ser necesario la leche en polvo. Seguidamente se transporta la leche al área de procesamiento mediante mangueras y bombas hasta la marmita de producción, inmediatamente inicia el enfriamiento hasta una temperatura de 45 grados centígrados, donde se le agrega el calcio y al llegar a 35 grados centígrados se agrega el cuajo y se deja en reposo. Al estar lista la cuajada se pasan las liras y se retira el suero de la mezcla para proceder con el moldeo en la mesa de trabajo.

El queso dentro de los moldes debe mantenerse en reposo por un periodo total de 50 minutos (este tiempo y los siguientes fueron determinados por la empresa como estándar y son utilizados para la programación de la producción), dentro de estos se incluye un volteo de los moldes, luego va a ser transportado al cuarto frío para bajar su temperatura y terminar su moldeo hasta el día siguiente cuando puede ser desalmacenado para su venta.

Se establece que a partir del elemento de llenar la marmita de producción, se pueden realizar dos tandas a la vez, generando como principal cuello de botella la pasteurización de la leche. Aunque, el proceso en conjunto desde moldeo hasta el último reposo del queso lleva un tiempo de 55 minutos en total, este se cuenta con la característica de poder realizar dos tandas a la vez. Se mantendrá en cuenta esta conclusión inicial para alguna sugerencia de mejora en el proceso productivo.

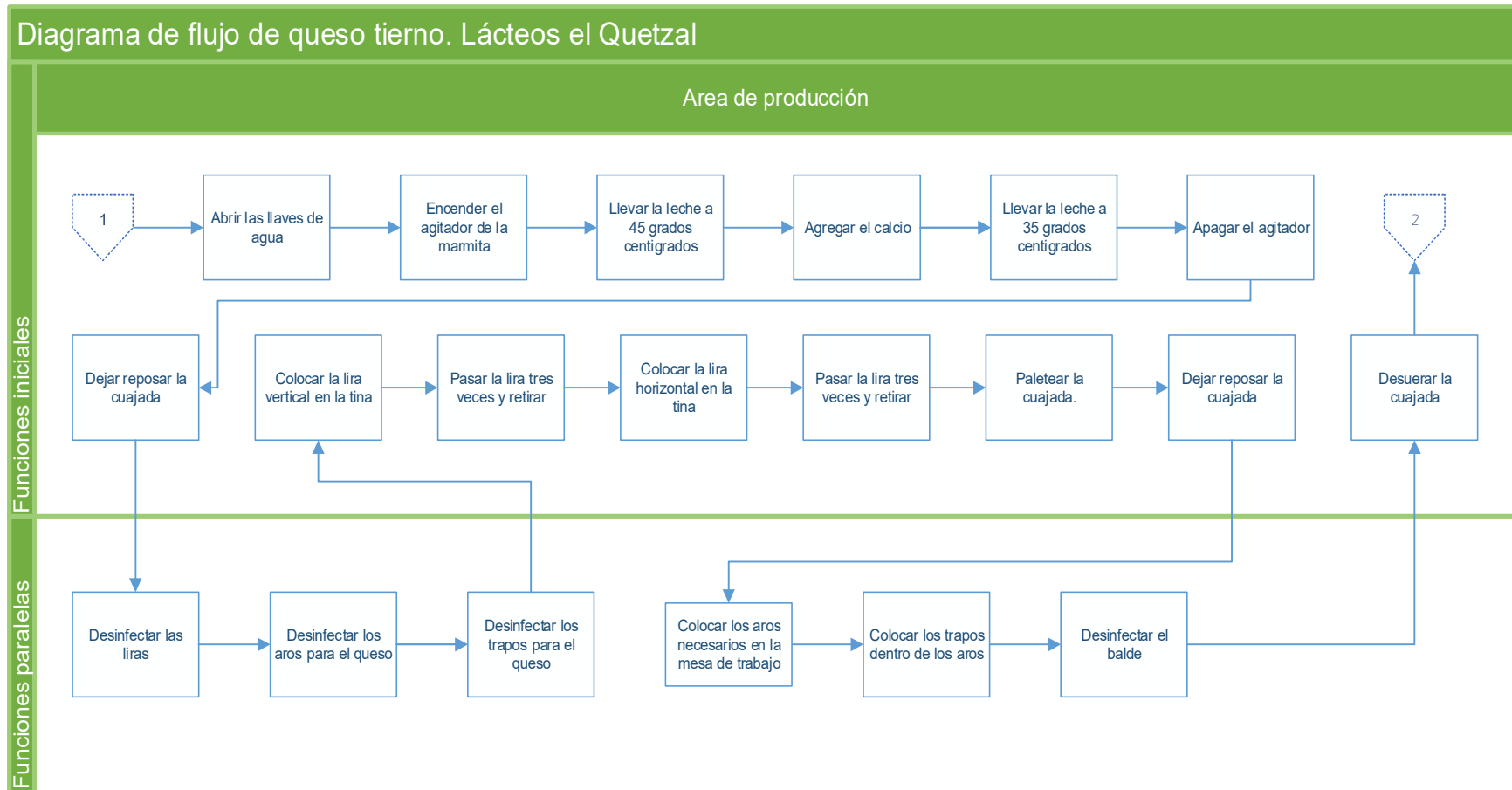
A continuación; se muestra el diagrama de flujo del queso tierno, se encuentra ordenado por área donde se realiza y por función que sucede de forma paralela:

Figura 40 Diagrama de flujo de queso tierno



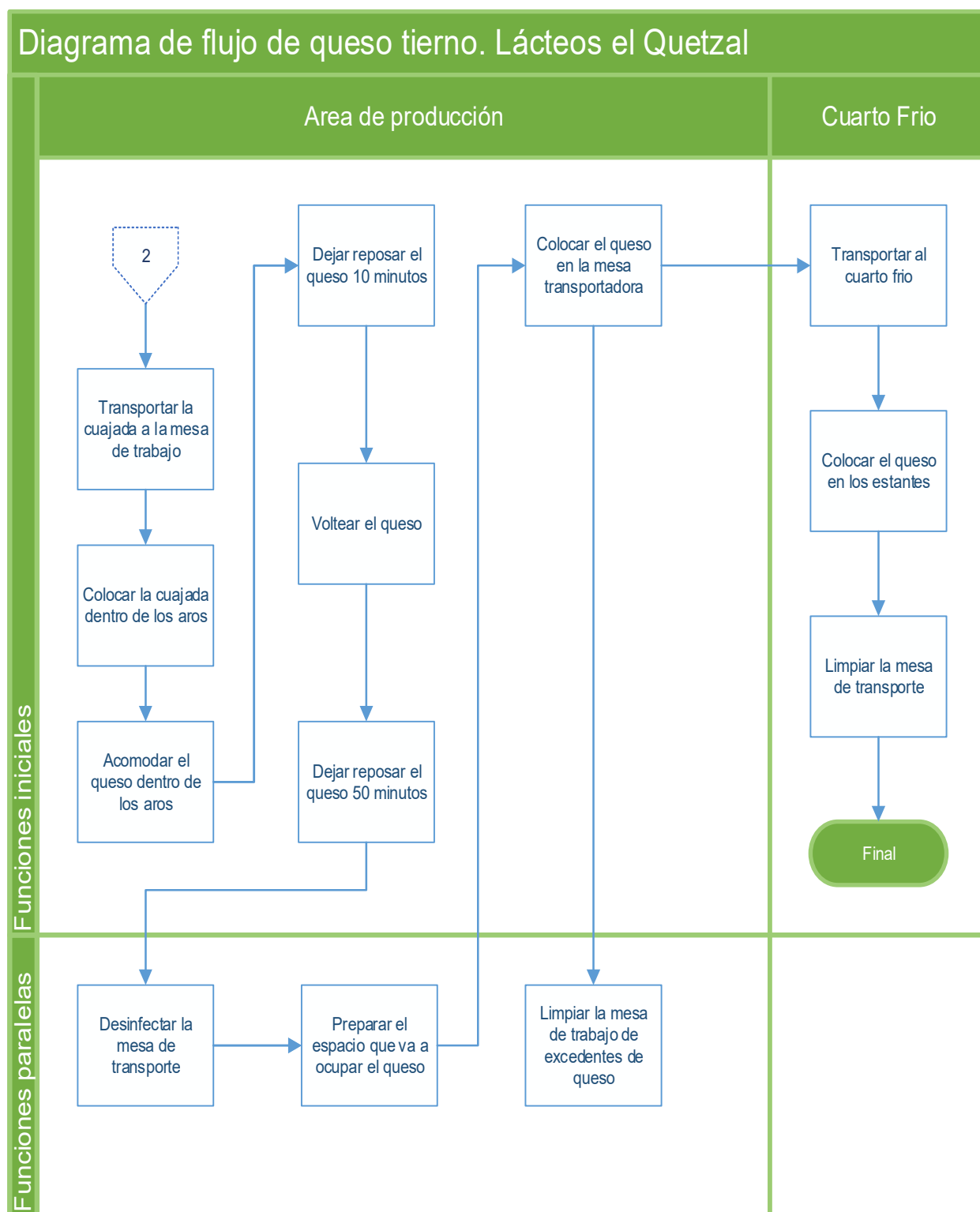
Fuente: Melina Abarca

Figura 41 Diagrama de flujo de queso tierno



Fuente: Melina Abarca

Figura 42 Diagrama de flujo de queso tierno



Fuente: Melina Abarca

En la Figura 40 Diagrama de flujo de queso tierno, se describe con detalle el inicio del proceso del queso tierno, se establecen los primeros supuestos de la producción:

- Los operarios involucrados ya conocen la receta a procesar.
- La leche ya se encuentra descremada.
- La marmitta de pasteurización ya fue previamente desinfectada y se encuentra lista para ser usada, igualmente las marmittas de producción.
- Los materiales a utilizar como la sal, leche en polvo, cuajo o calcio, ya se encuentran medidos y colocados cerca del lugar de trabajo.

A partir de estos supuestos, se detallan los diagramas de flujo del proceso. La primera parte descrita establece las funciones del área de pasteurización dentro del queso tierno, se denota que la mayoría de las tareas se distribuyen entre conectar y desconectar bombas o mangueras y las tareas de menor frecuencia son las que consumen mayor cantidad de tiempo, como pasteurizar o llenar la marmitta con la leche correspondiente. Este operario termina su involucramiento con el proceso al enviar la leche pasteurizada a la marmitta de producción.

Luego de terminar la primera pasteurización procede a iniciar nuevamente el proceso según la programación del día. Al finalizar las tandas de pasteurización correspondientes, el operario debe consultar con el supervisor la cantidad de leche descremada y crema necesaria para el día siguiente, y descremar la leche entera para obtener los subproductos.

En la **Figura 41 Diagrama de flujo de queso tierno** inicia la intervención directa de los operarios de producción de quesos, a partir de este punto los operarios pueden realizar las tareas ambos en la misma producción o cada uno en una marmitta por aparte, de esta manera aumentan los resultados obtenidos en la misma fracción de tiempo.

En la figura anteriormente mencionada, se denota una cantidad de tiempos de espera considerables, esos son aprovechados por los operarios para hacer otros preparativos necesarios en el proceso. Aparte de estos tiempos, se muestran otras actividades como el paleteo y pasar las liras que son completamente manuales, estas pueden ser realizadas por uno o dos operarios que no afectan y no van a disminuir ni aumentar la duración de estas.

Finalmente se presenta la Figura 42 Diagrama de flujo de queso tierno, que detalla el proceso final de este queso. Nuevamente se establece la siguiente serie de supuestos para completar con éxito la tarea:

- El cuarto frío ya se tiene desinfectado y lista el área de almacenamiento del queso tierno.
- Los moldes necesarios para la tanda de queso ya fueron colocados en la mesa de moldeo.
- Los excedentes de queso fuera de los moldes son colocados de vuelta en estos.
- Mientras el queso se encuentra en reposo, los operarios realizan una limpieza general para recibir la siguiente tanda

Bajo esta forma de trabajo, se completa el ciclo productivo del queso tierno y se regresa al inicio. El área de trabajo no se modifica; exceptuando la limpieza general, hasta el final de la jornada donde se desinfecta y se prepara todo el equipo para el siguiente día laboral. Todos los instrumentos y equipo quedan listos para volver a ser utilizados.

Luego de conocer con detalle el proceso del queso tierno, se procede a clasificar este en cuatro componentes principales:

- **Pasteurización:** Comprende desde el inicio de la operación hasta el traslado de la leche pasteurizada a la marmita de producción.
- **Enfriamiento y cuajado:** Inicia con el enfriamiento de la leche pasteurizada y finaliza con el paleteo de la cuajada.
- **Moldeo:** Este componente establece como inicio el primer reposo de la cuajada hasta el reposo más extenso que presenta el queso.
- **Almacenamiento:** Empieza con el transporte de los moldes con queso al cuarto frío hasta que todo se encuentra ordenado en este.

Esta clasificación es necesaria para poder analizar con detalle la cadena de valor actual del proceso y lograr identificar los puntos competitivos de la empresa. Como se muestra en la siguiente figura:

Figura 43 Cadena de valor del queso tierno

Cadena de valor del proceso de producción del queso tierno en Lácteos el Quetzal				
Proceso operativo	Pasteurización	Enfriamiento y cuajado	Moldeo	Almacenamiento
Componentes	Termómetro Vapor de agua Plan de Producción definida Leche de vaca	Agua Cuajo Calcio Termómetro Reloj Equipo y materiales	Mesa de trabajo Moldes para queso Trapos para queso Equipo y materiales Reloj	Estantes libres Mesa de transporte Pasillo desocupado
Cliente interno	Área de pasteurización con marmita.	Área de producción con marmitas para enfriamiento Reloj funcional	Área de producción con mesas de trabajo Reloj funcional	Área de almacenaje en frío
Variables y atributos	No tiene definidos	No tiene definidos	No tiene definidos	No tiene definidos
Indicadores	No tiene definidos	No tiene	No tiene	No tiene
Actividades o áreas de apoyo	Área de bodega. Suministro de materia prima Supervisión. Plan maestro de producción			Cuartos fríos

Fuente: Melina Abarca

En la Figura 43 Cadena de valor del queso tierno, se denotan las etapas generales del proceso y se establece un faltante de indicadores que determinen el porcentaje de cumplimiento según las necesidades del cliente interno y externo, igualmente este último no es considerado dentro del proceso.

La empresa sí cuenta con el detalle de los componentes primordiales que necesita para la preparación del queso tierno, pero no establece las variables ni los atributos que debe poseer en el momento de finalizar su proceso en cada área. Por lo tanto, se plantea enfocar la mejora sugerida en esta área en el punto anterior junto con los indicadores del proceso (marcados en color rojo).

Para finalizar el análisis del proceso productivo actual, se presenta la capacidad teórica de la empresa según los tiempos mencionados anteriormente.

Capacidad teórica de la producción de queso tierno

Se conoce que la empresa puede producir cada tres horas una tanda de queso tierno y que en tres horas y treinta minutos es capaz de obtener dos tandas de queso tierno; por lo tanto, se considera este segundo hecho como base para obtener la capacidad instalada de la planta.

Primeramente, se toman los días laborales y horarios de trabajo:

Tabla 6 Jornada de trabajo Lácteos el Quetzal

Jornada laboral Lácteos el Quetzal, área de producción de quesos	
Horario de trabajo	Lunes a sábado de 3:00 am a 2:00 pm
Horas totales laboradas por día	11 horas
Número de días laboradas por mes	26 días
Total de horas disponibles por semana	66 horas

Fuente: Melina Abarca

Para determinar la cantidad de horas disponibles, no se toman en cuenta los tiempos improductivos por operario dado que los tiempos ocupados en otras actividades son cubiertos por los demás colaboradores del área. Lo que sí se debe considerar, es que del tiempo total disponible, solo un porcentaje es ocupado por el queso tierno; a continuación, se procede a calcular el tiempo total disponible para el queso tierno:

- Tiempo total disponible: 66 horas
- Porcentaje de línea ocupado por el queso tierno según Tabla 4 Clasificación de quesos en Lácteos el Quetzal: 60%
- Tiempo disponible para queso tierno: $66 \text{ horas} * 60 \% = 39.6 \text{ horas} = 39 \text{ horas y } 36 \text{ minutos}$. Para mantener números similares al estándar de producción establecido, se procede a redondear el tiempo a 39.5 horas.

Se mantiene un promedio de 4.33 semanas por mes; debido a que es el estándar utilizado por la empresa para sus cálculos internos, lo que genera una disponibilidad de 171 horas por mes para queso tierno. Seguidamente se calcula la capacidad instalada de la empresa:

- Horas disponibles por mes: 171 horas
- Tiempo para realizar dos tandas de queso tierno: 3.5 horas

$$\begin{aligned} \text{Capacidad instalada de la empresa} &= \frac{171 \text{ horas disponibles por mes}}{3.5 \text{ horas necesarias por dos tandas}} \\ &= 48.85 * 2 \text{ (tandas realizadas)} = 97.7 \approx 97 \text{ tandas por mes} \end{aligned}$$

El redondeo a 97 tandas, se decidió con el fin de generar un margen que permita poder reaccionar ante algún cambio en la demanda futura y además, con la idea de mantener un tiempo que pueda incluir algún imprevisto no controlable por la empresa. Seguidamente se procede a establecer la capacidad instalada real de la empresa, considerando la totalidad de horas disponibles en la línea de producción, se mantiene el mismo redondeo hacia abajo por los motivos anteriormente mencionados.

- Horas disponibles por semana: 66 horas
- Semanas del mes: 4.33 semanas
- Horas disponibles por mes: $66 * 4.33 = 285.78 \approx 285 \text{ horas}$.
- Tiempo para realizar dos tandas de queso tierno: 3.5 horas

$$\text{Capacidad instalada de la empresa} = \frac{285 \text{ horas disponibles por mes}}{3.5 \text{ horas necesarias por dos tandas}}$$

$$= 81.42 * 2 \text{ (tandas realizadas)} = 162.84 \approx 162 \text{ tandas por mes}$$

Debido a la cantidad de variaciones en el queso tierno, se decide establecer 230 kilogramos como los resultantes por tanda; estos kilogramos corresponden a la receta de 700 litros de leche entera y 500 litros de leche descremada, esta es la receta que la empresa prefiere, dado que necesita menor cantidad de leche descremada y no utiliza leche en polvo (debido a que esta no siempre se puede conseguir con facilidad). Se obtienen los resultados detallados en la siguiente tabla como capacidad instalada para el queso tierno.

Tabla 7 Cálculo de capacidad instalada para el queso tierno

Cálculo de capacidad instalada para el queso tierno			
Detalle	Cantidad de tandas que se pueden realizar por mes	Kilogramos obtenidos por tanda de queso	Capacidad instalada en kilogramos de queso
Capacidad instalada total en el área de producción de quesos	162 tandas	230 kilogramos	$162 * 230$ $= 37,260 \text{ kg}$
Capacidad instalada dedicada a la producción de queso tierno	97 tandas	230 kilogramos	$97 * 230$ $= 22,310 \text{ kg}$

Fuente: Melina Abarca

Según la Tabla 7 Cálculo de capacidad instalada para el queso tierno, la capacidad instalada y utilizada en la producción de queso tierno, corresponde al 60% de la línea ($\frac{22,310}{37,260} = 0.5987 \approx 60\%$). Estos datos marcan el inicio del análisis de la oferta y demanda de este primer producto.

Análisis de oferta y demanda del producto

Para iniciar el análisis de la situación actual de la empresa, se inicia con la tabla resumen de la oferta y demanda del producto, durante los periodos donde existen datos registrados. La administración trabaja bajo el supuesto de una baja en la demanda de este tipo de queso durante los meses de junio a setiembre de cada año, ocasionado por una sobre oferta de leche y baja demanda de queso. Debido a que únicamente se cuenta con un año completo de datos, se trabajará con este supuesto como verídico para el pronóstico de la demanda. En la siguiente página se muestra la tabla comparativa de la oferta y demanda del queso tierno desde octubre del 2016 hasta diciembre del 2017.

Tabla 8 Tabla de datos de oferta demanda del queso tierno

Tabla de oferta – demanda de queso tierno Lácteos el Quetzal		
Octubre 2016 – Diciembre 2017		
Periodo	Demanda en kilogramos	Oferta en kilogramos
2016		
Octubre	11532.75	12579
Noviembre	14090.35	15507.25
Diciembre	13854.09	14098
2017		
Enero	14573.08	14331
Febrero	15367.64	15396
Marzo	15394.22	15240
Abril	13030.53	14784.93
Mayo	13548	14905
Junio	11846	11400
Julio	11175.99	11406
Agosto	12053.82	12540
Septiembre	11800.47	11400
Octubre	14180.42	14256
Noviembre	14069.51	15108
Diciembre	11090.94	11376
Total general	197607.81	204327.18

Fuente: Melina Abarca

En la Tabla 8 Tabla de datos de oferta demanda del queso tierno, se muestran en kilogramos los datos mensuales del producto, el monto correspondiente a demanda comprende los rubros de ventas, devoluciones y faltantes de producto.

La tabla anterior incluye un faltante en la producción de 5,000 kilogramos de queso tierno en el periodo 2017. La empresa registró como causa de este rubro el faltante de materia prima, específicamente leche entera de vaca.

Utilizando la misma tabla, se procede a promediar la demanda y la oferta que ha presentado la planta para obtener la capacidad requerida de producto (promedio de la demanda), y la capacidad utilizada (promedio de la oferta), se obtienen los siguientes resultados:

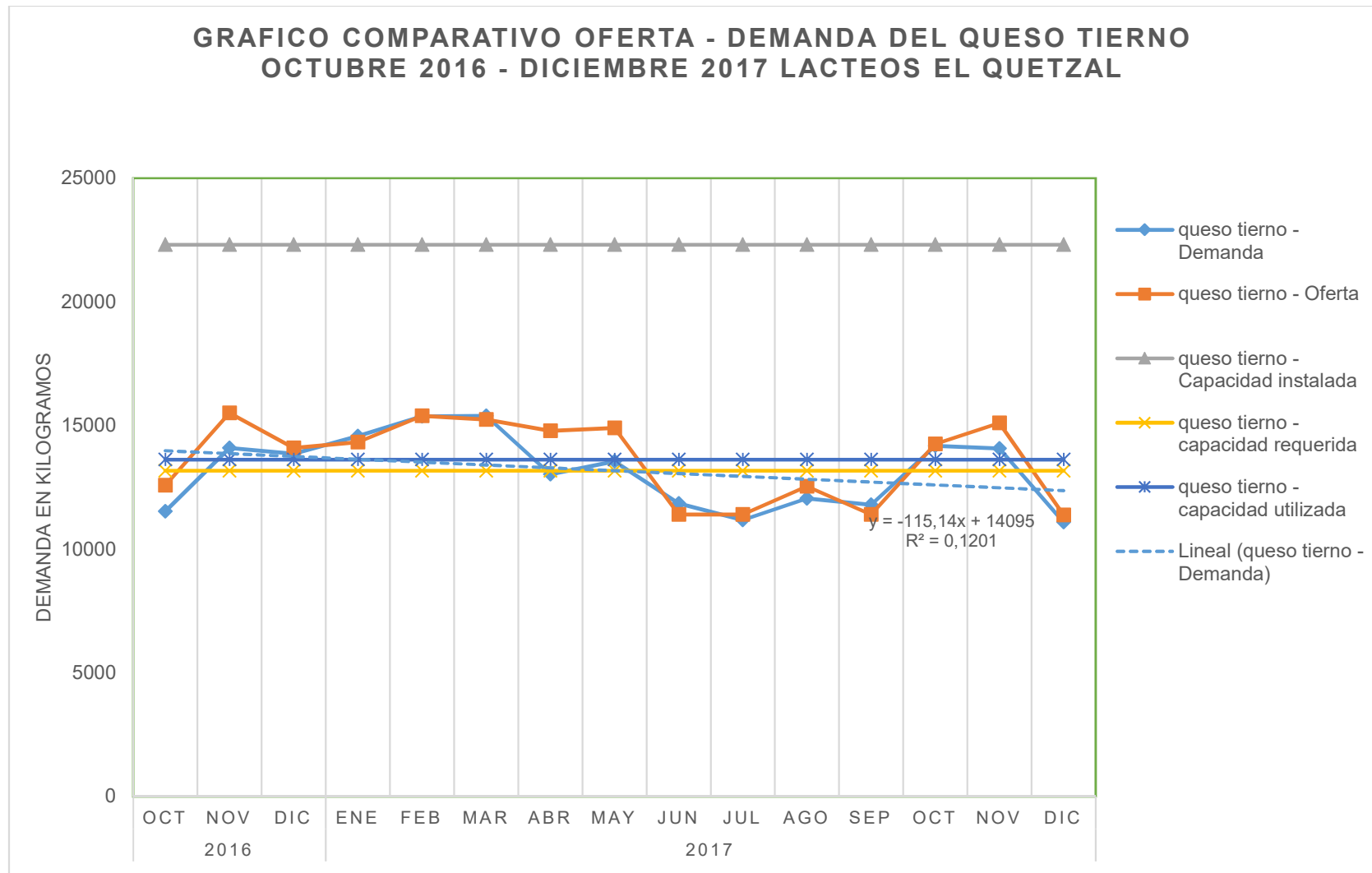
$$\begin{aligned} \text{Capacidad requerida} &= \frac{197,607.81 \text{ (total de demanda)}}{15 \text{ (cantidad de datos)}} = 13,173.854 \\ &\approx 13,173 \text{ kilogramos de queso} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad utilizada} &= \frac{204,327.18 \text{ (total de oferta)}}{15 \text{ (cantidad de datos)}} = 13,621.812 \\ &\approx 13,621 \text{ kilogramos de queso} \end{aligned}$$

Con estos datos se puede concluir que se están generando en promedio 448 kilogramos más de queso con respecto a los necesarios, sin embargo, se puede asumir que estos son consumidos en los picos altos de demanda. Además al considerar la capacidad instalada de la línea (22,310 kilogramos por mes), se puede concluir que se está utilizando un 61% de esta capacidad ($\frac{13,621}{22,310}$) y a un 36.5% ($\frac{13,621}{37,260}$) de la capacidad instalada total, lo que permitiría un posible crecimiento de la producción de la planta.

En el siguiente gráfico se detalla visualmente la oferta y demanda percibida, además de las capacidades calculadas anteriormente.

Figura 44 Gráfico comparativo de la oferta demanda del queso tierno

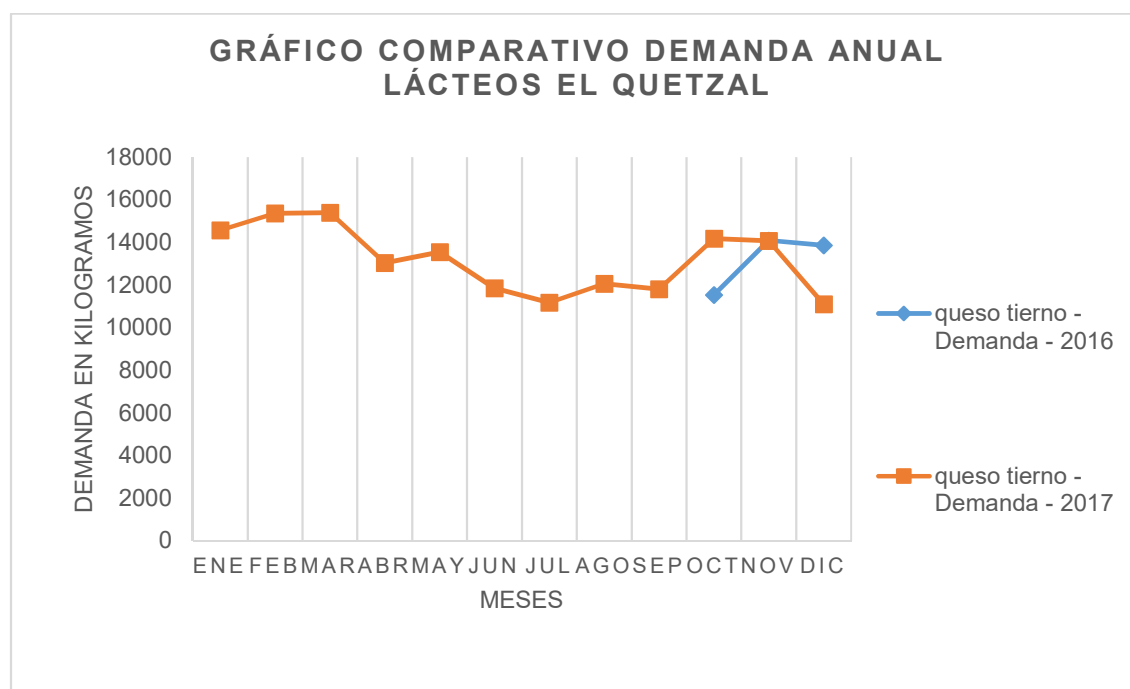


Fuente: Melina Abarca

En la Figura 44 Gráfico comparativo de la oferta demanda del queso tierno, la línea de tendencia presentada establece un decrecimiento en la demanda; lo que se interpreta como una tendencia negativa del producto, y genera una necesidad urgente de un plan de acción que revierta esta tendencia. Aparte se denota una baja en la demanda desde el mes de junio hasta el mes de setiembre, por lo que se confirma en el periodo presentado, el supuesto de sobreoferta y baja demanda de este producto.

Seguidamente se presenta un gráfico donde se superponen los datos mensuales por año de la demanda, con el fin de observar el movimiento que ha tenido en estos periodos.

Figura 45 Gráfico comparativo demanda anual de queso tierno



Fuente: Melina Abarca

En el gráfico anterior se denota que en los meses de noviembre de ambos años se presentó una demanda similar, mientras que en octubre tuvo un aumento de 2,648 kilogramos con respecto al año anterior, pero en diciembre hubo una disminución de 2,764 kilogramos en la demanda, lo que representa una diferencia de 116 kilogramos en el comparativo de ese trimestre, este monto es similar al observado en la línea de tendencia de la Figura 44 Gráfico comparativo de la oferta demanda del queso tierno, lo que reafirma la necesidad de un plan de acción para revertir la tendencia negativa del producto.

A continuación, se presenta el análisis del punto de equilibrio de este producto y cómo lograr definir el tiempo disponible por parte de la empresa para generar cambios en sus ventas.

El primer paso para definir el punto de equilibrio de este queso, se encuentra en establecer los costos del producto y clasificarlos en costos fijos, variables y margen. La empresa cuenta con la debida clasificación, y para mantener la consideración de la receta utilizada en las capacidades se procede a utilizar los costos de esta variación; cabe destacar que los montos descritos a continuación son un promedio otorgado por la empresa de los costos de la línea y del producto, para mayor exactitud se dejará abierto el cálculo en el diseño, con el fin de que puedan realizar los ajustes necesarios.

Para efectos del presente proyecto, se procede a calcular el punto de equilibrio con costos fijos totales de la línea y los costos reservados al producto, esto con el fin de conocer el tiempo para llegar a este equilibrio, si la línea se dedica completamente a desarrollar queso tierno y también si se mantiene con el mismo porcentaje que mantiene actualmente en la producción total.

Tabla 9 Costos del queso tierno

Detalle	Monto
Costos fijo totales por línea	ϕ93,705
Costos fijos totales por producto	ϕ64,000
Costos fijos por kilogramo	ϕ5.1037
Costos variables por kilogramo	ϕ1,493.2613
Precio de venta	ϕ2,120
Margen	ϕ621.635

Fuente: Melina Abarca

A partir de la Tabla 9 Costos del queso tierno, se detallan en el siguiente resumen los componentes de los costos variables, y se detallan los insumos críticos del producto que pueden permitir más adelante mejorar la competitividad por precio del producto.

Tabla 10 Desglose de costos variables del queso tierno

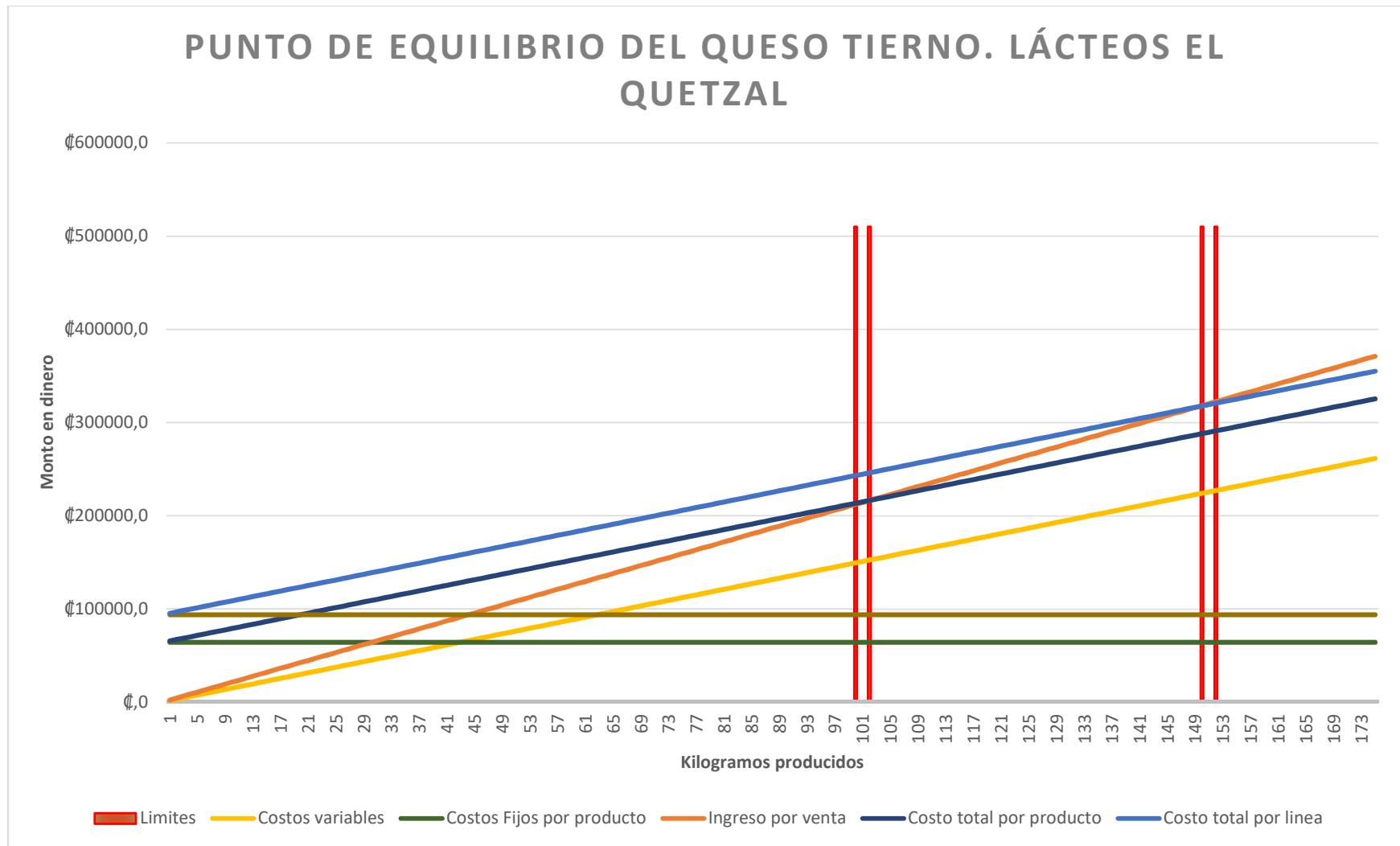
Detalle del costo variable	Monto	Porcentaje
Leche entera	¢945.2181	63.29%
Leche descremada	¢401.3169	26.87%
Mano de obra directa	¢65.6459	4.38%
Otros costos variables (electricidad variable, combustible, materiales, agua variable, mano de obra indirecta, entre otros)	¢43.7639	2.93%
Otros materiales (sal, cuajo y calcio)	¢37.3165	2.53%
Total	¢1,493.2613	100%

Fuente: Melina Abarca

La Tabla 10 Desglose de costos variables del queso tierno, establece la leche entera y descremada como los dos principales componentes del costo variable unitario en el queso tierno (estos rubros aplican por cada kilogramo producido en la planta). Esta información se mantendrá presente en las recomendaciones para la empresa en dado caso de que desee abarcar mayor mercado por precio.

Continuando con la Tabla 9 Costos del queso tierno, se procede a realizar el análisis del punto de equilibrio por dos métodos de análisis; primeramente se procede a graficar la intersección de dicho punto y seguidamente se comprueba el dato resultante con la fórmula correspondiente. En la siguiente página se detalla el primer análisis del punto de equilibrio.

Figura 46 Gráfico del punto de equilibrio



Fuente: Melina Abarca

En la Figura 46 Gráfico del punto de equilibrio, se representan visualmente los datos obtenidos en la Tabla 45 Cálculo de punto de equilibrio del queso tierno en los anexos donde se obtiene la cantidad necesaria de kilogramos por vender en un mes, para cubrir los costos de su producción y no generar ninguna pérdida. Las líneas rojas representan los límites aproximados donde se encuentran ambos puntos de equilibrio, se establecen las intersecciones en aproximadamente 101 y 150 kilogramos mensuales. Para confirmar esta intersección, se procede a realizar el cálculo de la cantidad mediante la fórmula de punto de equilibrio.

Tabla 11 Cálculo de punto de equilibrio

Cálculo de punto de equilibrio	
Punto de equilibrio con costos fijos por producto	
$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos totales}}{\text{Precio de venta} - \text{costos variables}}$ $= \frac{¢64,000}{¢2,120 - ¢1,493.2613}$	
$\text{Punto de equilibrio} = \frac{¢64,000}{¢626.7387} = 102.1159$ <p style="text-align: center;"><i>≈ 102 kilogramos de queso tierno</i></p>	
Punto de equilibrio con costos fijos por línea	
$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos totales}}{\text{Precio de venta} - \text{costos variables}}$ $= \frac{¢93,705}{¢2,120 - ¢1,493.2613}$	
$\text{Punto de equilibrio} = \frac{¢93,705}{¢626.7387} = 149.5121$ <p style="text-align: center;"><i>≈ 149 kilogramos de queso tierno</i></p>	

Fuente: Melina Abarca

En la Tabla 11 Cálculo de punto de equilibrio se decide redondear hacia abajo, debido a que los decimales no se encuentran tan cercanos a uno, a continuación se procede a utilizar ambos resultados como cantidad necesaria a vender para llegar a este punto, y con la ecuación de la recta obtenida en el Figura 44 Gráfico comparativo de la oferta demanda del queso tierno ($y = -115.14x + 14,095$) donde X corresponde al mes donde no se obtendrán ganancias ni pérdidas y Y corresponde a los kilogramos que se van a vender en ese mes.

Tabla 12 Cálculo del punto de equilibrio en meses

Cálculo del punto de equilibrio en meses	
Punto de equilibrio con 102 kilogramos de queso a vender	
$y = -115.14x + 14,095$	
$\frac{102 - 14,095}{-115.14} = x = \frac{-13,993}{-115.14} = 121.53 \approx 121 \text{ meses}$	
Punto de equilibrio con 149 kilogramos de queso a vender	
$y = -115.14x + 14,095$	
$\frac{149 - 14,095}{-115.14} = x = \frac{-13,946}{-115.14} = 121.12 \approx 121 \text{ meses}$	

Fuente: Melina Abarca

En la tabla anterior se obtiene la misma cantidad de meses para llegar al punto de equilibrio para ambos escenarios presentados; sin embargo, se obtiene un resultado de 121 meses, de los cuales al finalizar el año 2017 ya habían transcurrido quince, lo que equivale a casi nueve años $\left(\frac{[121 \text{ meses} - 15 \text{ meses (ya transcurridos)]}{12 \text{ meses} \times \text{año}}\right) = 8.83 \approx 9 \text{ años}$) de tiempo para revertir la tendencia y evitar el cierre de la empresa.

Se finaliza el análisis del queso tierno con los siguientes enunciados encontrados en este primer análisis:

- El queso cuenta con un total de ocho variaciones de recetas.

- El principal cuello de botella del proceso consiste en pasteurización, a pesar de que uno de los reposos del queso dure más tiempo, este cuenta con la ventaja de poder hacer dos reposos al mismo tiempo.
- Se está utilizando un 61% de la capacidad dedicada a queso tierno y un 36.5% de la capacidad total de la línea.
- El producto cuenta con una tendencia negativa, que se pronostica que llegue al punto de equilibrio en casi 9 años.
- La planta debe crear un plan de acción para revertir esta tendencia.

Seguidamente se continúa con el análisis del queso semiduro, donde se conocerán los mismos puntos del queso tierno; así como el proceso productivo, los requerimientos de recursos y materiales, el detalle de la oferta y demanda y sus capacidades.

Queso semiduro

La Tabla 4 Clasificación de quesos en Lácteos el Quetzal, detalla el 24% de la producción del área acaparado por el queso semiduro, con este queso y el anteriormente analizado, se alcanza un 84% de la producción del área. Debido a su naturaleza como producto fresco se mantiene poco inventario, la principal diferencia radica en que 2,540 kilogramos de sus ventas mensuales son producidas para un contrato que se encuentra en vigencia desde hace tres años. La demanda restante corresponde a otros clientes que desean llevar el producto.

Este queso es adquirido principalmente para su consumo frito, motivo por el cual la empresa solo cuenta con una receta que ha funcionado para este propósito. A continuación, se detallan los requerimientos para la producción del queso semiduro.

Requerimiento de materiales e insumos

Igual que el queso tierno, este es compuesto por una mezcla de leche entera y leche descremada, toda de origen vacuno y pasteurizada. La única receta está conformada por las siguientes cantidades de leche:

- 1200 litros totales: 700 litros de leche entera y 500 litros de leche descremada.

Debido a que se utiliza el mismo equipo para todos los quesos de la planta; el límite de leche a trabajar se encuentra en 1200 litros, lo que varía en este producto es que su resultado es mucho más seco, con menor volumen y más salado que el queso tierno. Lo que aumenta su costo por kilogramo. El requerimiento de materiales se detalla en la siguiente figura.

Figura 47 Requerimiento de materiales para el Queso semiduro

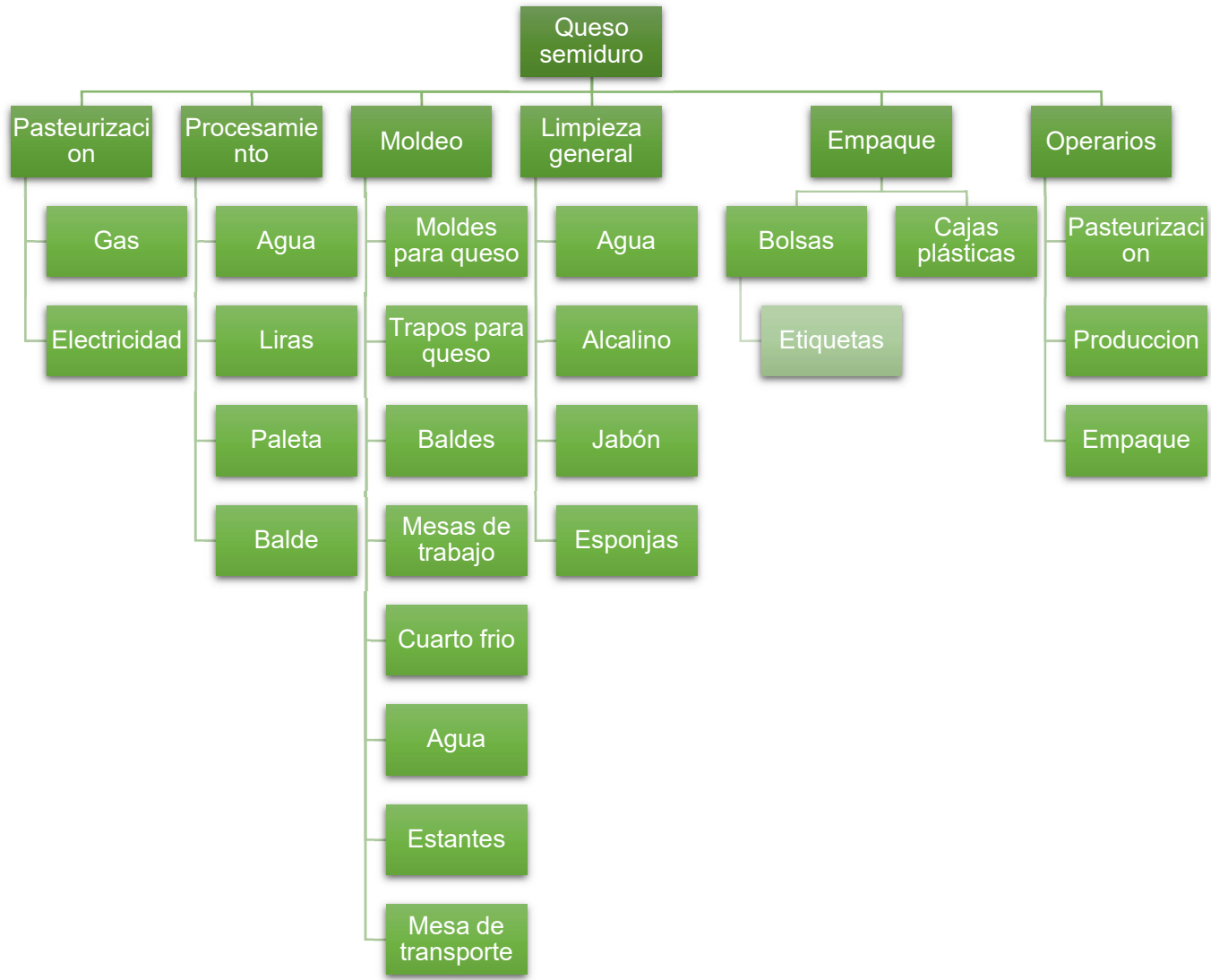


Fuente: Lácteos el Quetzal

Lo primero para considerar en la Figura 47 Requerimiento de materiales para el Queso semiduro, corresponde a la menor cantidad de kilogramos que se obtiene en una tanda con ingredientes similares al queso tierno; esto se debe a una diferencia en el proceso de paleteo y liras que genera un producto más seco y compacto. Seguidamente se denota que nuevamente se obtiene suero de leche como subproducto, este tampoco es utilizado y lleva el mismo tratamiento que se mencionó con anterioridad.

Este producto lleva una cantidad mayor de sal, sin cambiar las cantidades de los demás componentes. El queso semiduro se produce en dos presentaciones distintas; una de 7 kilogramos y otra de 4 kilogramos, la primera corresponde al producto adquirido mediante contrato, la segunda es para los demás clientes que deseen adquirir el producto. A continuación, en la siguiente página se detallan los recursos utilizados para la creación de este producto.

Figura 48 Requerimiento de insumos para el Queso semiduro



Fuente: Lácteos el Quetzal

En la Figura 48 Requerimiento de insumos para el Queso semiduro, los materiales y recursos utilizados se repiten nuevamente con el queso anterior, esto se debe a que ambos quesos son frescos y además producidos en la misma línea.

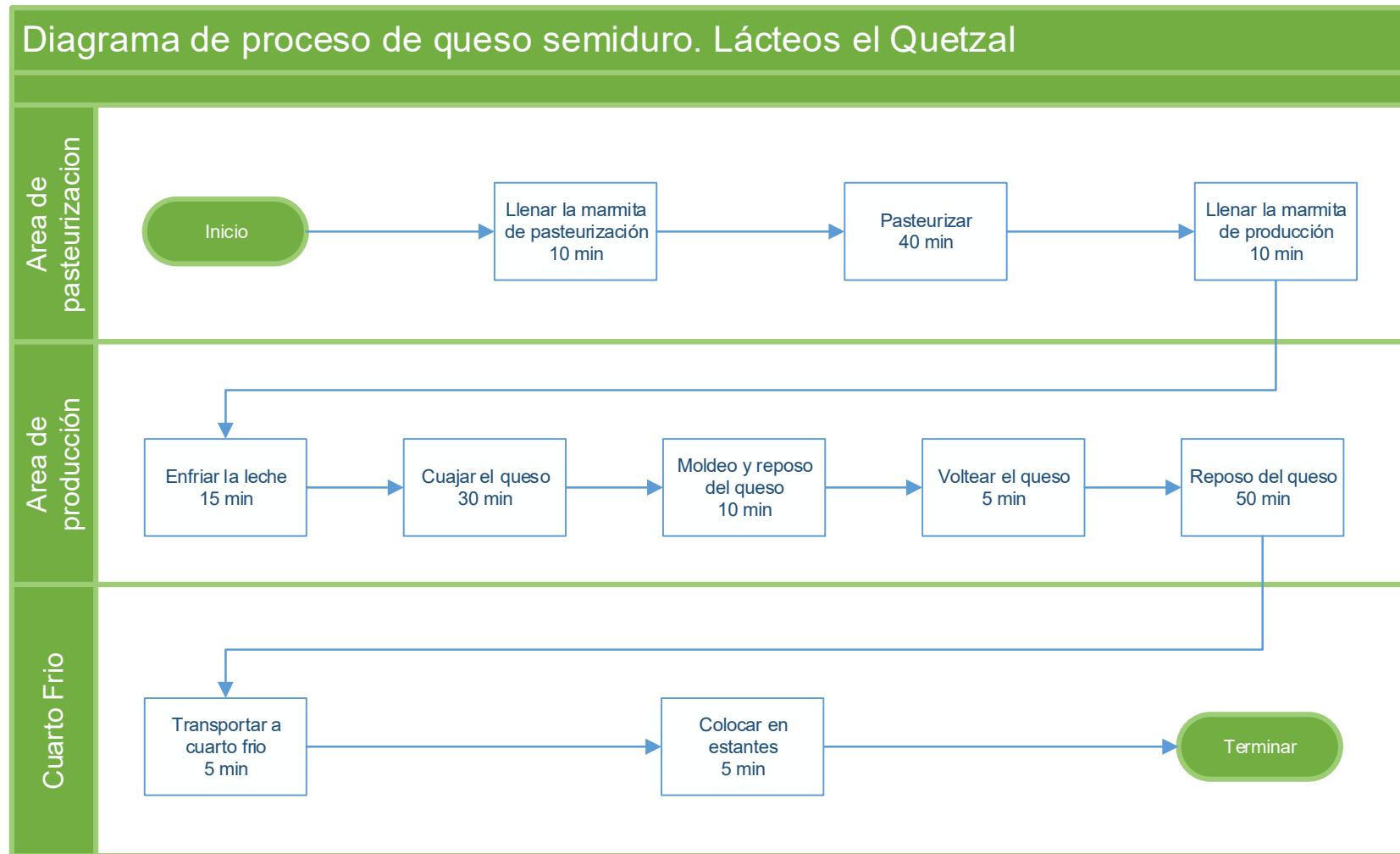
Se continúan los supuestos anteriores donde la leche ya se encuentra descremada y en la marmita de pasteurización. Se continúa el procesamiento, moldeo y finaliza con empaque donde ya se prepara para entregar al cliente.

Proceso productivo

El proceso de producción del queso semiduro cuenta con una duración de tres horas e igualmente se tiene la cualidad de poder producir dos tandas en 3.5 horas, manteniendo como cuello de botella la pasteurización del producto, de la misma manera que se mantuvo con el queso tierno y como es posible que se mantenga con otros quesos producidos en la línea. Cabe recalcar que este dato de tiempo del proceso fue otorgado por la empresa y es el utilizado en el proceso de planeación de la producción diaria.

En la siguiente página se presenta el diagrama de proceso donde se muestran los tiempos establecidos por operación.

Figura 49 Diagrama de proceso de queso semiduro



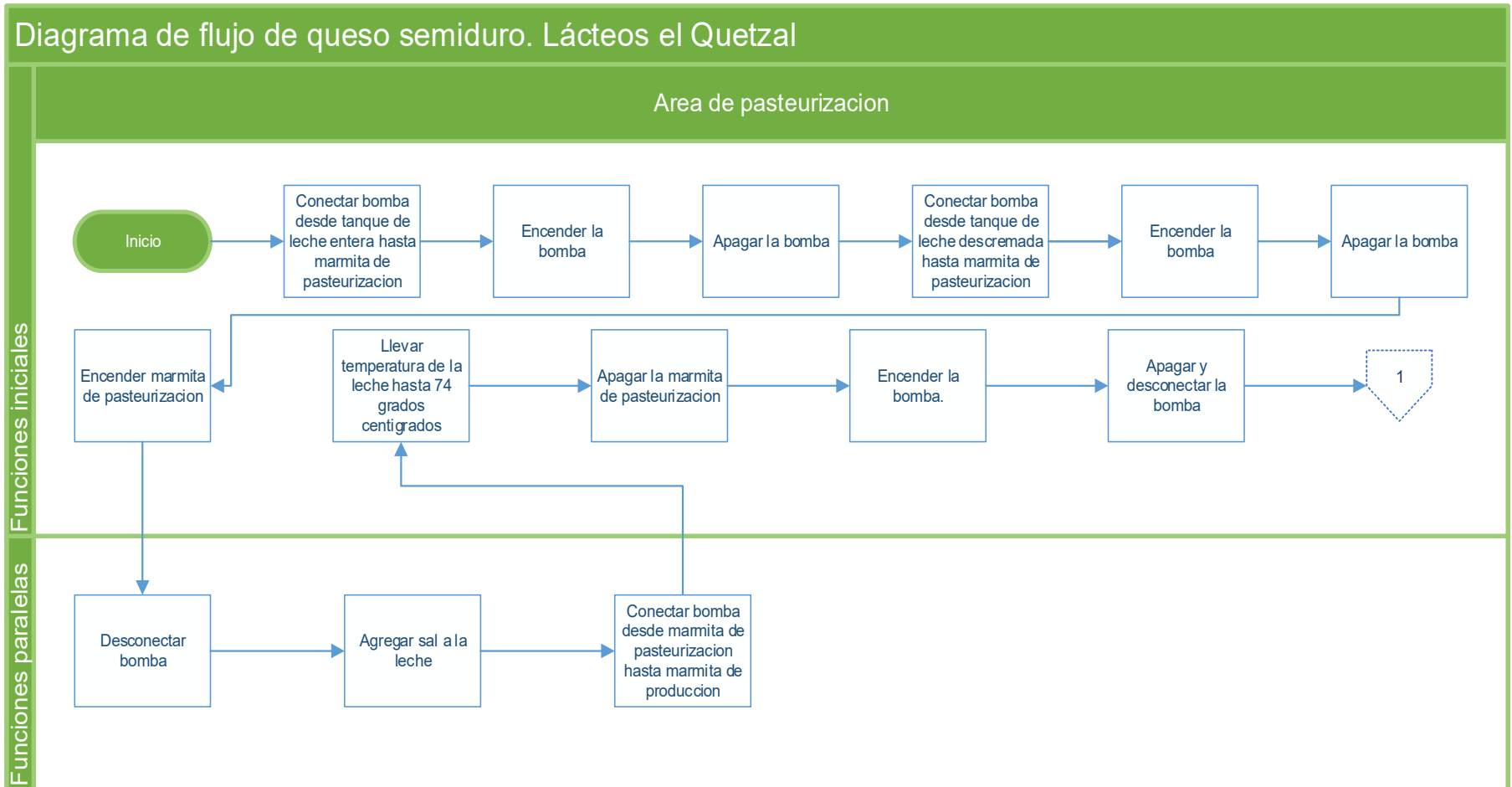
Fuente: Melina Abarca

En la Figura 49 Diagrama de proceso de queso semiduro, se muestra un diagrama de proceso igual al de queso tierno, esto se debe a que en esencia los procedimientos generales de los quesos no varían, sus diferencias se denotan cuando se llega al momento de la lira, el paleteo y el desuerado, aunque los tiempos totales se mantienen sin variación.

El queso semiduro igualmente se pasteuriza a 74 grados centígrados y se enfría primero a 45 grados centígrados para agregar el calcio y posteriormente a 35 grados centígrados donde se adiciona el cuajo y se deja reposar la cuajada. Cuando finaliza el tiempo de reposo, se pasan las liras y se desuera para proceder con el moldeo del producto. Este queso igualmente lleva un tiempo de reposo dentro de los moldes y es almacenado en el cuarto frío hasta su venta.

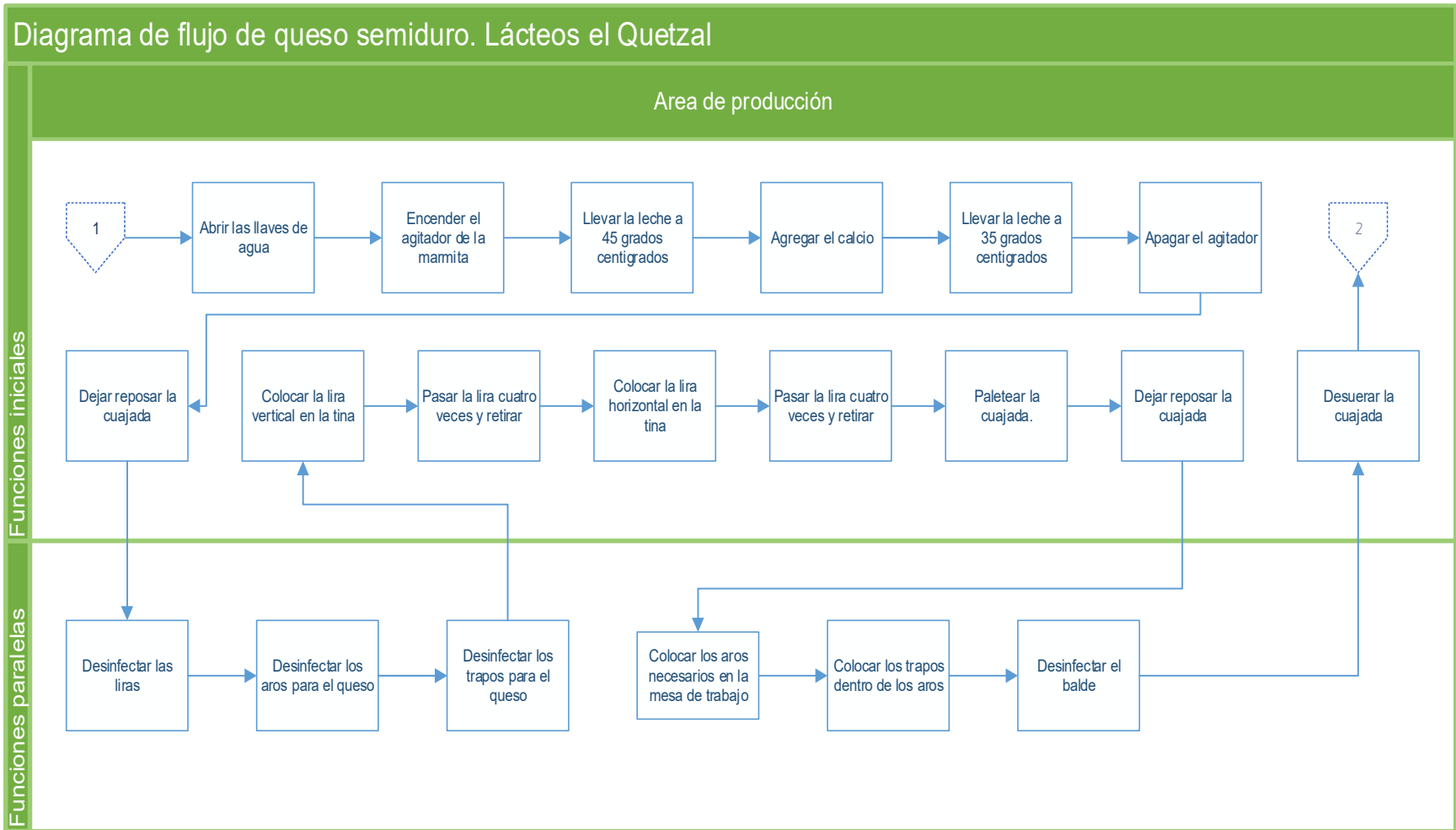
A continuación; se muestra el diagrama de flujo del queso semiduro, el cual se encuentra ordenado por área donde se realiza y por función que sucede de forma paralela

Figura 50 Diagrama de flujo de queso semiduro



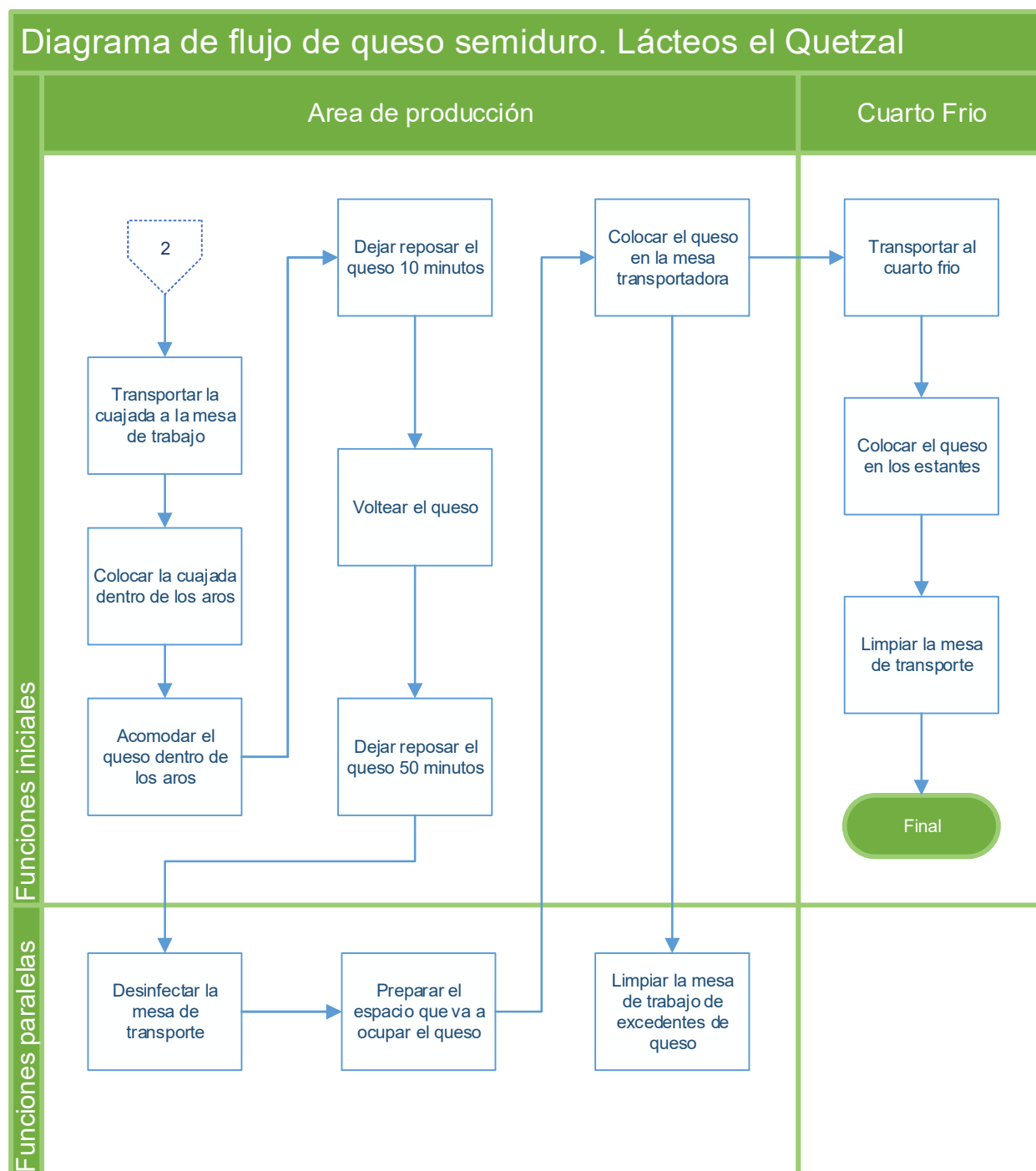
Fuente: Melina Abarca

Figura 51 Diagrama de flujo de queso semiduro



Fuente: Melina Abarca

Figura 52 Diagrama de flujo de queso semiduro



Fuente: Melina Abarca

La Figura 50 Diagrama de flujo de queso semiduro, describe un inicio de proceso similar al queso tierno, con la variante de que no se le agrega leche en polvo al producto, igualmente se trabaja bajo una serie de supuestos iniciales que garantizan un flujo del proceso:

- Los operarios conocen la receta y saben la presentación que se va a procesar.
- La leche se encuentra descremada.
- La marmita de pasteurización fue previamente desinfectada y se encuentra lista para ser usada, igualmente las marmitas de producción.
- Los materiales a utilizar como la sal, cuajo y calcio, se encuentran medidos y colocados cerca del lugar de trabajo.

Los supuestos anteriores son base para los diagramas de flujo del proceso del queso semiduro. La Figura 50 Diagrama de flujo de queso semiduro, establece las funciones dentro del área de pasteurización y las actividades paralelas a la principal; cabe destacar que esta área es operada por una persona y la intervención de otros operarios es mínima. Nuevamente gran parte de las actividades del área consisten en desconectar y conectar mangueras o bombas, y pocas consisten en llenar las marmitas con la leche correspondiente. Este operario termina su involucramiento con el proceso al enviar la leche pasteurizada a la marmita de producción, de la misma manera que acabó en el proceso de queso tierno.

Luego de terminar la pasteurización, procede a iniciar nuevamente el proceso según la programación diaria, al finalizar estas tareas debe continuar con el descremado de leche para las tandas del día siguiente.

En la Figura 51 Diagrama de flujo de queso semiduro, se detallan las actividades de los operarios de producción de quesos. Es importante recalcar que la gran diferencia de este queso respecto del anterior, se encuentra en lo siguiente:

- Las liras se pasan cuatro veces por cada lado. Esto genera que la borona del queso quede más firme y mantenga menor cantidad de suero en su interior.
- El paleteo se realiza con mayor velocidad que en el queso tierno. Al pasar la paleta de manera más agresiva se rompe más la borona y se elimina gran parte del suero que estaba absorbiendo.

Estas dos diferencias originan un queso con menos volumen y más seco, cualidades apreciadas en este producto.

Finalmente, se presenta la Figura 52 Diagrama de flujo de queso semiduro, que detalla el proceso final que conlleva este queso. Se trabaja con la serie de supuestos mencionados en el queso tierno, los cuales son los siguientes:

- El cuarto frío ya tiene desinfectado y listo el área de almacenamiento del queso semiduro.
- Los moldes necesarios para la tanda de queso ya fueron colocados en la mesa de moldeo.
- Los excedentes de queso fuera de los moldes son colocados de vuelta en estos.
- Mientras el queso se encuentra en reposo, los operarios realizan una limpieza general para recibir la siguiente tanda.

Bajo esta forma de trabajo, se garantiza la correcta finalización del producto y se completa el ciclo productivo del queso semiduro. Debido a que el queso semiduro cuenta con los mismos componentes que el queso tierno, no se va a realizar una nueva cadena de valor, y en cambio se va a trabajar según la información indicada en la Figura 43 Cadena de valor del queso tierno.

La empresa no ha generado indicadores para ninguno de los dos quesos, tampoco ha identificado las necesidades de los clientes (interno y externo) que influyen en el desarrollo del producto. Sí considera los componentes necesarios para lograr los objetivos actuales del proceso; como temperaturas específicas y tiempos de reposo o actividad. Los puntos marcados en rojo también van a ser trabajados en el queso semiduro, con el fin de establecer indicadores reales que midan el nivel de cumplimiento del proceso.

A continuación, se presenta el último apartado del análisis del proceso productivo actual del queso semiduro, el cual corresponde al detalle de la capacidad teórica o instalada de la empresa dedicada a este producto.

Capacidad teórica de la producción de queso semiduro

Se conoce que la empresa produce una tanda de queso semiduro cada tres horas y en treinta minutos más puede obtener una segunda tanda; se consideran estos hechos como base para obtener la capacidad instalada de la planta.

Primeramente, se consideran los días laborales y horarios de trabajo detallados anteriormente en la Tabla 6 Jornada de trabajo Lácteos el Quetzal, dado que son los mismos operarios implicados en este proceso, se vuelven a considerar los tiempos anteriores y no se incluyen tiempos improductivos, el cálculo del total de la capacidad instalada para queso semiduro quedaría de la siguiente manera:

- Tiempo total disponible: 66 horas semanales
- Porcentaje de línea ocupado por el queso semiduro según Tabla 4 Clasificación de quesos en Lácteos el Quetzal: 24%
- Tiempo disponible para queso semiduro: $66 \text{ horas} * 24 \% = 15.84 \text{ horas} = 15 \text{ horas y } 50 \text{ minutos}$. Se decide mantener los decimales sin redondeo en este paso, se redondeará hasta el cálculo de tandas realizadas por mes.

Se mantiene un promedio de 4.33 semanas por mes, lo que genera una disponibilidad de 68.5872 horas mensuales para este tipo de queso. Seguidamente se calcula la capacidad instalada de la empresa:

- Horas disponibles por mes: 68.5872 horas
- Tiempo para realizar dos tandas de queso semiduro: 3.5 horas

$$\begin{aligned} \text{Capacidad instalada de la empresa} &= \frac{68.5872 \text{ horas disponibles por mes}}{3.5 \text{ horas necesarias por dos tandas}} \\ &= 19.5963 * 2 \text{ (tandas realizadas)} = 39.1926 \approx 39 \text{ tandas por mes} \end{aligned}$$

Se redondea a 39 tandas considerando un margen que permita reaccionar ante la cambiante demanda de los productos lácteos y además mantener un tiempo que pueda generar algún imprevisto no controlable por la empresa. A continuación, se calcula la capacidad instalada real de la empresa, considerando el total de horas disponibles en la línea de producción, nuevamente se procede a redondear hasta el resultado de las tandas obtenidas por mes.

- Horas disponibles por semana: 66 horas
- Semanas del mes: 4.33 semanas
- Horas disponibles por mes: $66 * 4.33 = 285.78 \text{ horas}$.
- Tiempo para realizar dos tandas de queso tierno: 3.5 horas

$$\begin{aligned} \text{Capacidad instalada de la empresa} &= \frac{285.78 \text{ horas disponibles por mes}}{3.5 \text{ horas necesarias por dos tandas}} \\ &= 81.6514 * 2 \text{ (tandas realizadas)} = 163.3028 \approx 163 \text{ tandas por mes} \end{aligned}$$

A diferencia del queso tierno, este queso cuenta con una única receta que produce un promedio de 195 kilogramos por tanda, por lo que se utiliza este dato para el cálculo de las distintas capacidades. A continuación, se detalla la capacidad teórica de la empresa expresada en kilogramos de producto.

Tabla 13 Cálculo de capacidad instalada para el queso semiduro

Cálculo de capacidad instalada para el queso semiduro			
Detalle	Cantidad de tandas que se pueden realizar por mes	Kilogramos obtenidos por tanda de queso	Capacidad instalada en kilogramos de queso
Capacidad instalada total en el área de producción de quesos	163 tandas	195 kilogramos	$163 * 195 = 31,785 \text{ kg}$
Capacidad instalada dedicada a la producción de queso semiduro	39 tandas	195 kilogramos	$39 * 195 = 7,605 \text{ kg}$

Fuente: Melina Abarca

Según la Tabla 13 Cálculo de capacidad instalada para el queso semiduro, se utiliza un 24% de la capacidad instalada de la línea como fue detallado en la Tabla 4 Clasificación de quesos en Lácteos el Quetzal ($\frac{7,605}{31,785} = 0.2392 \approx 24\%$), se comprueba que la capacidad instalada que se usa en la producción de queso semiduro es el 24% de la línea. A partir de estos datos obtenidos se inicia el análisis de la oferta y demanda de este producto.

Análisis de oferta y demanda del producto

A continuación, se detalla la tabla de oferta y demanda del queso semiduro, inicialmente se presentan los datos totales donde se consideran las ventas totales de este producto, seguidamente se separará la demanda pronosticable de la no pronosticable (ventas fijas), con el fin de establecer el comportamiento que presenta la demanda en los datos de la empresa, nuevamente los datos se encuentran limitados por la poca información disponible. En la siguiente página se muestra la tabla comparativa de la oferta y demanda del queso semiduro desde octubre del 2016 hasta diciembre del 2017.

Tabla 14 Tabla de datos de oferta demanda del queso semiduro

Tabla de oferta – demanda de queso semiduro Lácteos el Quetzal		
Octubre 2016 – Diciembre 2017		
Periodo	Demanda en kilogramos	Oferta en kilogramos
2016		
Octubre	3543.35	3691.63
Noviembre	4602.84	5083.16
Diciembre	4673.17	4908.61
2017		
Enero	4392.88	4126.95
Febrero	4069.57	4207.52
Marzo	4525.78	4480.61
Abril	4008	4406.59
Mayo	4093.01	4860.97
Junio	4366.82	4276
Julio	4102.81	4084
Agosto	4042.65	4472
Septiembre	4081.97	4468
Octubre	3687.12	3692
Noviembre	4212.27	4276
Diciembre	4555.2	4886
Total general	62957.44	65920.04

Fuente: Melina Abarca

Tabla 15 Tabla de datos de demanda del queso semiduro

Tabla de demanda de queso semiduro Lácteos el Quetzal		
Octubre 2016 – diciembre 2017. Datos en kilogramos		
Periodo	Demanda pronosticable Ventas	Demanda no pronosticable Ventas por contrato
2016		
Octubre	1003.35	2540
Noviembre	2062.84	2540
Diciembre	2133.17	2540
2017		
Enero	1852.88	2540
Febrero	1529.57	2540
Marzo	1985.78	2540
Abril	1468	2540
Mayo	1553.01	2540
Junio	1826.82	2540
Julio	1562.81	2540
Agosto	1502.65	2540
Septiembre	1541.97	2540
Octubre	1147.12	2540
Noviembre	1672.27	2540
Diciembre	2015.2	2540
Total general	24857.44	38100

Fuente: Melina Abarca

En la Tabla 14 Tabla de datos de oferta demanda del queso se muestran en kilogramos los datos mensuales de oferta y demanda del producto, de manera agregada. En la siguiente tabla se detalla la demanda desagregada para el mismo producto, donde se puede apreciar la demanda pronosticable del queso semiduro. Al contar con este contrato establecido de ventas mensuales, ha registrado un faltante de 100 kilogramos de queso en el periodo 2017 debido a poca oferta del producto, esta se debe a una mala planeación de la producción según la cambiante demanda de la planta.

Se procede a obtener la capacidad requerida de producto (promedio de la demanda) y la capacidad utilizada (promedio de la oferta), mediante el promedio de los datos presentados en la Tabla 14 Tabla de datos de oferta demanda del queso semiduro, de los cuales se obtienen los siguientes resultados:

$$\text{Capacidad requerida} = \frac{62,957.44 \text{ (total de demanda)}}{15 \text{ (cantidad de datos)}} = 4,197.16$$

$$\approx 4,197 \text{ kilogramos de queso}$$

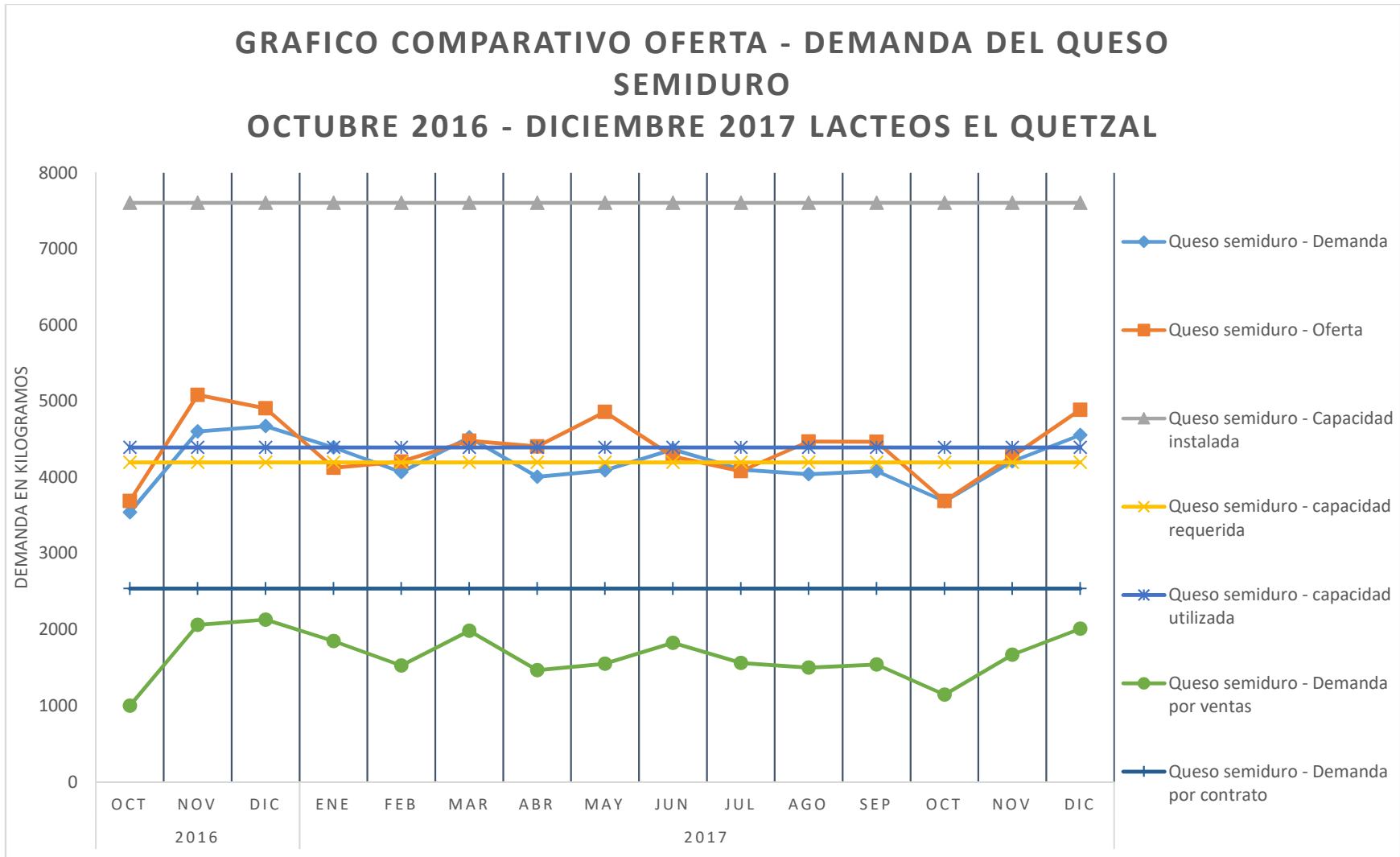
$$\text{Capacidad utilizada} = \frac{65,920.04 \text{ (total de oferta)}}{15 \text{ (cantidad de datos)}} = 4,394.67$$

$$\approx 4,394 \text{ kilogramos de queso}$$

Con estos datos se concluye que está generando una sobreoferta en promedio de 197 kilogramos de queso semiduro, se puede asumir nuevamente que se compensa en los meses donde aumenta la demanda. Igualmente, se está utilizando un 57.78 % $\left(\frac{4,394 \text{ capacidad utilizada}}{7,605 \text{ capacidad instalada en la línea}}\right)$ de la capacidad instalada de la línea y un 13.82% $\left(\frac{4,394 \text{ capacidad utilizada}}{31,785 \text{ capacidad instalada total}}\right)$ de la capacidad instalada total.

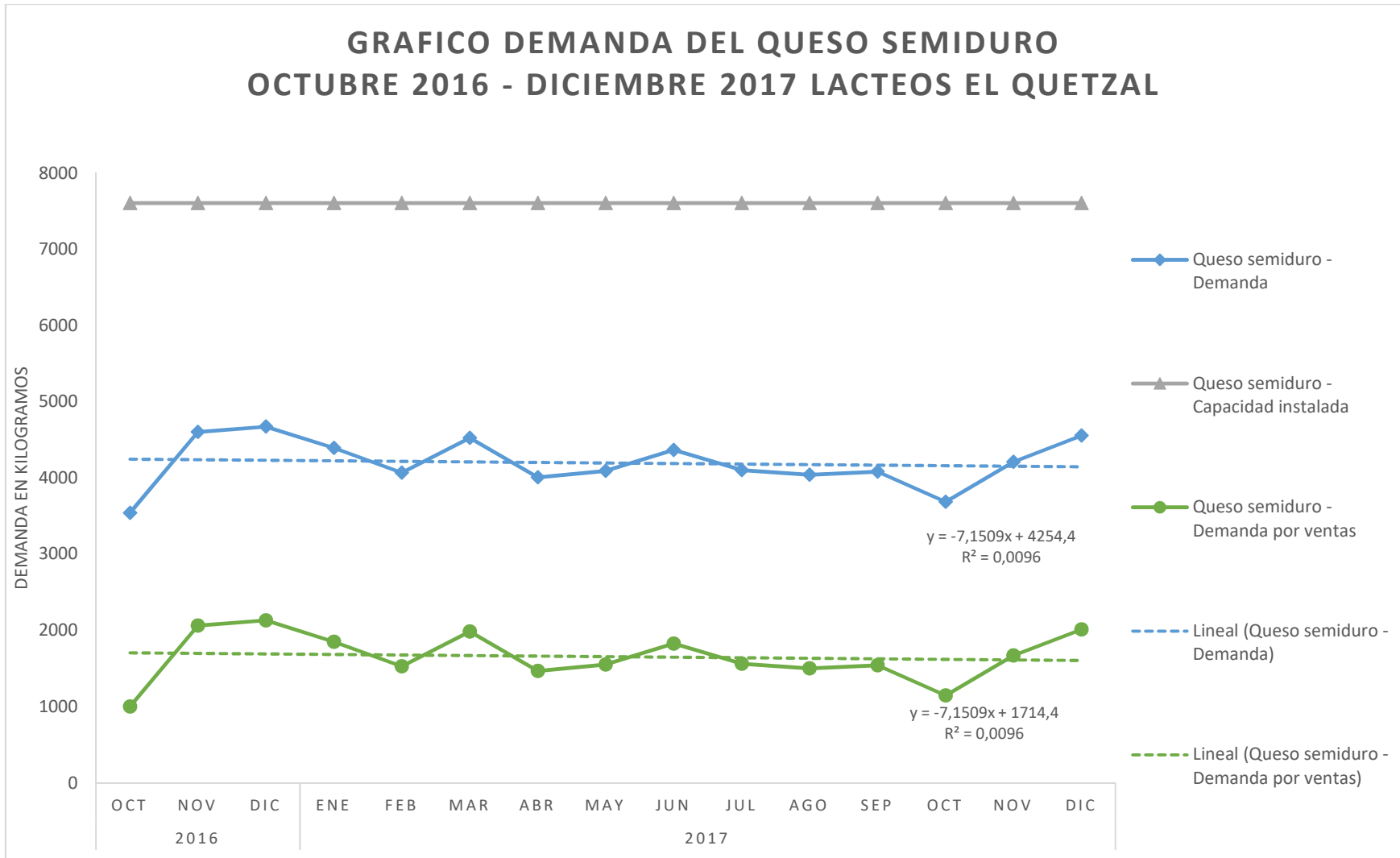
En el siguiente gráfico se detalla visualmente la oferta y demanda percibida, además de las capacidades calculadas anteriormente y la línea de la tendencia para la demanda agregada y desagregada.

Figura 53 Gráfico comparativo de la oferta demanda del queso semiduro



Fuente: Melina Abarca

Figura 54 Gráfico demanda del queso semiduro



Fuente: Melina Abarca

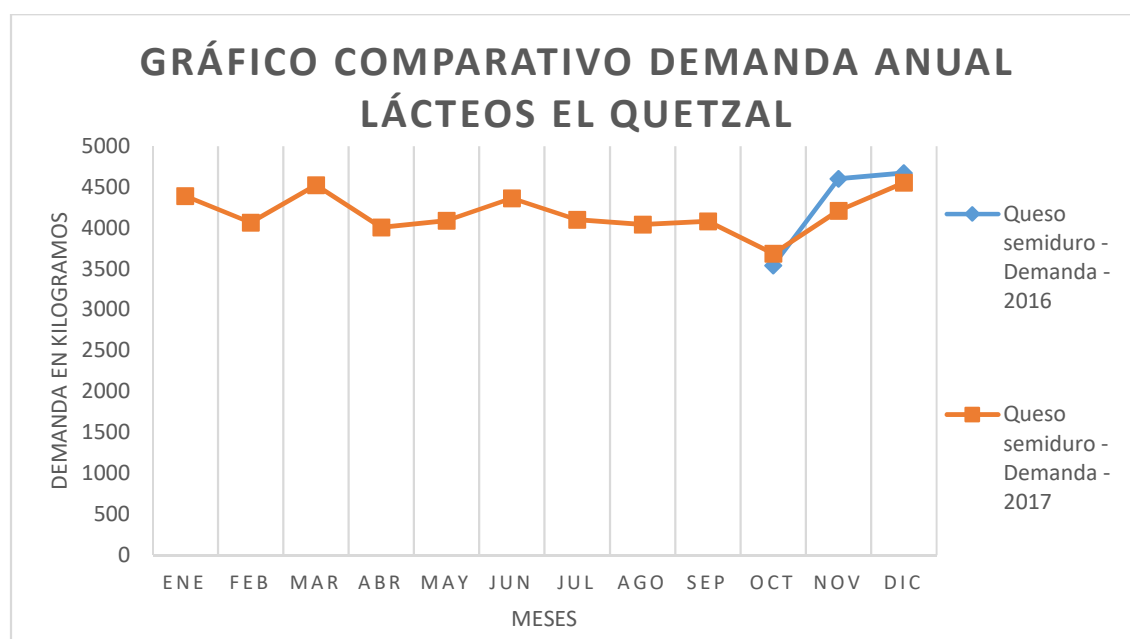
La Figura 53 Gráfico comparativo de la oferta demanda del queso semiduro, detalla la demanda agregada de queso semiduro así como la misma de forma desagregada; donde se puede observar con detalle el movimiento de las ventas; a diferencia del queso tierno, el queso semiduro no presenta una estacionalidad marcada durante un año.

La figura anteriormente mencionada, muestra las distintas capacidades del producto y se denota cómo la capacidad utilizada y requerida se encuentra cerca de las líneas de oferta y demanda, lo que establece que los picos pueden ser cubiertos por las capacidades obtenidas.

En la Figura 54 Gráfico demanda del queso semiduro, se observa la línea de tendencia agregada y desagregada del mismo producto; como una parte de la demanda se encuentra comprometida, ambas disminuyen la misma cantidad de kilogramos por periodo; lo que presenta nuevamente una tendencia negativa de la demanda según esta información, igualmente se debe contrarrestar este movimiento del producto, pero al restarse tan pocos puntos por mes, el plan de acción no es tan urgente como se presentó en el queso tierno.

El siguiente gráfico detalla la demanda agregada del queso semiduro; donde se puede observar el comportamiento que han tenido los periodos detallados en la Tabla 15 Tabla de datos de demanda del queso semiduro.

Figura 55 Gráfico comparativo demanda anual de queso semiduro



Fuente: Melina Abarca

En la Figura 55 Gráfico comparativo demanda anual de queso semiduro, se establece que el último trimestre del 2016 tuvo un movimiento exponencial hacia arriba y este se puede observar nuevamente en el año 2017; sin embargo, según la Tabla 15 Tabla de datos de demanda del queso semiduro, durante el último trimestre presentado hubo una disminución acumulada de 364.77 kilogramos en la demanda del producto respecto al año anterior, este dato confirma la tendencia negativa que presenta el producto y la importancia de tomar acciones que contrarresten esta realidad, para tener una mayor claridad de la cantidad mínima que debe vender la empresa para cubrir los gastos del producto, se continúa con el análisis del punto de equilibrio del queso semiduro.

Inicialmente se deben detallar y clasificar los costos incurridos en la línea de producción. Nuevamente se trabaja con información otorgada por la empresa, y para efectos de exactitud en uso interno de esta, se establecerá en el diseño de la propuesta el cálculo donde puedan realizar los ajustes necesarios y obtener información más certera.

Tanto en este queso como en el anterior, se realizan dos puntos de equilibrio; uno según el porcentaje de producción que ocupa el producto y otro en el caso de que el queso semiduro abarque la totalidad de la línea de quesos, no se considera un tercer dato con el total de costos fijos incurridos por mes, dado que la diversificación de productos que mantiene la empresa ayuda a diluir este rubro entre las diferentes líneas de producto, alejando la intersección del punto en el tiempo. A continuación, se presenta el desglose de los costos incurridos en el queso semiduro.

Tabla 16 Costos del queso semiduro

Detalle	Monto
Costos fijo totales por línea	¢93,705
Costos fijos totales por producto	¢22,8270
Costos fijos por kilogramo	¢5.10
Costos variables por kilogramo	¢1,683.07
Precio de venta	¢2,400
Margen	¢711.83

Fuente: Melina Abarca

Los insumos críticos del queso semiduro se detallan en la siguiente tabla, que toma como base la información inicial de la Tabla 16 Costos del queso semiduro. Esta siguiente información es clave para la competencia por precio del producto, y establece los datos necesarios que deben ser atendidos en orden de desear disminuir los costos de producción.

Tabla 17 Desglose de costos variables del queso semiduro

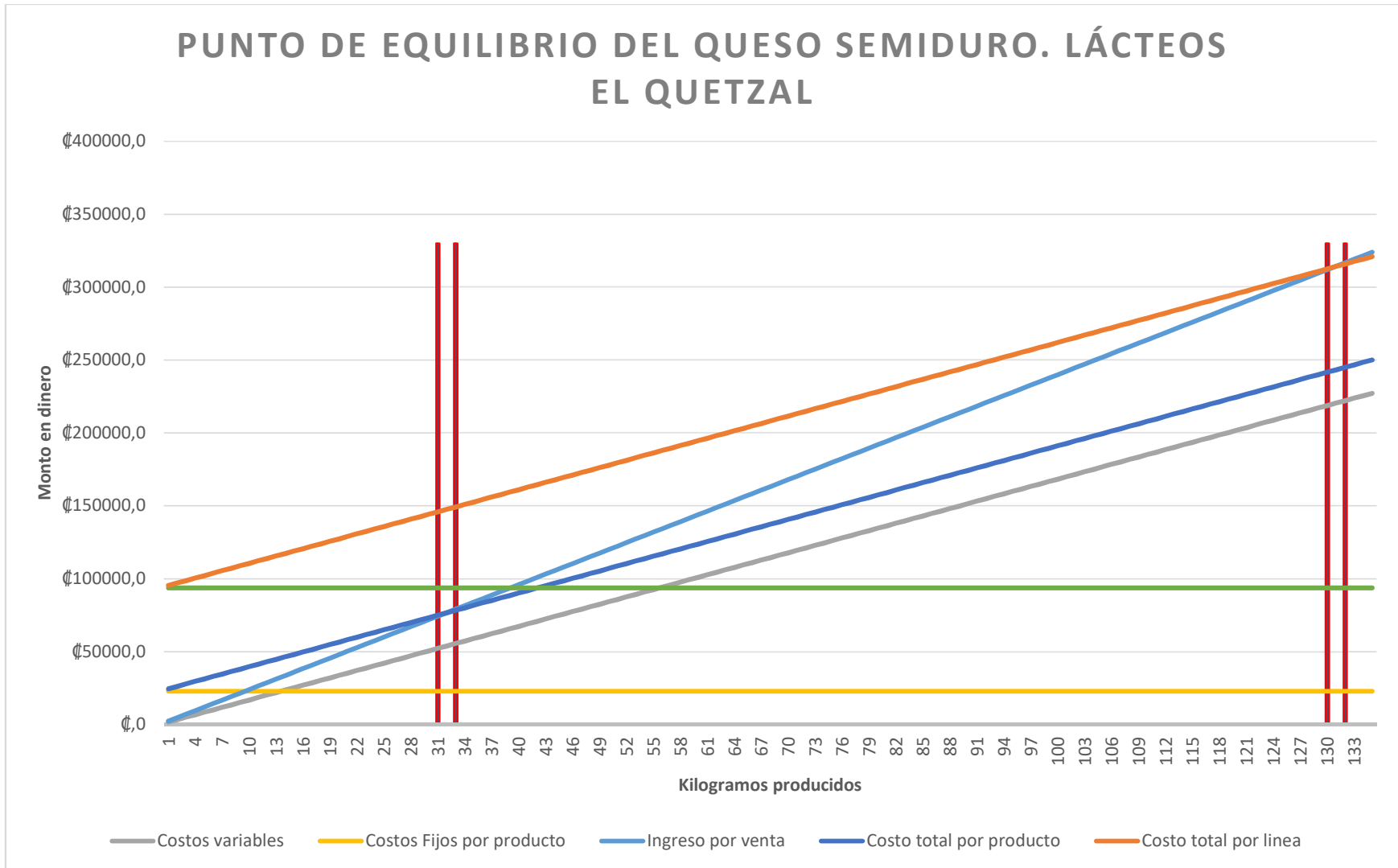
Detalle del costo variable	Monto	Porcentaje
Leche entera	¢1,081.84	64%
Leche descremada	¢466.42	28%
Otros materiales	¢60.12	4%
Mano de obra directa	¢48.17	3%
Otros costos variables	¢26.53	2%
Total	¢1,493.2613	100%

Fuente Melina Abarca

En la Tabla 17 Desglose de costos variables del queso semiduro, se denota que el 92% de los costos variables se encuentran ocupados por la mezcla de leche entera y descremada, mientras que el siguiente 4% se encuentra conformado por los materiales para realizar este producto, esto se debe que la cantidad de kilogramos obtenidos por tanda, son muy pocos y se deben incurrir en más tandas para poder obtener una mayor cantidad de producto, mientras que los demás costos que afectan el producto se ven diluidos en las distintas tandas de la línea de producción.

Los insumos críticos obtenidos, se tomarán en cuenta para las recomendaciones a la empresa. Continuando con la Tabla 16 Costos del queso semiduro, se procede a realizar el análisis del punto de equilibrio mediante el método gráfico y la fórmula correspondiente. En la siguiente página se detalla el primer análisis del punto de equilibrio.

Figura 56 Gráfico del punto de equilibrio del queso semiduro



Fuente: Melina Abarca

En la Figura 56 Gráfico del punto de equilibrio del queso semiduro, se representan visualmente los datos obtenidos en el Anexo 2 Cálculo de punto de equilibrio del queso semiduro

Tabla 46 Cálculo de punto de equilibrio del queso semiduro, en los anexos se puede observar que el punto de equilibrio con los costos fijos diluidos en la línea de producción, se encuentra aproximadamente en 33 kilogramos, mientras que si los costos son absorbidos en su totalidad por el queso semiduro, se deben vender aproximadamente 131 kilogramos por mes para cubrir los costos y no obtener pérdida, las líneas rojas representan los límites aproximados de los puntos mencionados. Para confirmar estos datos se procede a realizar el cálculo de la cantidad mediante la fórmula de punto de equilibrio.

Tabla 18 Cálculo de punto de equilibrio

Cálculo de punto de equilibrio	
Punto de equilibrio con costos fijos por producto	
$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos totales}}{\text{Precio de venta} - \text{costos variables}}$ $= \frac{\text{¢64,000}}{\text{¢2,400} - \text{¢1,683.07}}$	
$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{¢64,000}}{\text{¢716.93}} = 89.2695$ $\approx 89 \text{ kilogramos de queso semiduro}$	
Punto de equilibrio con costos fijos por línea	
$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos totales}}{\text{Precio de venta} - \text{costos variables}}$ $= \frac{\text{¢93,705}}{\text{¢2,400} - \text{¢1,683.07}}$	
$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{¢93,705}}{\text{¢716.93}} = 130.7031$ $\approx 130 \text{ kilogramos de queso semiduro}$	

Fuente: Melina Abarca

La tabla anterior establece un punto de equilibrio distinto al observado en el gráfico correspondiente a los costos totales por producto. Con la fórmula anterior se obtiene que se deben vender 89 kilogramos de queso semiduro para llegar a este punto; debido a la importancia de este punto, se decide utilizar ambos resultados obtenidos en la fórmula, cabe destacar que el resultado obtenido en los costos totales por línea es muy similar en ambos métodos.

Seguidamente se procede a utilizar los resultados obtenidos para despegar la ecuación de la recta obtenida en la Figura 54 Gráfico demanda del queso semiduro; se decide utilizar la siguiente fórmula, ambas fórmulas con el fin de conocer el tiempo para el total del producto y el tiempo para el queso semiduro de demanda pronosticable. En esta fórmula X corresponde al mes donde no se obtendrán ganancias ni pérdidas y Y a los kilogramos que se van a vender en ese mes.

Tabla 19 Cálculo del punto de equilibrio en meses

Cálculo del punto de equilibrio en meses	
Fórmula: $y = -7.1509x + 1714.4$	Fórmula: $y = -7.1509x + 4254.4$
Punto de equilibrio con 89 kilogramos de queso a vender	
$y = -7.1509x + 1714.4$	$y = -7.1509x + 4254.4$
$\frac{89 - 1714.4}{-7.1509} = x = \frac{-1625.4}{-7.1509} = 227.30$ $\approx 227 \text{ meses}$	$\frac{89 - 4254.4}{-7.1509} = x = \frac{-4165.4}{-7.1509} = 582.5$ $\approx 582 \text{ meses}$
Punto de equilibrio con 130 kilogramos de queso a vender	
$y = -7.1509x + 1714.4$	$y = -7.1509x + 4254.4$
$\frac{130 - 1714.4}{-7.1509} = x = \frac{-1584.4}{-7.1509} = 221.57$ $\approx 221 \text{ meses}$	$\frac{130 - 4254.4}{-7.1509} = x = \frac{-4124.4}{-7.1509}$ $= 576.77 \approx 576 \text{ meses}$

Fuente: Melina Abarca

En la tabla anterior se obtienen cuatro tiempos distintos para llegar al punto de equilibrio del queso semiduro, se considera el menor resultado (221 meses) como punto de equilibrio; debido a que es de suma importancia evitar llegar a este periodo, y el menor tiempo puede generar una pequeña holgura de tiempo que permita corregir la situación de mejor manera.

Se establece como plazo de tiempo 17 años $\left(\frac{[221 \text{ meses} - 15 \text{ meses (ya transcurridos)]}{12 \text{ meses} \times \text{año}}\right) = 17.17 \approx 17 \text{ años}$) para revertir esta tendencia; pero, se debe considerar que el contrato que se mantiene es de 2,540 kilogramos mensuales de queso y es por un periodo indefinido, lo que asegura que mientras se mantenga el contrato no se va a llegar a este punto, dado que el contrato es mayor al mínimo de kilogramos que se deben de vender para igualar los costos y los ingresos. De esta manera se obtiene a su vez más tiempo para que la empresa pueda generar un plan de acción detallado que revierta la tendencia presentada.

Los siguientes enunciados finalizan el análisis del queso semiduro en este primer análisis:

- La mayor parte de la demanda es ocupada por un contrato de venta fija.
- El proceso de pasteurización vuelve a aparecer como cuello de botella en el proceso de queso.
- Se está utilizando un 57.78% de la capacidad dedicada y un 13.82% de la capacidad total de la línea.
- El producto cuenta con una tendencia negativa, que se contrarresta con el contrato de venta del producto.

Con el queso semiduro se finaliza el análisis de la línea de producción de quesos, acumulando el 84% de la producción de esta. A continuación, se inicia el análisis del área de producción de líquidos.

Material de empaque del queso tierno y del queso semiduro

El empaque en el queso tierno y el queso semiduro se mantiene sin cambios; por lo tanto, se detallan los materiales utilizados en conjunto. Este consta de una parte principal y una secundaria. El principal punto de empaque consiste en una bolsa plástica con etiqueta que detalla el producto, antes de ser entregado al cliente es colocado en una caja plástica que almacena diferentes cantidades de producto o productos para luego ser despachados al área de ventas.

Las bolsas plásticas para el queso deben cumplir las siguientes condiciones:

- Deben aguantar el peso de un queso completo.
- Debe ser transparente.
- Tiene que tener colocada la etiqueta correspondiente.
- Debe haber una cantidad disponible para la totalidad de quesos a empacar.
- No puede tener aberturas que arriesguen el transporte del queso (una bolsa con una abertura mayor a 0.5 cm no se puede utilizar).

Los puntos anteriores determinan la calidad de la bolsa para el queso según las condiciones de la empresa. Actualmente la empresa mantiene dos rollos de bolsas (aproximadamente 10 kilogramos) como inventario mínimo, y el proveedor mantiene tres días hábiles como tiempo para entrega del producto. Las etiquetas utilizadas mantienen el mismo tiempo de entrega; pero en este caso, se mantiene un inventario de seguridad de 5000 unidades de etiquetas.

En las cajas plásticas utilizadas; la empresa mantiene una única característica que es primordial para su uso y aceptación:

- La caja plástica no puede estar rota en ninguna de sus paredes.

Este punto anterior se debe a que cualquier imperfección en la caja plástica (ya sea por uso o desperfecto de fábrica), puede afectar la inocuidad de los productos y su empaque. Considerando este punto; al operario que debe lavar las cajas le corresponde revisar el estado de cada una y separar las que no cumplan las características, para luego pedir la reposición de estas.

Debido a que las cajas plásticas son un recurso que la empresa reutiliza; no tiene definido una cantidad correspondiente a un inventario de seguridad; igualmente el proveedor mantiene dos días hábiles como tiempo de entrega. De igual manera; la rotación de cajas no es tan seguida, según la información otorgada por la empresa; se mantiene un promedio de seis meses para un cambio mayor de cajas (más de 20 cajas a la vez).

A continuación, se procede a detallar los productos a estudiar dentro del área de producción de líquidos:

Área de producción de líquidos

Esta área se compone principalmente de dos productos, y uno estacional. Para efectos de este proyecto, se va a hacer enfoque en los dos productos principales y en sus variaciones. El principal proceso de esta área es el de la producción de la natilla; el cual mantiene una gran rotación durante la semana, mientras que el segundo producto es el yogurt de diversos sabores, que tiene poca rotación durante un mes de trabajo. Al ser productos fermentados; el proceso tiene similitudes entre sí, especialmente el tiempo de fermentación y nuevamente la pasteurización.

Natilla

En la Tabla 5 Clasificación de productos líquidos en Lácteos el Quetzal, se denota que la natilla acapara el 84% de la producción del área. Para este tipo de producto también se mantiene una política de poco inventario, aunque no se define cuántos kilogramos, al ser un producto que requiere fermentación, la respuesta ante una cambiante demanda se encuentra limitada a este tiempo.

Las cambiantes recetas de queso tierno han generado la necesidad de variar los componentes en las recetas de la natilla; se cuenta con dos recetas cuyo uso depende de la disponibilidad de crema de leche que se encuentre en bodega. Se debe aclarar que la crema es un subproducto de descremar la leche entera; este proceso genera la leche descremada, las variaciones en el queso tierno (que representa el 60% de la producción del área de quesos), establecen la cantidad de crema disponible para ser procesada. A continuación, se detallan los requerimientos para la producción de estas dos variantes.

Requerimiento de materiales e insumos

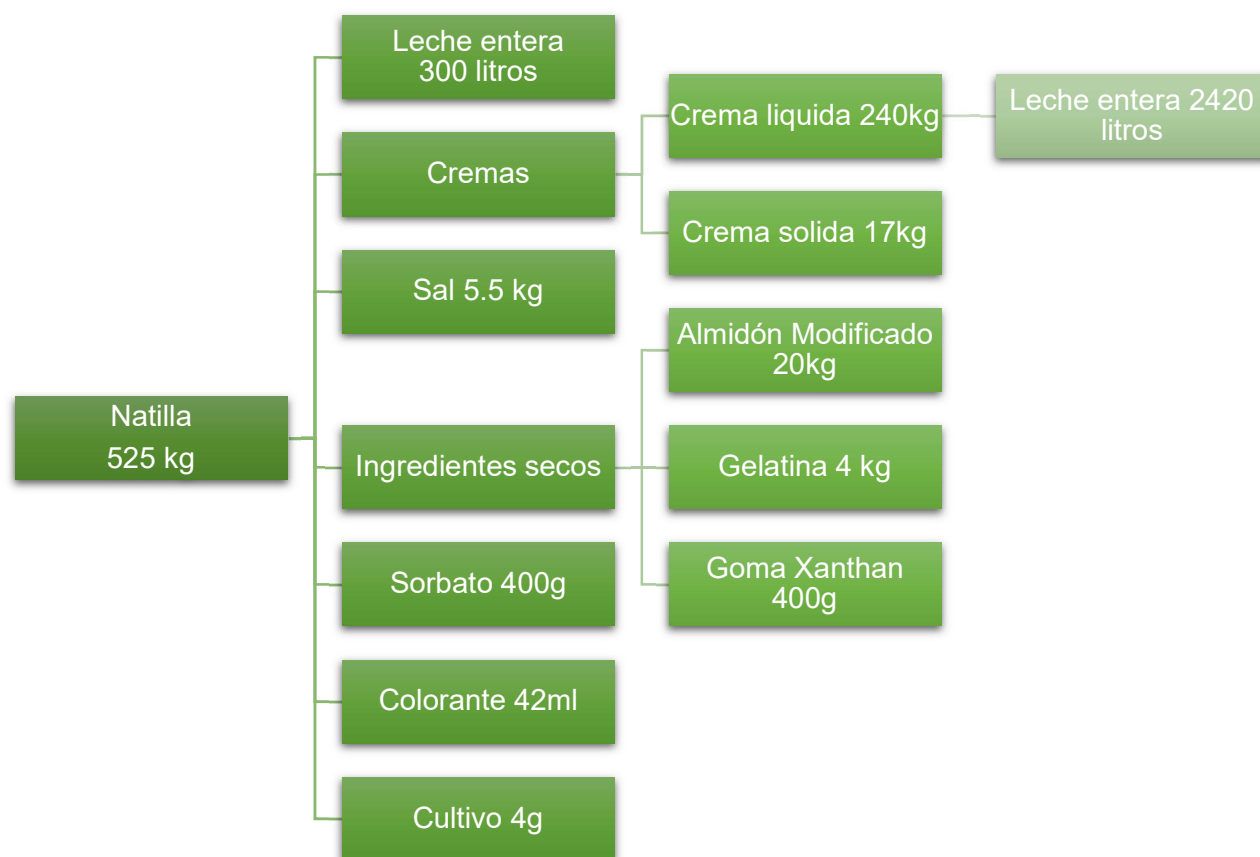
La natilla es una mezcla principalmente de leche entera y crema de leche, ambos de origen vacuno. Esta composición tiene dos variaciones:

- 240 kilogramos de crema de leche y 300 litros de leche entera.
- 120 kilogramos de crema de leche y 300 litros de leche entera.

La principal variación del producto se encuentra en la crema utilizada y los kilogramos resultantes. El máximo de litros que permite trabajar la marmita se encuentra en 600 litros. Ambas variaciones consideran este límite; sin embargo, la diferencia de producto obtenido de cada uno es aproximadamente de 25 kg; igual que el queso tierno, estas recetas generan el mismo producto y no afectan su calidad final.

La empresa basa su decisión en cuál variación producir según la demanda de producto y la disponibilidad de crema de leche para procesar. Los requerimientos de materiales se detallan en las siguientes figuras, donde se puede apreciar la totalidad de las variaciones por receta.

Figura 57 Requerimiento de materiales para primera variación de natilla



Fuente: Lácteos el Quetzal

En la Figura 57 Requerimiento de materiales para primera variación de natilla, se muestran dos cremas de leche utilizadas en la receta, esto se debe a que la crema sólida es adquirida a otro proveedor y es utilizada de manera que la cantidad de crema líquida necesaria sea menor (esta es la crema producida por la planta).

Al utilizar fuentes naturales de grasa para el producto final, disminuye la cantidad necesaria de espesantes agregados para llegar a la calidad final deseada por el cliente. La empresa mantiene un enfoque de productos frescos y con el mínimo de extensores de vida útil u otros, motivo por el cual el único ingrediente que entra en estas características es el sorbato; y aun así este es utilizado para eliminar bacterias que puedan crearse por la fermentación y no como alargador de vida útil.

Figura 58 Requerimiento de materiales para segunda variación de natilla

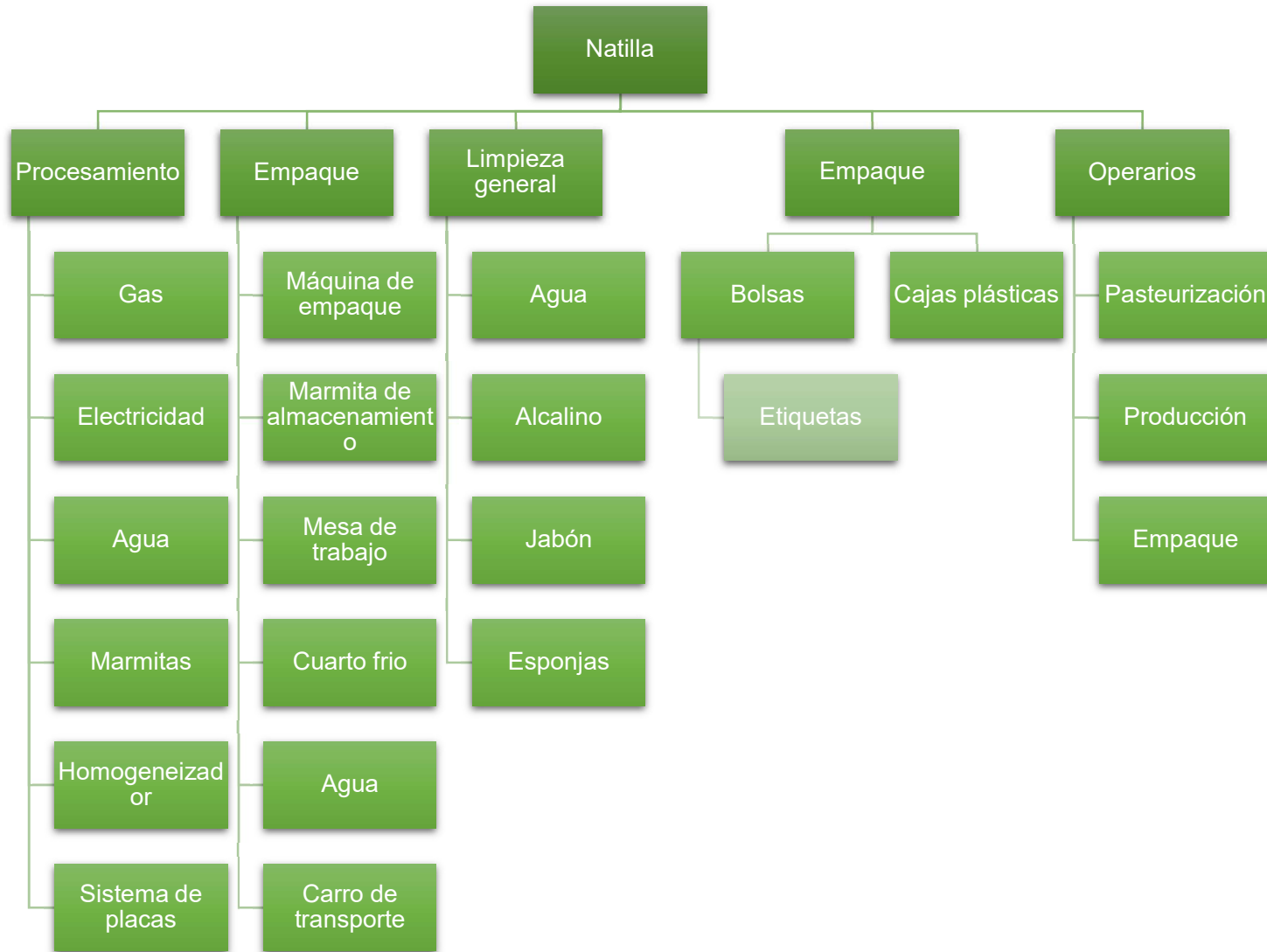


Fuente: Lácteos el Quetzal

La Figura 58 Requerimiento de materiales para segunda variación de natilla, establece las cantidades a utilizar en los ingredientes de la natilla, hay un cambio importante en las diferentes cremas que lleva la receta. Los demás ingredientes no muestran cambios significativos. Todos los procesos de natilla no generan un subproducto como los procesos de queso, lo que permite obtener mayor cantidad de producto con menor cantidad de leche.

A continuación, en la siguiente página se detallan los recursos utilizados en este producto, ambas recetas utilizan los mismos recursos.

Figura 59 Requerimiento de insumos para la natilla



Fuente: Lácteos el Quetzal

La Figura 59 Requerimiento de insumos para la natilla, describe los materiales y recursos utilizados durante el proceso de la natilla. Esta área productiva se encuentra separada del área de quesos y comparte casi todos sus recursos y materiales con los demás productos fermentados. Los operarios de producción utilizados son distintos a los del área de quesos, en cambio, los operarios de empaque y pasteurización sí son compartidos. En la figura anterior se nombra como insumos el homogeneizador y el sistema de placas; los cuales se detallan a continuación:

- Homogeneizador: es una bomba de alta presión que combina los ingredientes de la mezcla para crear un resultado homogéneo donde no se distingan los componentes. La siguiente es una foto del equipo de la empresa.

Figura 60 Homogeneizador de la empresa



Fuente: Lácteos el Quetzal

- Sistema de placas: es una serie de tuberías y placas metálicas que transportan la mezcla con el fin de enfriar hasta la temperatura deseada. Se presenta una foto del equipo de la planta:

Figura 61 Sistema de placas de la empresa



Fuente: Lácteos el Quetzal

Seguidamente se presenta el análisis del material de empaque de natilla:

Material de empaque de la natilla

El empaque de la natilla consiste en dos bolsas, la primera empaca el producto (se mantienen tres presentaciones de diferente tamaño, todas del mismo proveedor), y la segunda se utiliza para los paquetes de unidades de natilla (todos pesan 5kg, las unidades utilizadas dependen de la presentación de la primera bolsa).

La bolsa plástica que empaca la unidad de producto tiene colocado una etiqueta con los detalles de la natilla; igual que los quesos, los paquetes de natilla se colocan en una caja plástica antes de ser entregados al cliente.

Las bolsas plásticas para las unidades de natilla deben cumplir las siguientes condiciones:

- No pueden tener algún sello roto (aberturas en la bolsa).
- La bolsa debe aguantar el peso de la presentación de natilla correspondiente.
- Debe ser transparente.
- Tiene que tener colocada la etiqueta correspondiente.
- Debe haber una cantidad disponible para la totalidad de natilla a empacar.

El primer punto es el principal para determinar la calidad de las bolsas; si este falla no se puede utilizar el material de empaque. La empresa no mantiene un método de revisión de la calidad de este producto antes de recibirlo en bodega, este punto es necesario mejorarlo con urgencia dado que el proveedor dura cinco semanas en producir las bolsas y no mantiene inventario. Se ha mantenido como inventario de seguridad un bulto completo de bolsas plásticas, esto corresponde a 25 kilogramos de bolsas.

Las cajas plásticas utilizadas mantienen las mismas características de calidad mencionadas en el detalle de material de empaque de los quesos. A continuación, se presenta el análisis del proceso de natilla.

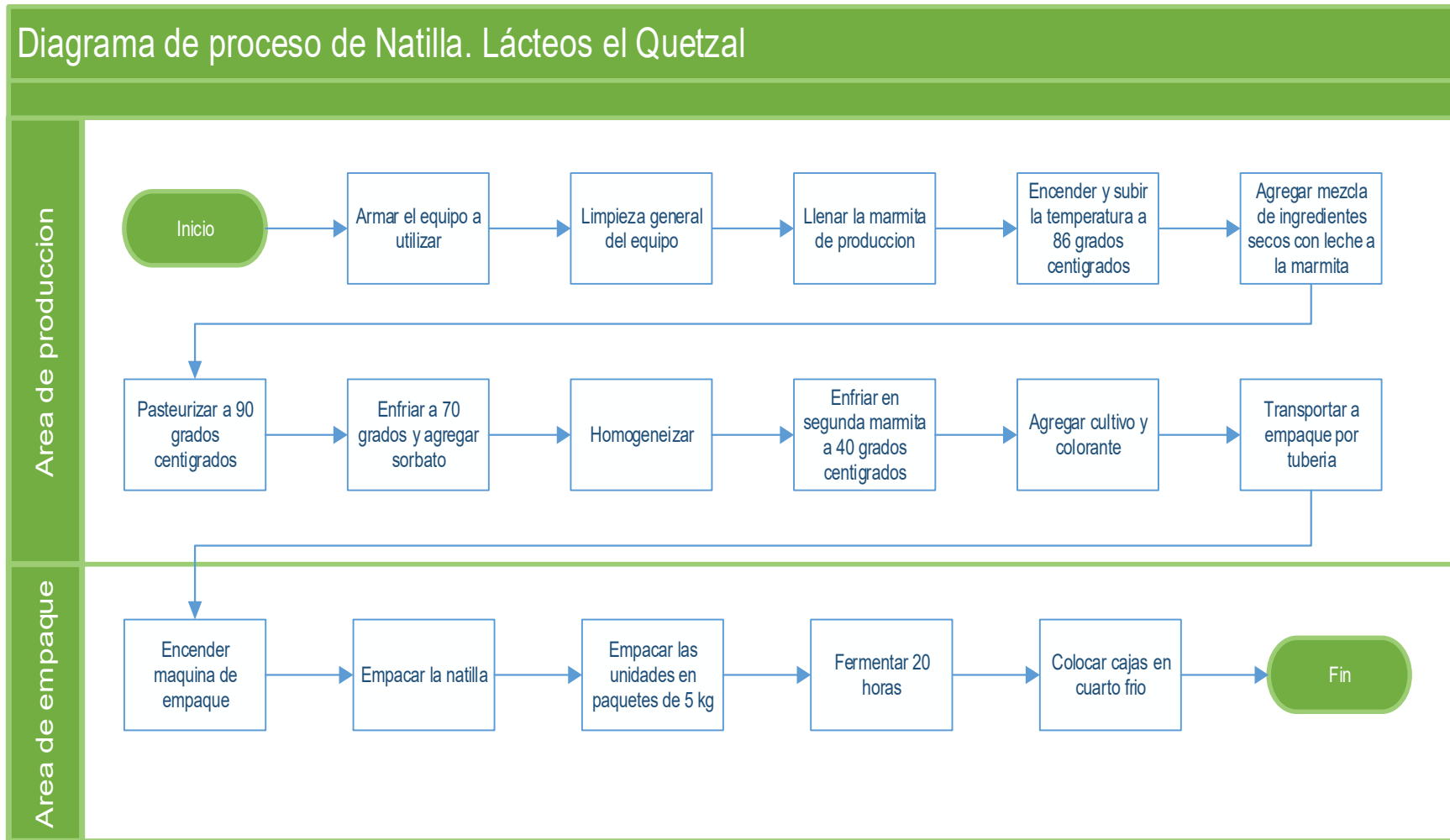
Proceso productivo

Este proceso consta de dos fases; primeramente, producción y seguidamente empaque y fermentado. La primera parte del proceso tiene una duración establecida por la empresa de 2 horas y 30 minutos, mientras que los tiempos de empaque varían entre una y tres horas según la presentación que se realice, finalmente el producto se mantiene 20 horas en el proceso de fermentación.

Las diferentes fases de la natilla pueden ser realizadas en conjunto; sin embargo, el inicio del proceso se ve marcado por la primera tanda de natilla, luego de esta se puede producir la segunda tanda mientras empacan y mientras se terminan de fermentar las tandas del día anterior. Considerando el hecho anterior se establecerán dos cuellos de botella, uno en producción y otro en empaque. No se considera el proceso de fermentar como un cuello de botella, debido a que se puede fermentar tantas tandas como desee la empresa al mismo tiempo, sin generar ningún problema en el proceso.

En la siguiente página se presenta el diagrama del proceso de la natilla:

Figura 62 Diagrama de proceso de natilla



Fuente: Melina Abarca

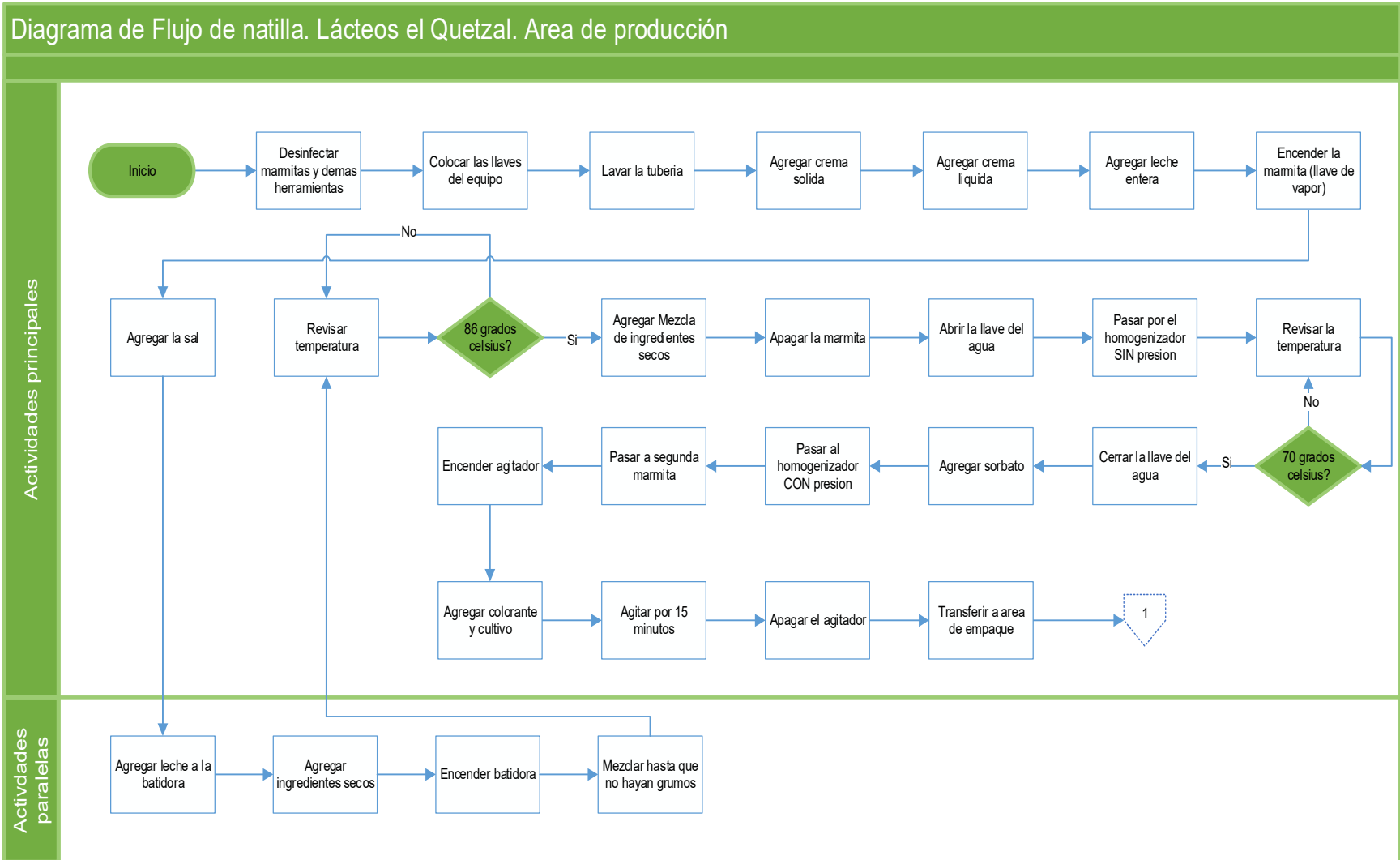
La Figura 62 Diagrama de proceso de natilla, establece de manera general el proceso productivo de una tanda de natilla, ambas recetas utilizan el mismo procedimiento: la maquinaria debe ser limpiada y desinfectada, para proceder a mezclar todos los ingredientes líquidos juntos y pasteurizar la mezcla junto con los ingredientes secos, cuando se encuentra en la temperatura adecuada se procede a homogeneizar con el fin eliminar cualquier grumo que se pueda encontrar después del proceso inicial; y se continúa el enfriamiento del producto, cuando la temperatura baja a 40 grados centígrados, se encuentra en las condiciones adecuadas para agregar el cultivo.

La natilla se debe agitar antes de ser enviada a empaque, donde los operarios ya tienen listas las presentaciones que deben empacar y las cajas y bolsas para los paquetes de 5 kilogramos que deben hacer, estos paquetes se almacenan en cajas plásticas

El equipo igualmente ya se encuentra desinfectado y listo para usar. Después de colocar todos los paquetes en las cajas plásticas, estas deben ser transportadas al área designada para fermentación, aquí permanecen hasta el día siguiente donde se almacena en el cuarto frío en espera a ser vendido.

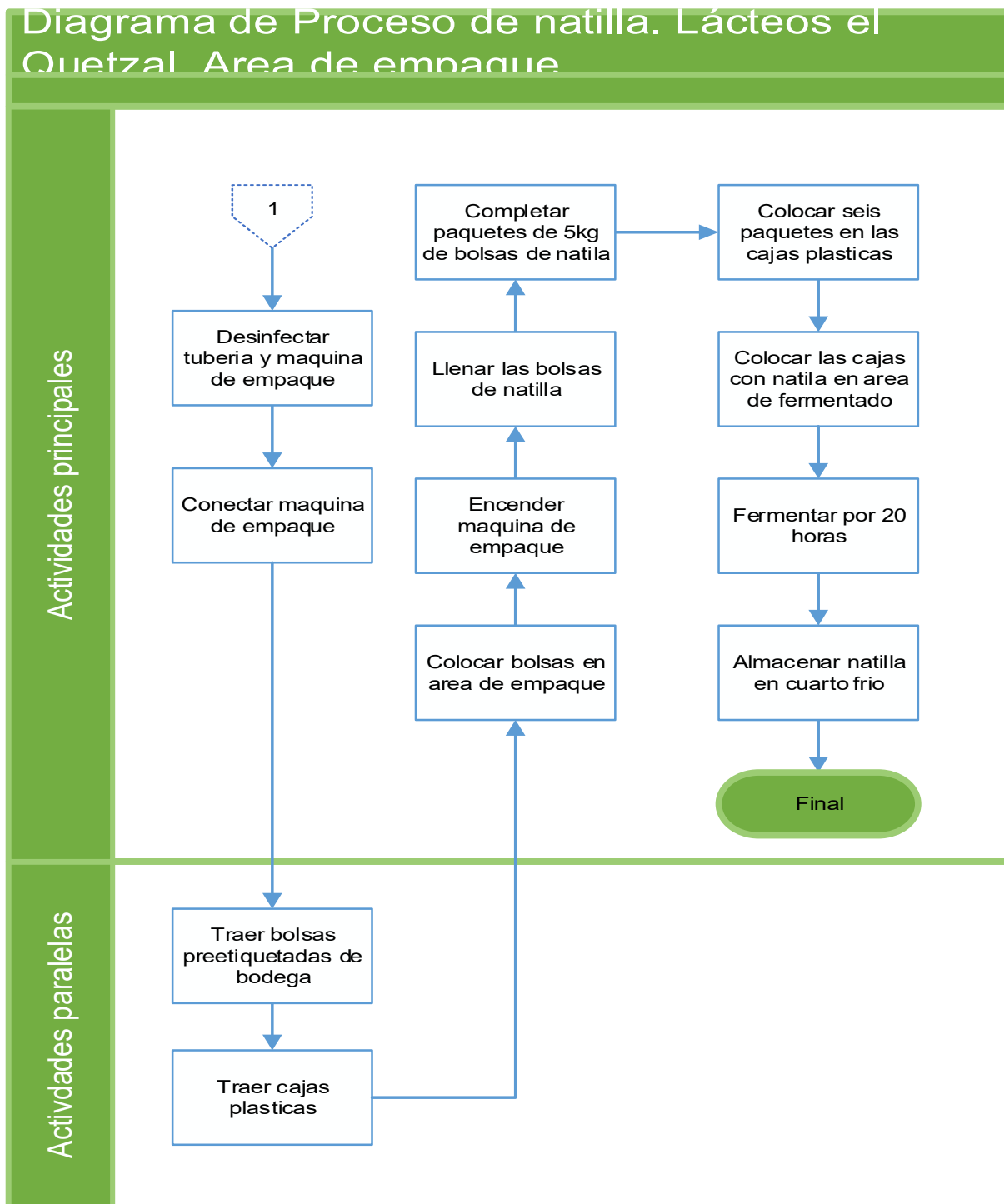
A continuación, se muestra el diagrama de flujo de la natilla, donde se presentan las actividades principales y las actividades paralelas realizadas mientras se completa el proceso.

Figura 63 Diagrama de flujo de la natilla



Fuente: Melina Abarca

Figura 64 Diagrama de flujo de la natilla



Fuente: Melina Abarca

La Figura 63 Diagrama de flujo de la natilla detalla el inicio de la producción de la natilla, igual que en los procesos anteriores se trabaja con varios supuestos:

- El operario de producción conoce cuál variación debe procesar.
- El operario de pasteurización colocó la leche correspondiente en el área de natilla.
- La leche a utilizar en la batidora se encuentra separada.
- Los ingredientes a utilizar se encuentran medidos y colocados cerca del lugar de trabajo.
- Las bolsas para empacar la natilla se encuentran etiquetadas y separadas.

Estos supuestos generan el inicio del proceso; se divide en la etapa de producción y empaque.

La producción de la natilla detalla un proceso que consta en gran parte de mezclar y agitar los distintos ingredientes hasta crear el producto final deseado, el operario puede realizar paralelamente la mezcla de ingredientes secos antes de ser agregados a la marmita principal. Su involucramiento finaliza al pasar la natilla al área de empaque, cuando llega a este punto se procede a realizar una limpieza general al área y continuar con otra tanda de natilla o de otro producto según sea requerido por la programación del día.

Los operarios de empaque se encargan de preparar el área y la maquinaria mientras se encuentra lista la primera tanda en su área, entre los preparativos se encuentra colocar los materiales necesarios en la zona de trabajo y desinfectar el lugar designado para almacenar la natilla ya fermentada. Igualmente deben reportar a supervisión el total de paquetes producidos el día anterior.

Cuando los operarios de empaque reciben la primera tanda de natilla, empiezan el proceso de empacar; dependiendo de la presentación de natilla que corresponda, reciben la segunda tanda antes de terminar la anterior, en caso de terminar antes, deben trasladar las cajas de paquetes de natilla al área designada y preparar nuevamente el área para continuar la segunda tanda. Cuando se finaliza el proceso, ambas áreas deben limpiar la maquinaria utilizada y dejar el equipo desinfectado y preparado para el día siguiente, de esta manera se cierra el ciclo productivo.

Para efectos del estudio de la cadena de valor, se procede a dividir el proceso en las siguientes fases:

- **Pasteurización:** Comprende desde el inicio del proceso hasta cuando se agrega el sorbato en el proceso.

- Homogeneización y cultivo: Este inicia al pasar la mezcla por la homogeneizadora hasta que es transferido a empaque.
- Empaque: inicia en el área de empaque y finaliza cuando las cajas de natilla son trasladadas al área de fermentación.
- Fermentación y almacenamiento: El proceso de fermentación y el almacenaje en el cuarto frío son cubiertos en la presente fase.

Se establece esta clasificación para analizar la cadena de valor actual del proceso y lograr identificar los puntos competitivos de la empresa. Como se muestra en la figura de la siguiente página:

Figura 65 Cadena de valor actual de natilla

Cadena de valor del proceso de producción de natilla en Lácteos el Quetzal				
Proceso operativo	Pasteurización	Homogenización y cultivo	Empaque	Fermentación y almacenamiento
Componentes	Termómetro Vapor de agua Producción definida Leche de vaca Crema de leche	Agua Termómetro Reloj Equipo y materiales	Mesa de trabajo Bolsas para natilla Cajas plásticas Equipo y materiales	Espacio libre y desinfectado
Cliente interno	Área de producción con marmita. Batidora	Área de producción homogeneizador, marmita de cultivo Reloj funcional	Área de empaque con mesas de trabajo Reloj funcional	Área de almacenaje en frío Área de fermentación
Variables y atributos	No tiene definidos	No tiene definidos	No tiene definidos	No tiene definidos
Indicadores	No tiene definidos	No tiene	No tiene	No tiene
Actividades o áreas de apoyo	Área de bodega. Suministro de materia prima Supervisión. Plan maestro de producción	Suministro de materia prima Área de bodega.	Área de bodega Supervisión. Plan maestro de producción	Área de fermentación Cuartos fríos

Fuente: Melina Abarca

La Figura 65 Cadena de valor actual de natilla, resalta las etapas del proceso de manera resumida; se denota que, tanto en este proceso como en anteriores previamente analizados, la empresa no cuenta con indicadores que midan la satisfacción del proceso ni considera variables o atributos del cliente interno y externo. La propuesta de mejora que se presentará en el proceso mantendrá un enfoque en los puntos marcados de color rojo.

Para finalizar el análisis del proceso productivo actual, se presenta la capacidad teórica de la empresa según los tiempos mencionados anteriormente:

Capacidad teórica de la producción de natilla

Se conoce que la empresa puede producir cada 2.5 horas una tanda de natilla y que además dura entre una y tres horas en empacar dicha tanda (dependiendo de la presentación de la natilla). Además, los operarios de empaque y el de producción son distintos y cuentan con diferentes horarios, por lo tanto, se procede a establecer la capacidad instalada primeramente con la capacidad productiva de la línea, y luego se comprueba que en caso de durar el máximo de tiempo en empaque, puedan cubrir esta capacidad en una jornada normal de trabajo.

Primeramente, se consideran los días laborales y horarios de trabajo:

Tabla 20 Jornada de trabajo Lácteos el Quetzal

Jornada laboral Lácteos el Quetzal, área de producción de líquidos	
Horario de trabajo	Lunes a sábado de 3:00 am a 11:00 am
Horas totales laboradas por día	8 horas
Número de días laboradas por mes	26 días
Total de horas disponibles por semana	48 horas

Fuente: Melina Abarca

Al ser únicamente un operario, se consideran los siguientes tiempos improductivos:

Tabla 21 Tiempos improductivos Lácteos el Quetzal

Jornada laboral Lácteos el Quetzal, área de producción de líquidos	
Horas totales laboradas por día	8 horas
Tiempo de almuerzo	35 minutos
Tiempo por necesidades fisiológicas e imprevistos	20 minutos
Total tiempo improductivo	55 minutos
Total tiempo productivo	8 horas - 55 minutos = 7.08 horas productivas diarias

Fuente: Melina Abarca

Además de los tiempos improductivos, se debe considerar que el tiempo total disponible no es acaparado en su totalidad por la natilla y únicamente un 84 % es utilizado en este producto, a continuación, se procede a calcular el tiempo total disponible para la natilla:

- Tiempo total disponible por semana: 7.08 horas * 6 días = 42.48 horas
- Porcentaje de línea ocupado por la natilla según Tabla 5 Clasificación de productos líquidos en Lácteos el Quetzal: 84%
- Tiempo disponible: 42.48 horas * 84 % = 35.68 horas = 35 horas y 40 minutos. Para este caso se decide no redondear los tiempos obtenidos.

Se mantiene un promedio de 4.33 semanas por mes, lo que genera una disponibilidad de 154.49 horas por mes para la natilla. Seguidamente se calcula la capacidad instalada de la empresa:

- Horas disponibles por mes: 154.49 horas
- Tiempo para realizar una tanda: 2.5 horas

$$\text{Capacidad instalada de la empresa} = \frac{154.49 \text{ horas disponibles po mes}}{2.5 \text{ hora necesarias por tanda}}$$

$$= 61.79 \approx 61 \text{ tandas pr mes}$$

Al ser producción esperada, se redondea hacia abajo para generar un margen que permita poder reaccionar ante algún cambio en la demanda o imprevistos en la producción no controlables por la empresa. Seguidamente se procede a establecer la capacidad instalada real de la empresa, considerando la totalidad de horas disponibles en la línea de producción, se mantiene el mismo redondeo hacia abajo por los motivos anteriormente mencionados.

- Horas disponibles por semana: 42.48 horas
- Semanas del mes: 4.33 semanas
- Horas disponibles por mes: $42.48 * 4.33 = 183.94$ horas.
- Tiempo para realizar una tanda: 2.5 horas

$$\begin{aligned} \text{Capacidad instalada de la empresa} &= \frac{183.94 \text{ horas disponibles por mes}}{2.5 \text{ horas necesarias por tanda}} \\ &= 73.576 \approx 73 \text{ tandas por mes} \end{aligned}$$

La empresa mantiene preferencia por la primera receta de natilla, ya que esta disminuye la dependencia de otros proveedores de crema y permite tener mayor control en la producción. Debido a este motivo se procede a calcular la capacidad teórica en kilogramos utilizando como base los 525 kg resultantes de esta variación de la receta.

Tabla 22 Cálculo de capacidad instalada para la natilla

Cálculo de capacidad instalada para la natilla			
Detalle	Cantidad de tandas que se pueden realizar por mes	Kilogramos obtenidos por tanda de natilla	Capacidad instalada en kilogramos de natilla
Capacidad instalada total en el área de producción de líquidos	73 tandas	525 kilogramos	$73 * 525 = 38,325 \text{ kg}$
Capacidad instalada dedicada a la producción de natilla	61 tandas	525 kilogramos	$61 * 525 = 32,025 \text{ kg}$

Fuente: Melina Abarca

Según la Tabla 22 Cálculo de capacidad instalada para la natilla, se observa un promedio de 6,300 ($38,325 - 32,025 = 6,300$) kilogramos de producto como capacidad ociosa en el área de producción de líquidos. A continuación, se comprueba que el tiempo de empaque puede cubrir los kilogramos de la capacidad instalada de la línea, para este caso se considera el tiempo máximo de 3 horas, que es lo que pueden durar los operarios de empaque en procesar una tanda de natilla. La siguiente tabla detalla el tiempo disponible para procesar, al ser dos operarios no se consideran tiempos improductivos.

Tabla 23 Jornada de trabajo Lácteos el Quetzal

Jornada laboral Lácteos el Quetzal, área de producción de empaque	
Horario de trabajo	Lunes a sábado de 6:00 am a 2:00 pm
Horas totales laboradas por día	8 horas
Número de días laborados por mes	26 días
Total de horas disponibles por semana	48 horas

Fuente: Melina Abarca

Seguidamente se procede a calcular el tiempo total disponible para empaque de natilla; considerando el 84% ocupado por este producto:

- Tiempo total disponible por semana: 48 horas
- Porcentaje de línea ocupado por natilla: 84%
- Tiempo disponible: $48 \text{ horas} * 84 \% = 40.32 \text{ horas} = 40 \text{ horas y } 19 \text{ minutos}$. Para este caso se decide no redondear los tiempos obtenidos.

Se mantiene un promedio de 4.33 semanas por mes, lo que genera una disponibilidad de 174.58 horas por mes para empacar natilla. Seguidamente se calcula la capacidad instalada:

- Horas disponibles por mes: 174.58 horas
- Tiempo para empacar una tanda: 3 horas

$$\text{Capacidad instalada de la empresa} = \frac{174.58 \text{ horas disponibles por mes}}{3 \text{ horas necesarias por tanda}}$$

$$= 58.19 \approx 58 \text{ tandas por mes} * 525\text{kg} = 30,450\text{kg}$$

El redondeo hacia abajo se mantiene por los mismos motivos mencionados anteriormente. Finalmente se procede a establecer la capacidad instalada real de la empresa, considerando la totalidad de horas disponibles en la línea de empaque.

- Horas disponibles por semana: 48 horas
- Semanas del mes: 4.33 semanas
- Horas disponibles por mes: $48 * 4.33 = 207.84 \text{ horas}$.
- Tiempo para empaclar una tanda: 3 horas

$$\text{Capacidad instalada de la empresa} = \frac{207.84 \text{ horas disponibles por mes}}{3 \text{ horas necesarias por tanda}}$$

$$= 69.28 \approx 69 \text{ tandas por mes} * 525\text{kg} = 36,225\text{kg}$$

Ambas capacidades teóricas de empaque son menores a las capacidades de producción, sin embargo, se debe considerar que esta capacidad es calculada según el tiempo de empaque de la presentación que ocupa mayor tiempo en ser completada. Por lo tanto, se puede considerar que empaque puede cubrir la capacidad productiva de la planta.

Se comprueba que la capacidad instalada usada en la producción de natilla es el 84% de la línea ($\frac{32,025}{38,325} = 0.8356 \approx 84\%$). Se establece la capacidad productiva de 32,025 kilogramos mensuales como la capacidad teórica a considerar en el gráfico de oferta demanda. Al comprobar que empaque y producción comparten la capacidad teórica, se procede a realizar el análisis de la oferta y demanda de este producto.

Análisis de oferta y demanda del producto

Se inicia la presente sección del proyecto con la tabla resumen de la oferta y demanda del producto. Este producto cuenta con cinco diferentes presentaciones, para efectos del análisis actual se trabaja con una demanda y oferta agregada. En la siguiente página se muestra la tabla comparativa de la oferta y demanda de natilla desde octubre del 2016 hasta diciembre del 2017.

Tabla 24 Tabla de datos de oferta demanda de la natilla

Tabla de oferta – demanda de natilla Lácteos el Quetzal Oct 2016 – Dic2017		
Periodo	Demanda en kilogramos	Oferta en kilogramos
2016		
Octubre	16604	19003
Noviembre	8674	8124
Diciembre	19161	18679
2017		
Enero	20983	20457
Febrero	20259	20369
Marzo	22087	23576
Abril	21053	22868
Mayo	22009	28124
Junio	20670	18764
Julio	22365	21504
Agosto	23377	23590
Septiembre	22160	22774
Octubre	21519	20274
Noviembre	22059	22990
Diciembre	19547	20984
Total general	302524	312008

Fuente: Melina Abarca

La Tabla 24 Tabla de datos de oferta demanda de la natilla, detalla en kilogramos los datos mensuales de natilla de manera agregada. El periodo del 2017 incluye un total de 200 kilogramos de natilla faltantes en la oferta y que fueron requeridos por la demanda de los clientes, se establecen dos motivos para este total; primeramente se registró un 75% de este faltante como producto con material de empaque defectuoso (bolsas rotas), y el restante 25% corresponde a poca producción en el área productiva.

Se procede a utilizar la información de la tabla anterior para obtener la capacidad requerida de producto (promedio de la demanda) y la capacidad utilizada (promedio de la oferta), de los cuales se obtienen los siguientes resultados:

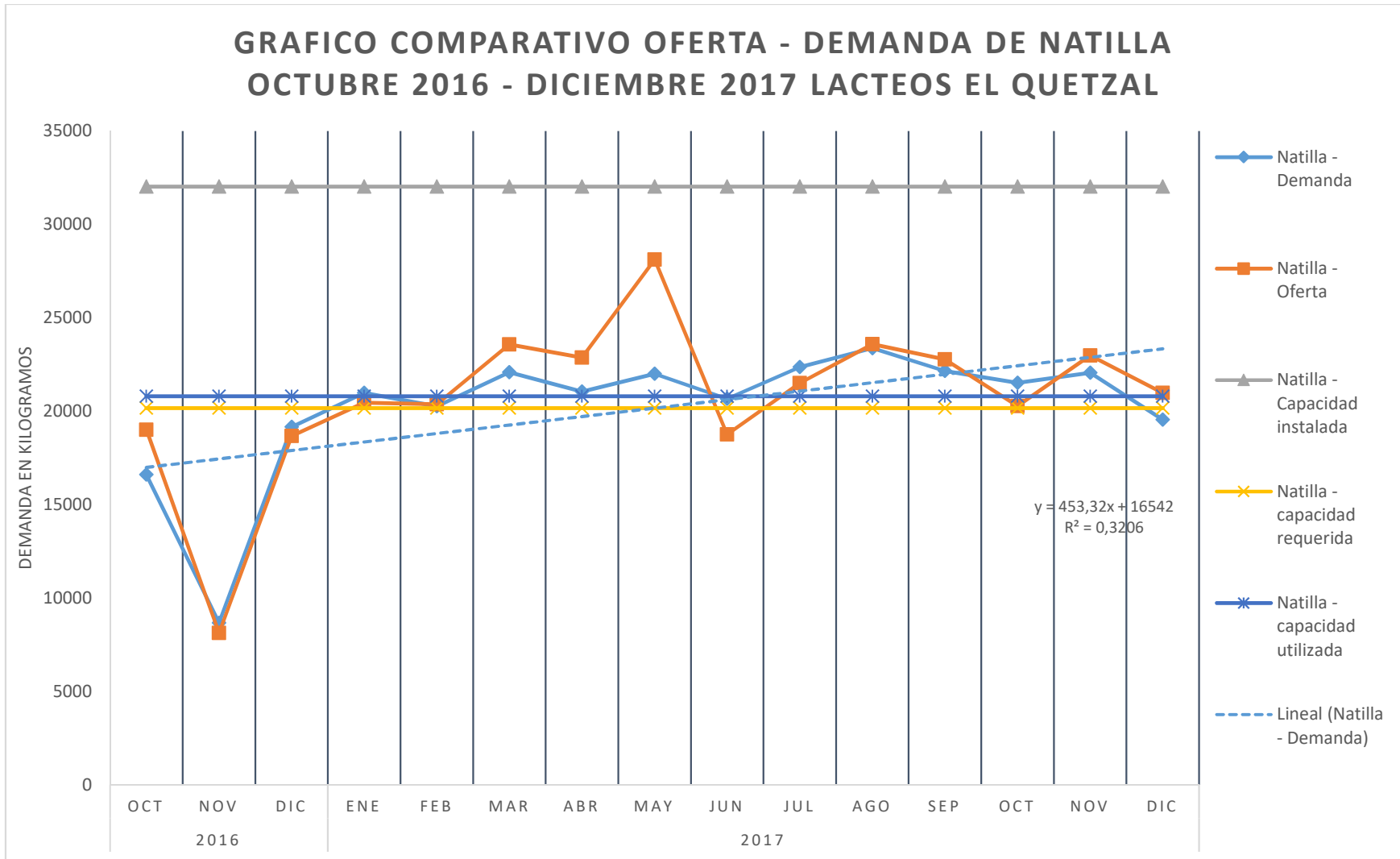
$$\text{Capacidad requerida} = \frac{302,524 \text{ (total de demanda)}}{15 \text{ (cantidad de datos)}} = 20,168.27 \text{ kg de natilla}$$

$$\text{Capacidad utilizada} = \frac{312,008 \text{ (total de oferta)}}{15 \text{ (cantidad de datos)}} = 20,800.53 \text{ kg de natilla}$$

Según las capacidades obtenidas, se puede concluir que se está generando en promedio 632.26 kilogramos más de natilla respecto a los necesarios; sin embargo, se asume que estos son consumidos en los picos altos de demanda. Al considerar la capacidad instalada de la línea (32,025 kilogramos por mes), se puede concluir que se está utilizando un 65% de esta capacidad ($\frac{20,800.53}{32,025}$) y un 54.27% ($\frac{20,800.53}{38,325}$) de la capacidad instalada total, lo que permitiría un posible crecimiento de la producción de la planta.

En el siguiente gráfico se detalla visualmente la oferta y demanda percibida, además de las capacidades calculadas anteriormente.

Figura 66 Gráfico comparativo de la oferta demanda de natilla



Fuente: Melina Abarca

En la Figura 66 Gráfico comparativo de la oferta demanda de natilla, se denota un pico marcado en el mes de noviembre 2016, según la empresa la información brindada es correcta y durante ese mes se percibió una baja en la demanda, dado que entre los cambios que implementó la planta durante ese periodo fue cortar lazos con clientes que tenían pendientes y no se encontraba entre sus planes cancelar estos, posterior a esto se redirigió la oferta a nuevos clientes y a los ya existentes, de esta manera se continuó la mejora del producto con el fin de mejorar el mercado abarcado.

Los esfuerzos de la empresa por ofrecer un producto que satisfaga las necesidades del cliente, han generado como resultado el mantener una tendencia positiva en la demanda; a diferencia de los quesos estudiados, para la natilla no es necesario proponer un plan de acción para revertir la tendencia o calcular un punto de equilibrio, dado que aumenta su demanda con el tiempo.

Para finalizar el análisis del producto, a continuación se procede a detallar la clasificación de los costos incurridos, para conocer el detalle de estos y poder coordinar los datos en la propuesta con los demás del área.

Tabla 25 Costos de la natilla

Detalle	Monto
Costos fijos totales por línea	¢123,000
Costos fijos totales por producto	¢110,700
Costos fijos por kilogramo	¢4.69
Costos variables por kilogramo	¢827.12
Precio de venta	¢1,330
Margen	¢498.18

Fuente: Melina Abarca

El detalle de los insumos críticos se muestra en la siguiente tabla, tomando como base los datos presentados en la Tabla 25 Costos de la natilla.

Tabla 26 Desglose de costos variables de la natilla

Detalle del costo variable	Monto	Porcentaje
Crema líquida	¢373.30	45%
Leche entera	¢166.64	20%
Otros materiales	¢159.11	19%
Crema sólida	¢77.15	9%
Mano de obra	¢48.45	6%
Otros costos variables	¢2.48	1%
Total	¢827.12	100%

Fuente: Melina Abarca

La Tabla 26 Desglose de costos variables de la natilla, genera como insumos críticos la crema líquida, leche entera, crema sólida y los otros ingredientes de la receta, sumando estos primeros cuatro rubros se obtiene el 93% de los costos variables de la natilla. El principal insumo es la crema líquida; si la empresa desea buscar competitividad por precio, debe empezar por cambiar el porcentaje correspondiente a este ingrediente. Se finaliza el análisis de la natilla con los siguientes enunciados encontrados:

- Se cuenta con dos variaciones de la receta de natilla.
- La demanda agregada de este producto presenta una tendencia positiva.
- El principal insumo de la natilla es la crema de leche producida por la empresa.
- Se está utilizando un 65% de la capacidad dedicada a la natilla y un 54.27% de la capacidad total de la línea, lo que permite crecer en el tiempo con la demanda.

El último producto a analizar antes de conocer con detalle el proceso de programación de la producción, corresponde al yogurt con sabor a fresa. A continuación, se presenta el proceso productivo, los requerimientos de recursos y materiales, el detalle de la oferta y demanda y sus capacidades.

Yogurt con sabor a fresa

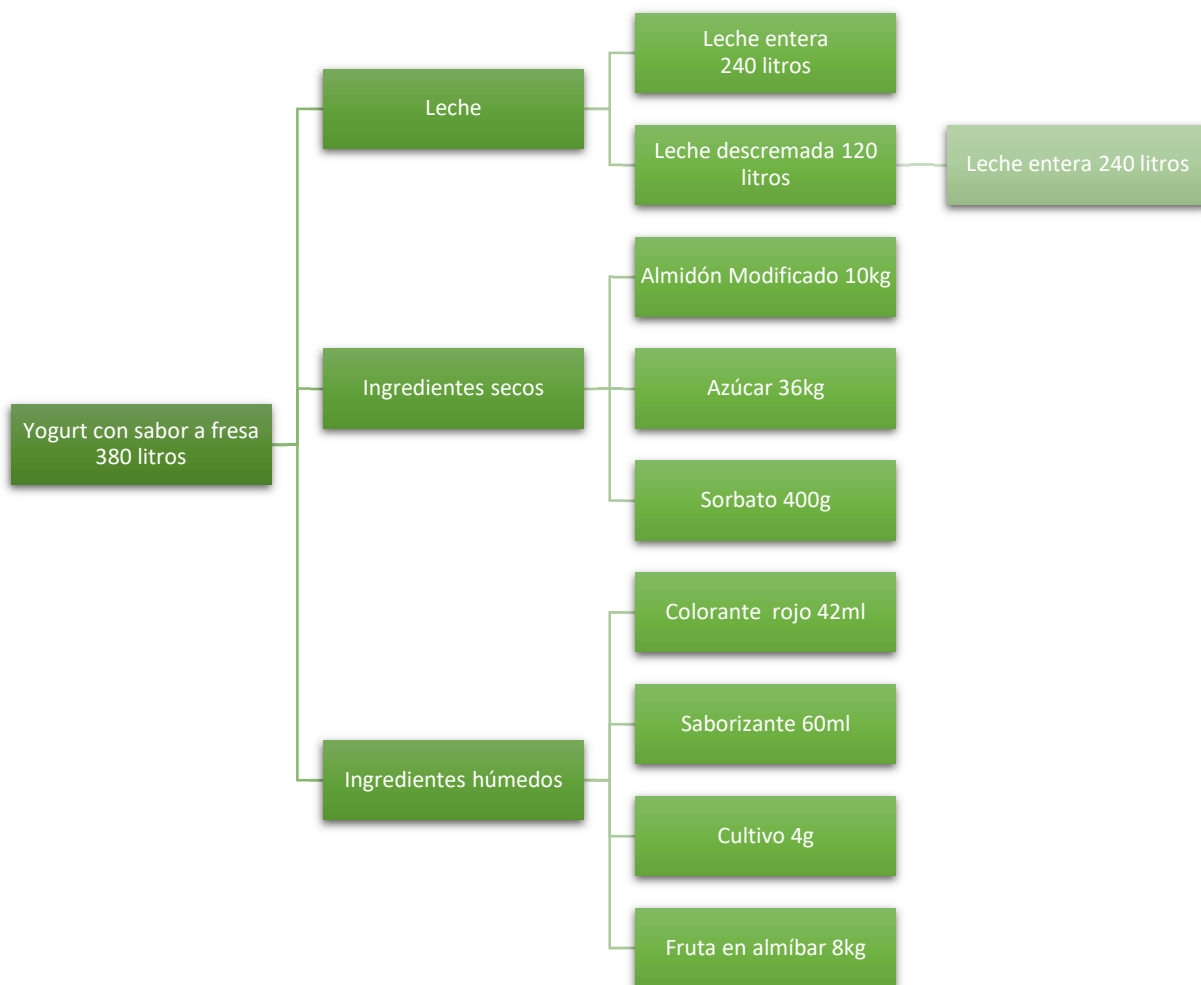
La Tabla 5 Clasificación de productos líquidos en Lácteos el Quetzal, detalla el 7% acaparado por el yogurt con sabor a fresa, con este lácteo se finaliza el análisis de los principales productos de la empresa; actualmente se comercializan cuatro sabores de yogurt cada uno con su independiente demanda. Igual que con los demás productos, se mantiene un stock limitado con el fin de responder rápidamente ante la demanda y ofrecer un producto fresco a los clientes.

Debido a la naturaleza fermentada del yogurt, únicamente se mantiene una receta del producto para cumplir la demanda; sin embargo, a partir de enero del 2018, la empresa decidió realizar la variación de producir la mitad de una tanda como la descrita a continuación, de esta manera la empresa aumentó la respuesta ante la demanda, ofrece un producto más fresco (al aumentar su rotación de inventario con tandas más pequeñas) y diluyó los costos incurridos entre la totalidad de los distintos productos del área de líquidos. A continuación, se presenta el árbol de requerimientos y los análisis correspondientes a este.

Requerimiento de materiales e insumos

El yogurt con sabor a fresa es el resultado de la fermentación de leche con cultivo y un agregado de fruta en almíbar. La leche utilizada es de origen vacuno y pasa por el proceso de pasteurización y homogeneización. En la siguiente figura se detalla la lista de materiales necesarios para crear una tanda completa de yogurt con sabor a fresa.

Figura 67 Requerimiento de materiales para el yogurt con sabor a fresa



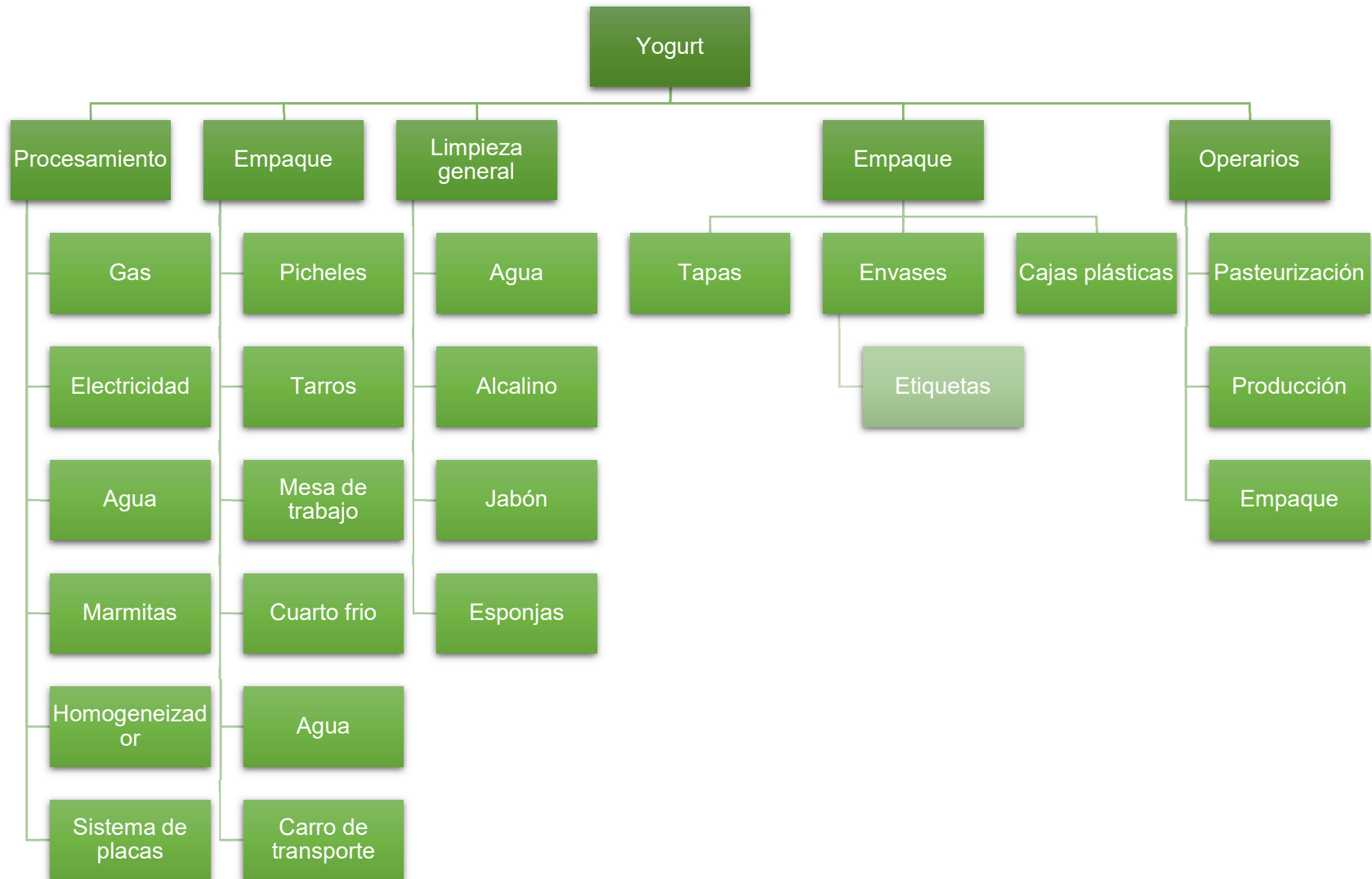
Fuente: Lácteos el Quetzal

La figura anterior detalla los materiales necesarios para procesar una tanda de yogurt con sabor a fresa, como se mencionó anteriormente, la empresa decidió procesar desde enero del presente año media tanda de la detallada en la Figura 67 Requerimiento de materiales para el yogurt con sabor a fresa, esta corresponde a la mitad de los montos detallados, el proceso se mantiene sin cambios.

La lista de ingredientes se divide en tres categorías importantes; leche, ingredientes secos y húmedos. La planta mantiene un enfoque de generar un producto con el mínimo de aditivos posible, considerando esto se disminuyeron al máximo los agregados como sorbato y almidón modificado, al utilizar fruta en almíbar se reduce también la cantidad de colorante y saborizante, de esta manera la empresa ofrece un producto en el que se puede apreciar la fruta por su sabor y una consistencia resultante del proceso de fermentación.

A continuación, en la siguiente página se detallan los insumos utilizados para la creación de este yogurt. Cabe destacar que estos insumos son utilizados por igual en cada sabor de yogurt producido en la empresa.

Figura 68 Requerimiento de insumos para el yogurt con sabor a fresa



Fuente: Lácteos el Quetzal

La Figura 68 Requerimiento de insumos para el yogurt con sabor a fresa, detalla los insumos necesarios para completar la producción y empaque de una tanda de yogurt, estos no cambian en caso de realizar media tanda de este producto. Se consideran los requerimientos desde el hecho donde la leche ya se encuentra descremada y ambas están en el área de producción de líquidos; y finaliza con el empaque donde ya se encuentra listo para ser entregado al cliente. En la figura se detallan los tarros como material de empaque; estos tarros corresponden a los mismos que son usados para leche, seguidamente se presenta una imagen de estos que se encuentran en la empresa.

Figura 69 Tarro de leche



Fuente: Lácteos el Quetzal

Material de empaque del yogurt con sabor a fresa

El yogurt se envasa en dos presentaciones de botellas plásticas; un litro y 250 ml. Estos envases llevan una etiqueta con la información del producto y se colocan en una caja plástica antes de ser entregado al cliente.

Los envases para yogurt deben cumplir las siguientes condiciones:

- Los envases no pueden tener aberturas.
- Debe haber una tapa para cada envase.
- Tiene que tener colocada la etiqueta correspondiente.
- Debe haber una cantidad disponible para la totalidad de yogurt a empacar.

El primer punto determina la calidad de los envases, este puede ser determinado por una simple observación de los bultos de envases. Antes de ser etiquetados, se comprueba que cumpla con las características deseadas y se desecha cualquier envase que no cumpla con la calidad buscada.

Ambas presentaciones de envases mantienen un inventario de seguridad de 15 bultos, aunque el proveedor entrega dos días hábiles después de realizado el pedido. Esta cantidad de inventario se debe a que en ciertas ocasiones el proveedor no ha respondido las órdenes de compra realizadas en el tiempo de respuesta establecido por ellos (responden el mismo día o el siguiente día hábil y entregan dos días después de recibida la orden de compra).

Las cajas plásticas utilizadas mantienen las mismas características de calidad mencionadas en el detalle de material de empaque de los quesos. A continuación, se presenta el análisis del proceso del yogurt con sabor a fresa.

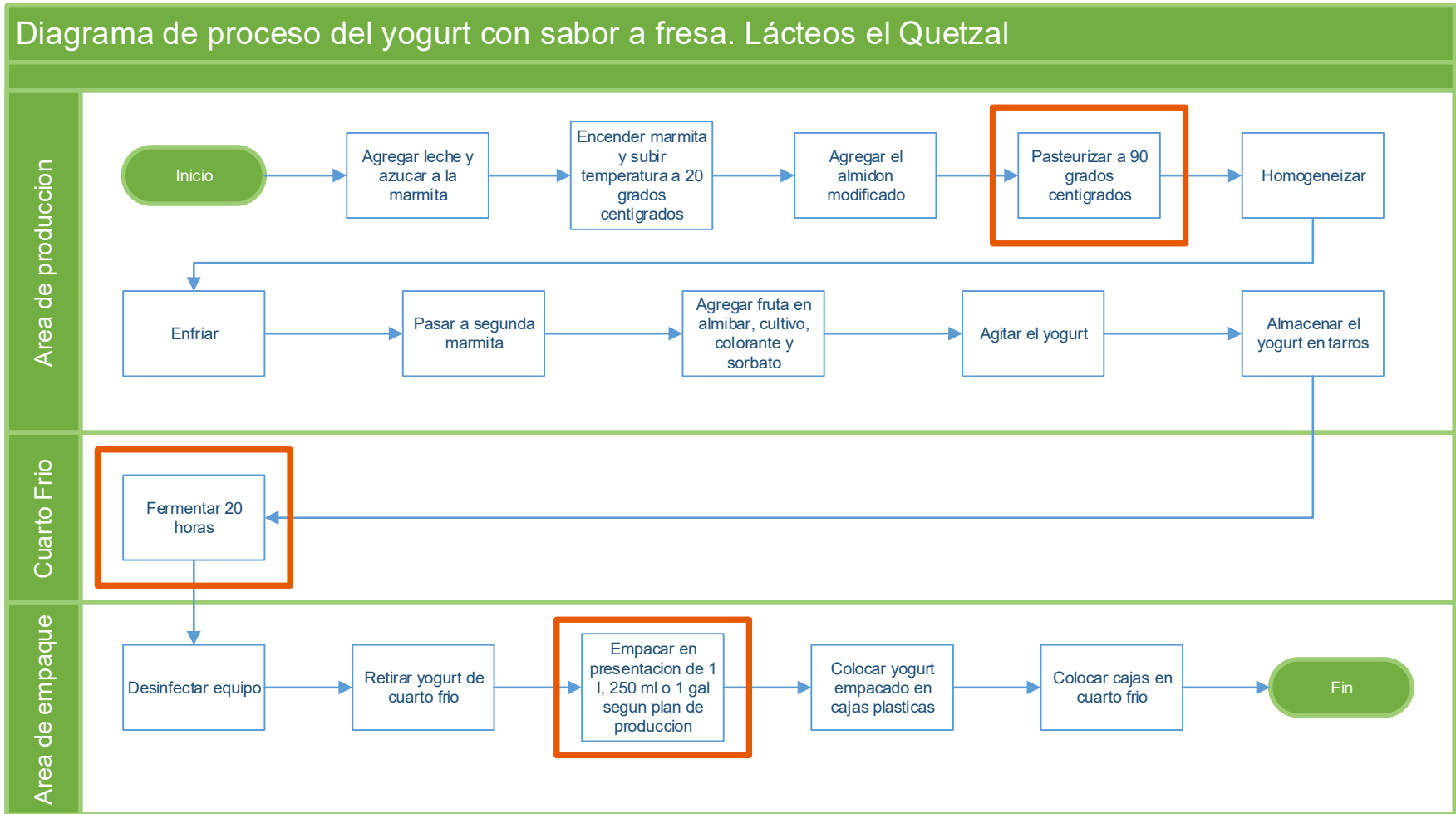
Proceso productivo

La producción del yogurt con sabor a fresa es un proceso relativamente rápido que tiene una duración de una hora; desde que se colocan los insumos en la marmita de procesamiento hasta que se coloca en los tarros para iniciar su proceso de fermentación, este proceso se mantiene durante 20 horas antes de ser empacado; este último paso mantiene una duración de 2 horas. Estos tiempos (excepto la fermentación) se reducen a la mitad al realizar la media tanda de yogurt.

Esta flexibilidad en el tamaño de tanda realizada, permite responder de mejor manera ante la demanda y aumenta a su vez la capacidad productiva de la línea al llevar al máximo la capacidad de la marmita de producción.

En la siguiente página se presenta el diagrama de proceso del producto. La empresa en este caso se reservó los tiempos de cada actividad, pero sí estableció que la actividad de pasteurización corresponde al cuello de botella dentro del área de producción, el proceso de fermentación es el cuello de botella dentro del cuarto frío, con la diferencia de que se pueden fermentar diferentes tandas sin generar problemas y se finaliza con el proceso de empaque en el área con el mismo nombre, este puede cambiar; esta misma se encuentra marcada de color rojo en el diagrama de proceso.

Figura 70 Diagrama de proceso del yogurt con sabor a fresa



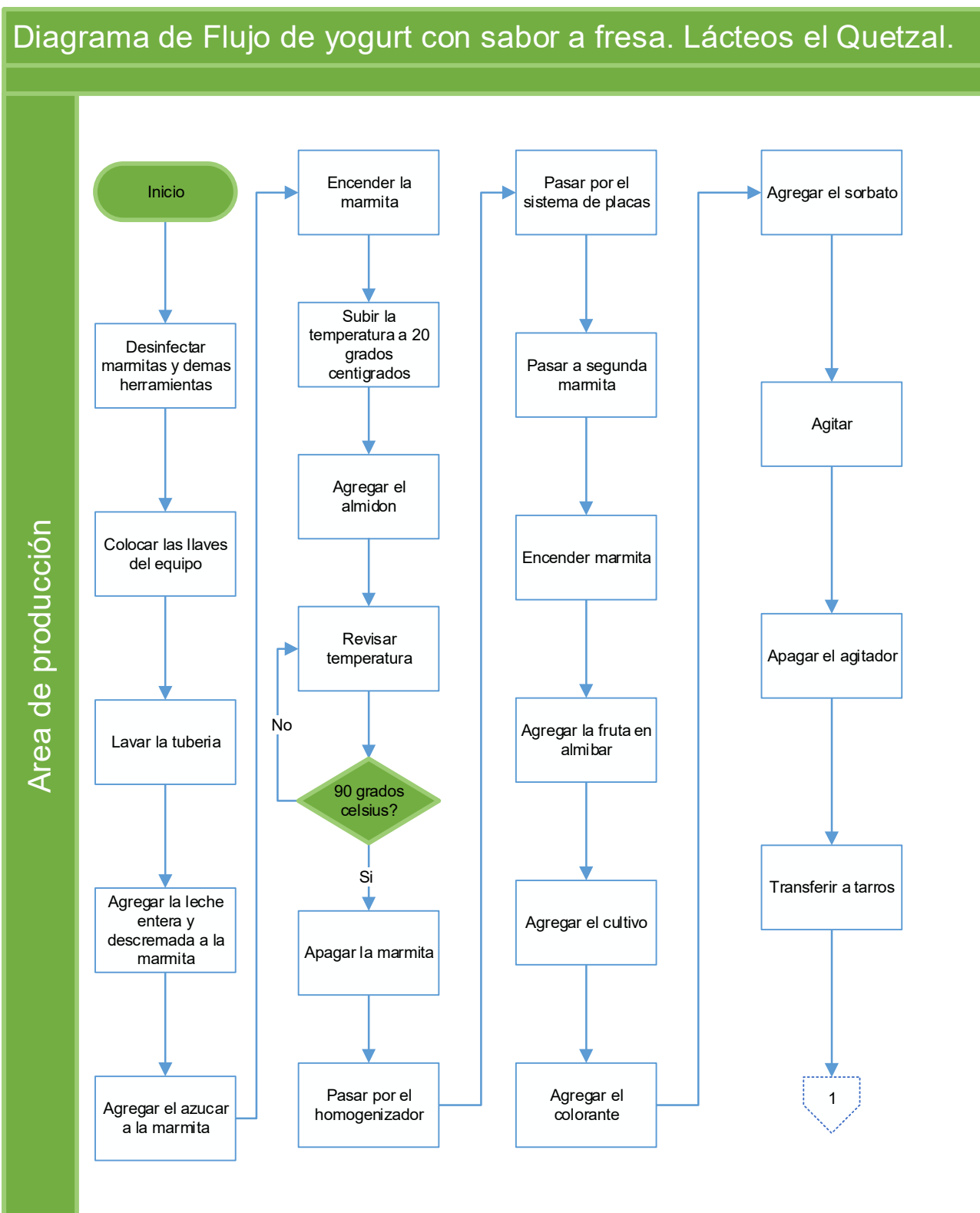
Fuente: Melina Abarca

La Figura 70 Diagrama de proceso del yogurt con sabor a fresa, muestra de manera general el proceso para realizar una tanda de este yogurt, este proceso se mantiene para la cantidad de yogurt que se decida procesar. Se puede observar en el diagrama anterior que este proceso cuenta con pocas actividades respecto a los productos anteriores; esto se debe a que el yogurt se centra en la fermentación, donde actúa el cultivo y convierte la mezcla obtenida en el producto final. La pasteurización y homogeneización son pasos adicionales que aumentan la vida útil del resultado.

La fermentación del yogurt es el proceso crítico donde se establece el resultado obtenido y dependiendo de este se continúa con el empaque del producto o no.

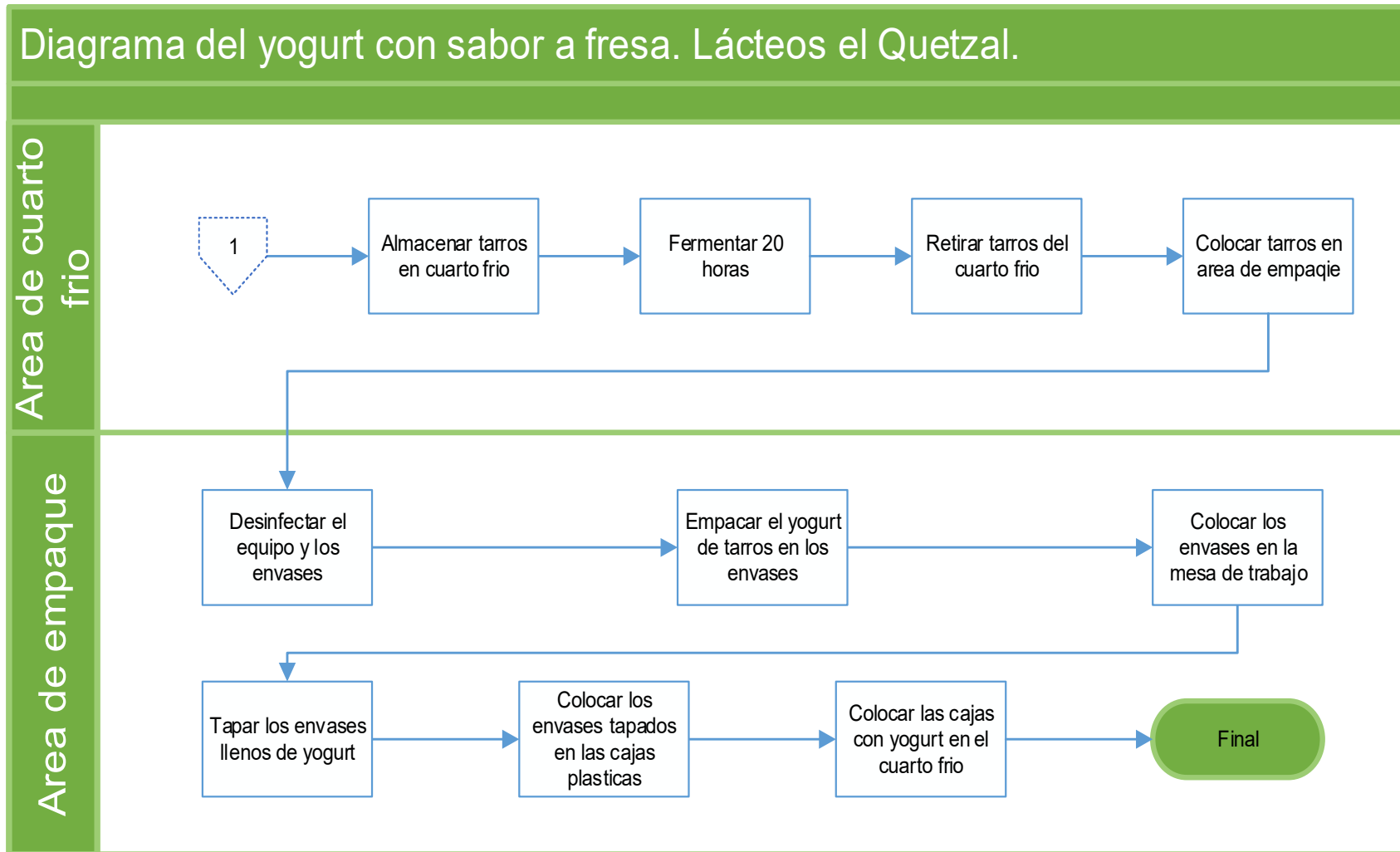
El último paso se encuentra completamente determinado por el plan de producción y los operarios deben consultar con el encargado las presentaciones en las que se debe empaquetar el producto, al finalizar este paso se puede vender el yogurt o se puede almacenar para su próxima venta. A continuación, se muestra el diagrama de flujo del producto, se encuentra ordenado por área donde se realiza, a diferencia de otros procesos, no se establecen funciones paralelas debido a la sencillez del proceso y al poco tiempo que le toma al operario completar la tarea.

Figura 71 Diagrama de flujo de yogurt con sabor a fresa



Fuente: Melina Abarca

Figura 72 Diagrama de flujo de yogurt con sabor a fresa



Fuente: Melina Abarca

La Figura 71 Diagrama de flujo de yogurt con sabor a fresa, detalla la primera fase de este producto; esta trabaja bajo los siguientes supuestos:

- Los operarios involucrados conocen la receta y la cantidad a procesar.
- La leche se encuentra descremada y en el área de producción.
- La leche entera y los demás materiales a utilizar se encuentran en el área de producción.
- Todos los materiales se encuentran correctamente medidos y pesados para la tanda a realizar.
- La marmita de producción fue previamente desinfectada y se encuentra lista para ser usada, igualmente la segunda marmita, el homogeneizador y el sistema de placas.

Estos supuestos establecen el inicio del proceso y generan los diagramas descritos anteriormente. La primera parte del proceso demuestra un procedimiento compuesto en su mayoría por agregar ingredientes a la mezcla y trabajar en la temperatura de la misma. Después de que el operario transfiere el yogurt a los tarros y los coloca en el cuarto frío, finaliza su parte del proceso y puede desinfectar completamente el área o prepararla para una siguiente tanda de producto.

Los operarios de empaque inician su proceso directo con el producto al finalizar la fermentación, como se continúa detallando en la Figura 72 Diagrama de flujo de yogurt con sabor a fresa. Después de colocar los tarros en el área designada, se procede a empacar el yogurt en los envases previamente etiquetados, la cantidad de envases a empacar es decidida por el plan de producción, el cual responde a la demanda del producto, se parte del punto de que los envases a utilizar ya se encuentran etiquetados y listos para ser utilizados.

Los operarios terminan su ciclo al almacenar el yogurt empacado en el cuarto frío, al llegar a este punto pueden prepararse para otra tanda de producto o limpiar y desinfectar el área y finalizar la jornada del día. Luego de conocer con detalle el proceso del yogurt con sabor a fresa, se procede a clasificar a este en cuatro componentes principales:

- **Pasteurización:** Comprende desde el inicio de la operación hasta el traslado de la mezcla al homogeneizador.
- **Homogeneización y enfriamiento:** inicia con la homogeneización de la mezcla hasta su transferencia a los tarros.

- Fermentación: Todo el tiempo que se mantiene el yogurt en el cuarto frío mientras fermenta es comprendido en este componente.
- Empaque: las últimas actividades del proceso, se encuentran en esta clasificación.

A partir de esta clasificación, se desarrolla la cadena de valor del proceso de yogurt con sabor a fresa y se busca identificar los puntos competitivos actuales de la empresa. Como se muestra en la siguiente figura:

Figura 73 Cadena de valor del yogurt con sabor a fresa

Cadena de valor del proceso de producción del yogurt con sabor a fresa en Lácteos el Quetzal				
Proceso operativo	Pasteurización	Homogeneización y enfriamiento	Fermentación	Empaque
Componentes	Termómetro Marmita Vapor de agua Producción definida Leche de vaca Azúcar Almidón modificado	Agua Sorbato Cultivo Fruta en almíbar Colorante Termómetro Equipo y materiales	Tarros de leche Espacio en cuarto frío libre y desinfectado	Mesa de transporte Mesa de trabajo Cajas plásticas Envases etiquetados y desinfectados Equipo y materiales
Cliente interno	Área de producción con marmita.	Área de producción con marmita, homogeneizador y sistema de placas Reloj funcional	Área de almacenaje en frío	Área de empaque con mesa de trabajo Área de almacenaje en frío
Variables y atributos	No tiene definidos	No tiene definidos	No tiene definidos	No tiene definidos
Indicadores	No tiene definidos	No tiene	No tiene	No tiene
Actividades o áreas de apoyo		Área de bodega. Suministro de materia prima Supervisión. Plan maestro de producción	Cuartos fríos	Cuartos fríos

Fuente: Melina Abarca

La Figura 73 Cadena de valor del yogurt con sabor a fresa, establece de manera general las etapas del proceso y se denota un faltante de indicadores que establezcan el cumplimiento del proceso según las necesidades del cliente interno y externo, de igual manera no se consideran ninguno de los dos dentro del proceso. Sin embargo, sí cuentan con detalle los componentes primordiales que se requieren para la realización del yogurt con sabor a fresa, pero no establece las variables ni los atributos que debe poseer en el momento de finalizar su transcurso en cada área y garantizar que el producto obtenido cumpla con las necesidades del cliente. Por lo tanto, se plantea enfocar la mejora sugerida en este proceso en el punto anterior, junto con los indicadores del proceso (marcados en color rojo).

Para finalizar el análisis del proceso productivo actual, se presenta la capacidad teórica de la empresa según los tiempos mencionados anteriormente.

Capacidad teórica de la producción de yogurt con sabor a fresa

La empresa puede producir una tanda completa de yogurt cada hora y además necesita dos horas para empacar esa misma tanda. Se consideran estos dos tiempos para establecer la capacidad teórica de la producción y empaque.

Primeramente, se consideran los días laborales y horarios de trabajo del operario de producción del área. Debido a que el operario de este producto es el mismo de la natilla, se utilizan los resultados de tiempo productivo diario las 7.08 horas obtenidas como resultado de la Tabla 21 Tiempos improductivos Lácteos el Quetzal, a continuación se procede a calcular el tiempo total disponible para producir yogurt con sabor a fresa:

- Tiempo total disponible por semana: $7.08 \text{ horas} * 6 \text{ días} = 42.48 \text{ horas}$
- Porcentaje de línea ocupado por el yogurt con sabor a fresa según Tabla 5 Clasificación de productos líquidos en Lácteos el Quetzal: 7%
- Tiempo disponible: $42.48 \text{ horas} * 7\% = 2.97 \text{ horas} = 2 \text{ horas y } 58 \text{ minutos}$. Para este caso se decide no redondear los tiempos obtenidos.

Se mantiene un promedio de 4.33 semanas por mes, lo que genera una disponibilidad de 12.86 ($2.97 \text{ horas por semana} * 4.33 \text{ semanas por mes}$) horas por mes para el yogurt con sabor a fresa. Seguidamente se calcula la capacidad instalada de la empresa:

- Horas disponibles por mes: 12.86 horas

- Tiempo para realizar una tanda: 1 hora

$$\begin{aligned} \text{Capacidad instalada de la empresa} &= \frac{12.86 \text{ horas disponibles por mes}}{1 \text{ horas necesarias por tanda}} \\ &= 12.86 \approx 12 \text{ tandas por mes} \end{aligned}$$

Igualmente que para la natilla, se redondea hacia abajo la producción esperada de yogurt con sabor a fresa para generar un margen que permita poder reaccionar ante algún cambio en la demanda o imprevistos en la producción no controlables por la empresa. Seguidamente se procede a establecer la capacidad instalada real de la empresa, considerando la totalidad de horas disponibles en la línea de producción, se mantiene el mismo redondeo hacia abajo.

- Horas disponibles por semana: 42.48 horas
- Semanas del mes: 4.33 semanas
- Horas disponibles por mes: $42.48 * 4.33 = 183.94 \text{ horas}$.
- Tiempo para realizar una tanda: 1 hora

$$\begin{aligned} \text{Capacidad instalada de la empresa} &= \frac{183.94 \text{ horas disponibles por mes}}{1 \text{ horas necesarias por tanda}} \\ &= 183.94 \approx 183 \text{ tandas por mes} \end{aligned}$$

Según la Figura 67 Requerimiento de materiales para el yogurt con sabor a fresa, se obtienen 380 litros por tanda, con este dato se procede; en la siguiente página, a calcular la capacidad teórica en litros del área de líquidos.

Tabla 27 Cálculo de capacidad instalada para yogurt con sabor a fresa

Cálculo de capacidad instalada para yogurt con sabor a fresa			
Detalle	Cantidad de tandas que se pueden realizar por mes	Litros obtenidos por tanda de yogurt con sabor a fresa	Capacidad instalada en litros de yogurt con sabor a fresa
Capacidad instalada total en el área de producción de líquidos	183 tandas	380 litros	$183 * 380 = 69,540 \text{ l}$
Capacidad instalada dedicada a la producción de yogurt con sabor a fresa	12 tandas	380 litros	$12 * 380 = 4,560 \text{ l}$

Fuente: Melina Abarca

La Tabla 27 Cálculo de capacidad instalada para yogurt con sabor a fresa, establece 4,560 litros de yogurt como la capacidad teórica y dedicada en el área de líquidos a este producto, según la capacidad total del área se mantiene una holgura promedio de 65,000 litros que puede ser utilizado para producir este producto.

A continuación, se comprueba que el tiempo de empaque pueda cubrir la capacidad instalada de la línea, se considera que los operarios tardan dos horas en completar la tarea de empacar una tanda completa y al ser los mismos considerados en la Tabla 23 Jornada de trabajo Lácteos el Quetzal, se mantienen las 48 horas semanales disponibles para este proceso. Seguidamente se calcula el tiempo total disponible para empaque, considerando el 7% ocupado por este producto en el área:

- Tiempo total disponible por semana: 48 horas
- Porcentaje de línea ocupado por el yogurt con sabor a fresa: 7%
- Tiempo disponible: $48 \text{ horas} * 7\% = 3.36 \text{ horas} = 40 \text{ horas y } 21 \text{ minutos}$.

Según el promedio de 4.33 semanas por mes, se genera una disponibilidad de 14.55 horas mensuales ($4.33 \text{ semanas al mes} * 3.36 \text{ horas por semana}$) para empacar yogurt con sabor a fresa, se presenta el cálculo de la capacidad instalada:

- Horas disponibles por mes: 14.55 horas

- Tiempo para empacar una tanda: 2 horas

$$\text{Capacidad instalada de la empresa} = \frac{14.55 \text{ horas disponibles por mes}}{2 \text{ horas necesarias por tanda}}$$

$$= 7.27 \approx 7 \text{ tandas por mes} * 380 \text{ litros (producidos por tanda)} = 2,660 \text{ litros}$$

El redondeo hacia abajo se mantiene según la consideración de la empresa. Finalmente se procede a establecer la capacidad instalada real en el área de empaque de la empresa, considerando la totalidad de horas disponibles en el área.

- Horas disponibles por semana: 48 horas
- Semanas del mes: 4.33 semanas
- Horas disponibles por mes: $48 * 4.33 = 207.84 \text{ horas}$.
- Tiempo para empacar una tanda: 2 horas

$$\text{Capacidad instalada de la empresa} = \frac{207.84 \text{ horas disponibles por mes}}{2 \text{ horas necesarias por tanda}}$$

$$= 103.92 \approx 103 \text{ tandas por mes} * 380 \text{ litros} = 39,140 \text{ kg}$$

Ambas capacidades instaladas del área de producción son mayores a la capacidad de empaque actual de la empresa. Esta capacidad se encuentra limitada por la cantidad de operarios del área, debido a que el proceso de empaque es completamente manual, se puede aumentar su capacidad con otro operario de empaque según sea necesario para cubrir la totalidad de la capacidad productiva de la planta.

Los 4,560 litros de la capacidad instalada de la línea, corresponde al 7% ($\frac{4,560}{69,540} = 0.0657 \approx 7\%$) de la capacidad total teórica de esta. Mientras que el área de empaque es capaz de cubrir el 58% ($\frac{2,660}{4,560} = 0.5833 \approx 58\%$) de la capacidad productiva teórica de la línea. Se mantiene en consideración la capacidad de empaque y de producción al realizar el análisis de la oferta y demanda de este producto que procede a continuación:

Análisis de oferta y demanda del producto

La primera parte del análisis de la oferta demanda se representa en la tabla resumen de la oferta y demanda del yogurt con sabor a fresa. Este producto cuenta con tres diferentes presentaciones, para efectos del análisis actual, se trabaja con una demanda y oferta agregada. En la siguiente página se muestra la tabla comparativa de la oferta y demanda del yogurt con sabor a fresa, desde octubre del 2016 hasta diciembre del 2017.

Tabla 28 Tabla de datos de oferta demanda del yogurt con sabor a fresa

Tabla de oferta – demanda de yogurt con sabor a fresa Lácteos el Quetzal		
Oct 2016 – Dic2017		
Periodo	Demanda en litros	Oferta en litros
2016		
Octubre	1240	1346
Noviembre	1083	1585
Diciembre	1030	1499
2017		
Enero	1350	1182
Febrero	1240	1153
Marzo	1369	1545
Abril	1182	1525
Mayo	1169	1484
Junio	1264	1181
Julio	1176	1143
Agosto	1240	1587
Septiembre	1211	1181
Octubre	1120	792
Noviembre	1358	1174
Diciembre	1106	971
Total general	18138	19349

Fuente: Melina Abarca

La Tabla 28 Tabla de datos de oferta demanda del yogurt con sabor a fresa, detalla en litros los datos mensuales agregados del yogurt con sabor a fresa. Al igual que la natilla, se establece un faltante en la oferta de producto; sin embargo se establece un total de 100 litros de yogurt faltantes en el periodo del 2017, donde un 25% corresponde a material de empaque roto o faltante y un 75% a errores de programación que han llevado a faltante en la producción.

A partir de la tabla anterior, se procede a obtener la capacidad requerida de producto (promedio de la demanda) y la capacidad utilizada (promedio de la oferta), de los cuales se obtienen los siguientes resultados:

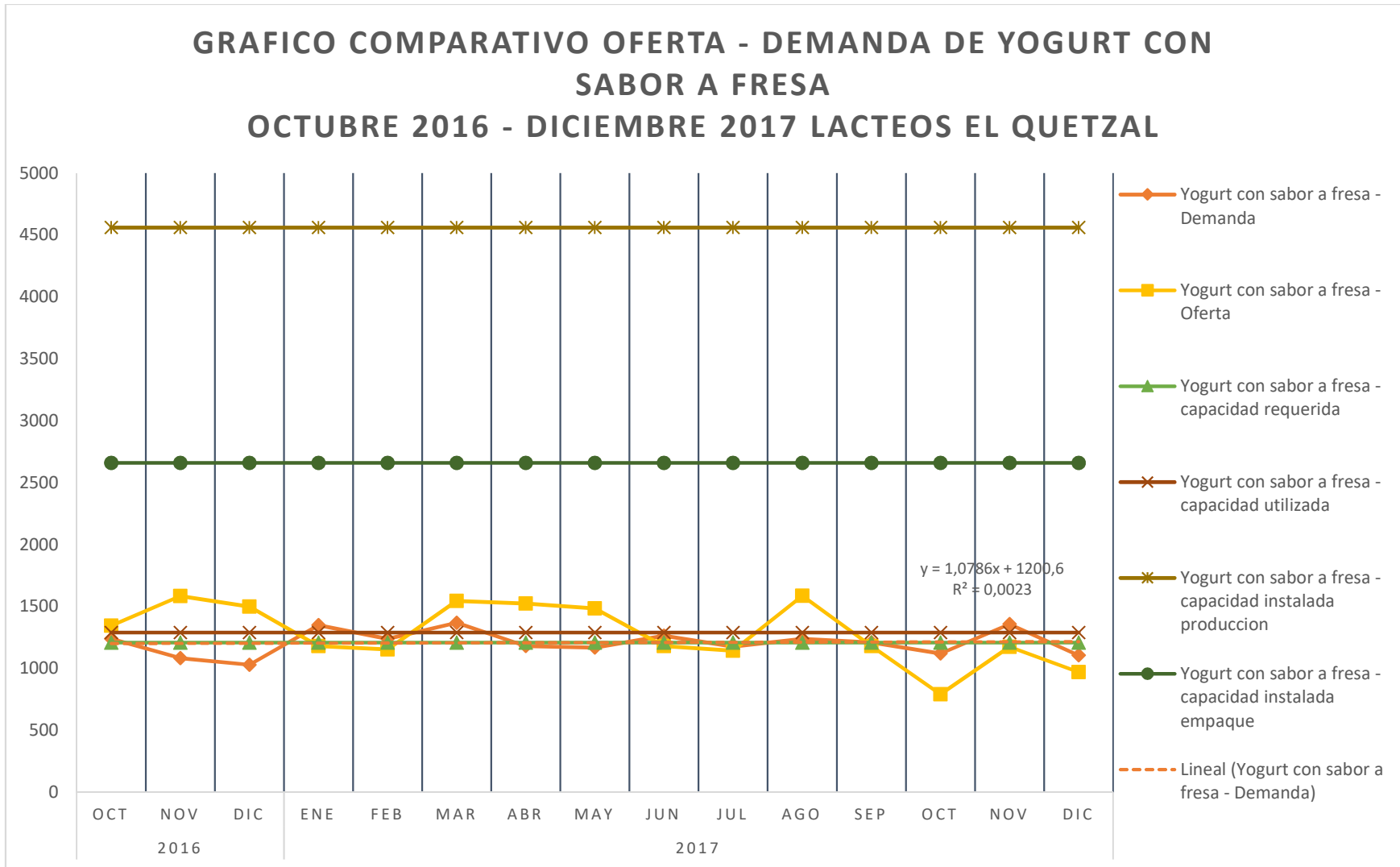
$$\text{Capacidad requerida} = \frac{18,138 \text{ (total de demanda)}}{15 \text{ (cantidad de datos)}} = 1,209.2 \text{ l de yogurt}$$

$$\text{Capacidad utilizada} = \frac{19,349 \text{ (total de oferta)}}{15 \text{ (cantidad de datos)}} = 1,289.9 \text{ l de yogurt}$$

Según las capacidades resultantes se puede concluir inicialmente que se oferta en promedio 80.7 litros más de yogurt con sabor a fresa respecto a los necesarios; sin embargo, se observa un descenso en la oferta del producto a partir de setiembre del 2017, donde se puede considerar que esta acción fue consecuencia de un aumento en el inventario del producto, y de esta manera se niveló la oferta y demanda según la información otorgada por la empresa. Según la capacidad instalada y dedicada en la producción de la línea (4,560 kilogramos por mes), se está utilizando el 28.3% ($\frac{1,289.91}{4,560}$) frente al 2% ($\frac{1,289.91}{69,540}$) de la capacidad total del área de producción de líquidos, considerando este margen disponible entre la capacidad utilizada y la teórica, se considera el crecimiento de la producción en caso de aumentar la demanda.

En el siguiente gráfico se detalla visualmente la oferta y demanda percibida, además de las capacidades calculadas anteriormente.

Figura 74 Gráfico comparativo de la oferta demanda del yogurt con sabor a fresa



Fuente: Melina Abarca

En la Figura 74 Gráfico comparativo de la oferta demanda del yogurt con sabor a fresa, se contempla la oferta y demanda del producto frente a las distintas capacidades de la línea, se marca la diferencia entre la capacidad productiva y la de empaque, sin embargo, ambas se encuentran por encima de la demanda y oferta del yogurt.

Se denota un comportamiento casi lineal en la demanda frente a una tendencia aleatoria en la oferta y debido a esto, se obtiene una capacidad utilizada mayor a la requerida que además, únicamente es sobrepasado por la demanda en los meses de enero, marzo y noviembre del 2017. Sin embargo, estos meses no son suficientes para sobrellevar los picos de oferta que se observan en el gráfico y que justifican a su vez la disminución en la oferta a partir del mes de setiembre, que debió minimizar el inventario de producto dado que en diciembre se produjo una cantidad cercana a la demanda observada en el gráfico anterior.

La Figura 74 Gráfico comparativo de la oferta demanda del yogurt con sabor a fresa, detalla una línea de tendencia casi lineal que aumenta de forma positiva cada mes; con este resultado se observa por segunda vez un comportamiento positivo en la demanda de los productos de la empresa. Considerando esta tendencia, no se va a calcular el punto de equilibrio del yogurt, dado que no se va a llegar a este punto; se finaliza el análisis con la clasificación de los costos incurridos, para conocer el detalle de estos e incluir los datos en la propuesta del diseño con la información de los demás productos del área.

Tabla 29 Costos del yogurt con sabor a fresa

Detalle	Monto
Costos fijos totales por línea	¢123,000
Costos fijos totales por producto	¢8,610
Costos fijos por kilogramo	¢5.55
Costos variables por kilogramo	¢789.03
Precio de venta por litro	¢1,075
Margen	¢280.42

Fuente: Melina Abarca

La Tabla 29 Costos del yogurt con sabor a fresa, establece costos variables que cubren el 73% del precio de venta, lo cual aumenta la importancia del detalle de los insumos críticos mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 30 Desglose de costos variables del yogurt con sabor a fresa

Detalle del costo variable	Monto	Porcentaje
Leche entera	¢322.58	41%
Otros costos variables	¢300.00	38%
Leche descremada	¢87.10	11%
Mano de obra	¢57.35	7%
Otros costos variables	¢22.00	3%
Total	¢1,047.09	100%

Fuente: Melina Abarca

Según la Tabla 30 Desglose de costos variables del yogurt con sabor a fresa, el 41% de los costos variables corresponde a la leche entera utilizada en el proceso, seguidamente se muestra un 38% correspondiente a otros costos variables, los cuales se detallan en los demás ingredientes del producto; tales como almidón modificado, cultivo, colorante, saborizante, fruta en almíbar y sorbato. Se finaliza el análisis del yogurt con sabor a fresa con los siguientes enunciados encontrados:

- Los costos variables del yogurt ocupan el 73% del precio de venta, lo que reduce el margen por venta.
- La demanda en el periodo estudiado se denota con una tendencia casi lineal, lo que facilita el pronóstico de esta al contar con pocos picos durante el año.
- La capacidad teórica actual de empaque es menor a la capacidad teórica del área de producción.

- En caso de aumentar la demanda, el área de empaque se puede convertir en el potencial cuello de botella.
- Actualmente se utiliza el 28.3% de la capacidad teórica dedicada al yogurt y un 2% de la capacidad total instalada del área de líquidos.
- El empaque del producto es un proceso manual, realizado por dos operarios dedicados a esta área.

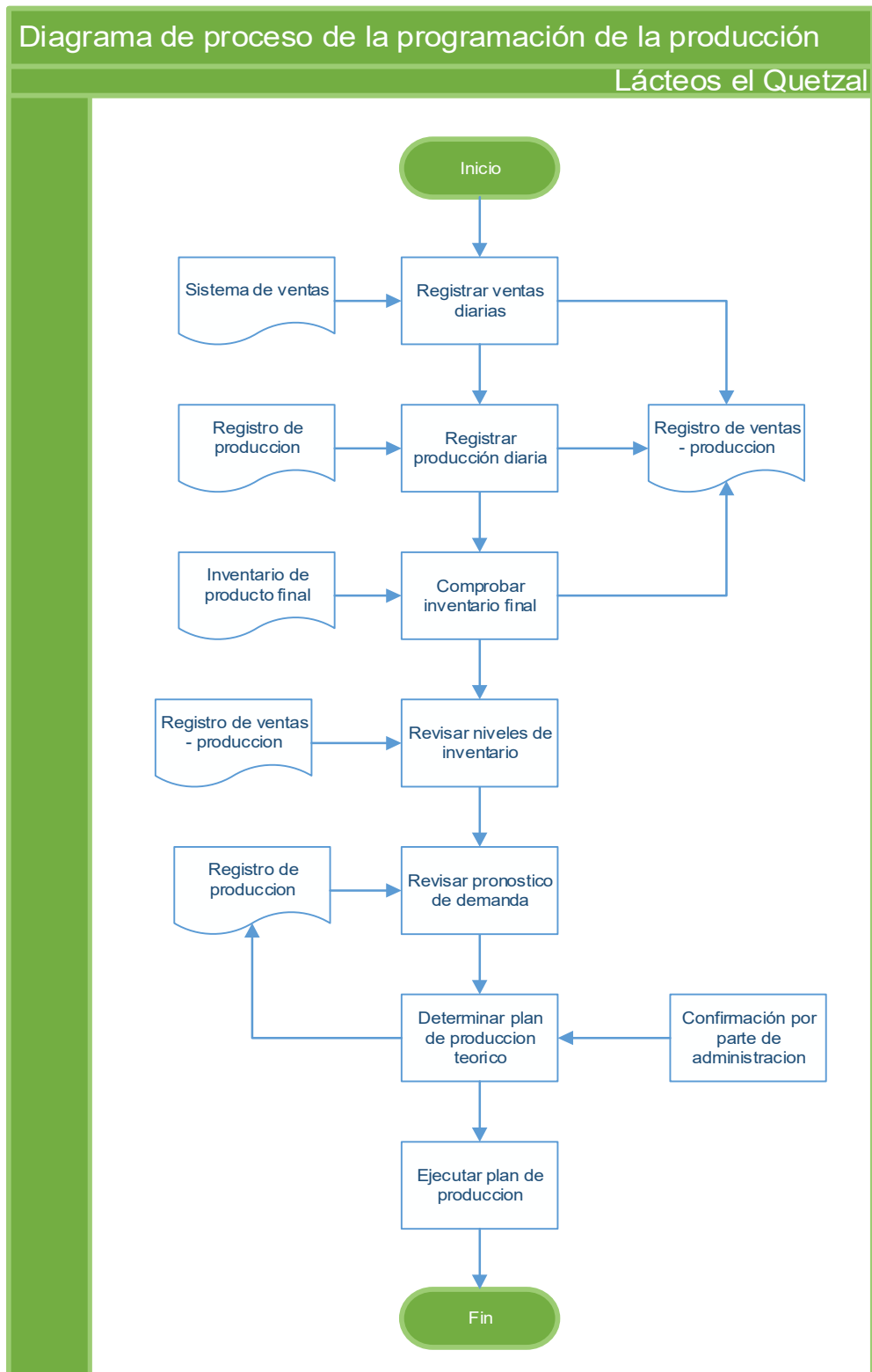
El último apartado del presente diagnóstico, corresponde al análisis del proceso de programación y control de la producción actual de la empresa; se presenta el proceso, el manejo de inventario y la clasificación de las causas que afectan el cumplimiento de la demanda y la programación de la producción.

Programación y control actual de la producción

Esta área se encuentra conformada principalmente por un supervisor de producción y un administrativo, quienes trabajan en conjunto en este proceso. El enfoque en el presente diagnóstico se desarrolla en el proceso de decisión para determinar la producción de la planta y a su vez, se analizan las causas encontradas en el proceso actual y en los anteriores, que puedan afectar la programación de la producción y dificulten el cumplimiento de la demanda.

A continuación, en la siguiente página se muestra el diagrama del proceso de decisión de la programación de la producción de la empresa:

Figura 75 Diagrama de proceso de la programación de la producción en la planta



Fuente: Melina Abarca

En la Figura 75 Diagrama de proceso de la programación de la producción en la planta, se denotan cuatro documentos que el encargado de la programación debe consultar o actualizar antes de establecer el plan de producción de la empresa; estos no mantienen comunicación entre sí y como se denota, son actualizados diariamente según las entradas y salidas de los distintos productos. Este proceso se realiza una vez por día y se consideran todos los productos en el momento, el personal administrativo observa el plan realizado y en caso de haber obtenido alguna solicitud por parte del personal operativo que pueda interferir con el plan, le comunica al encargado el cambio de este, si no hay ningún inconveniente, se procede a ejecutar el plan y se regresa al inicio del proceso.

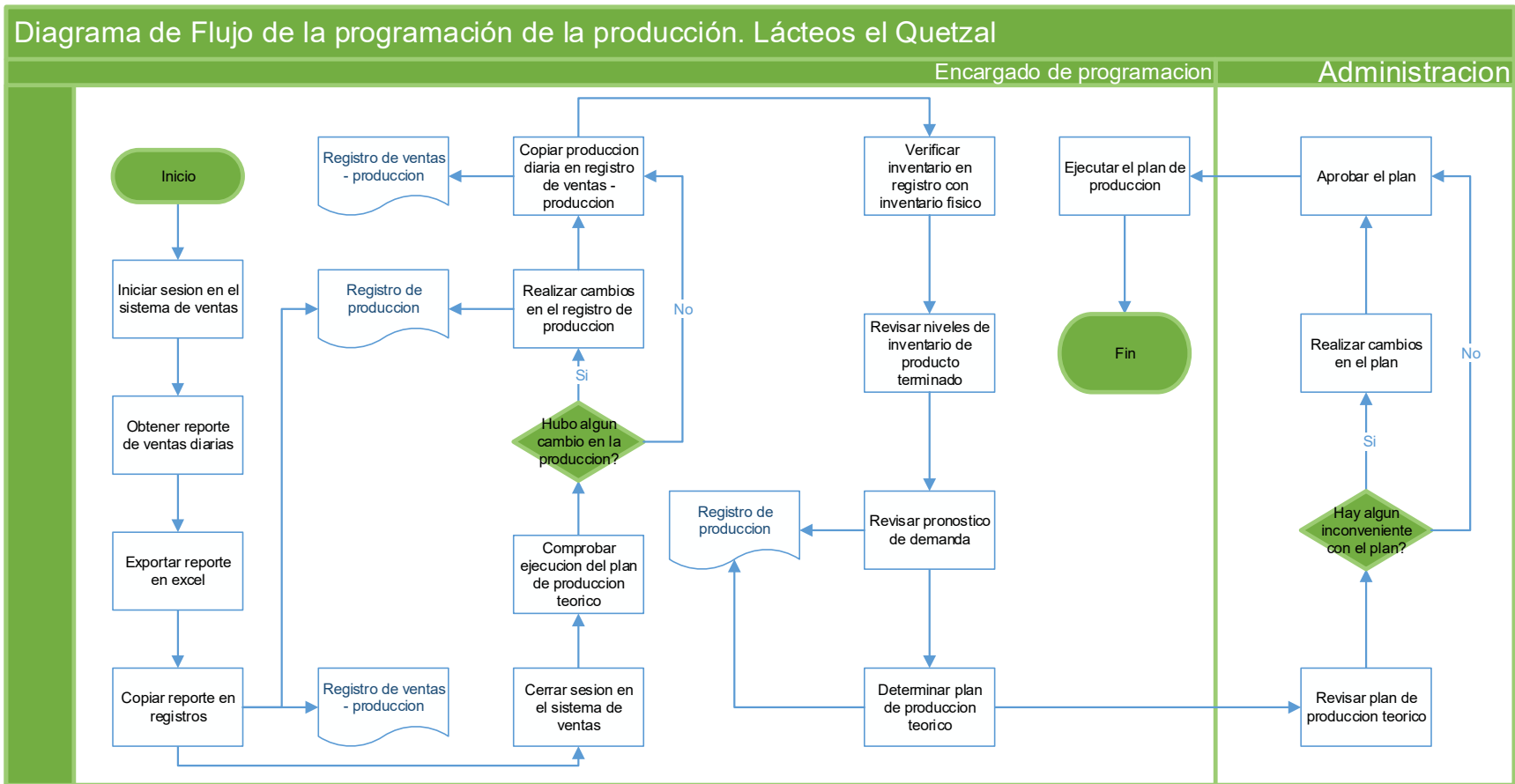
Dentro del proceso se encuentran como puntos decisivos, los niveles de inventario y el pronóstico de la demanda, estos definen la cantidad y los productos y cuándo se van a producir. Según consultas con el encargado, algunas de las causas que dificultan el cumplimiento del plan de producción son las siguientes:

- Faltante de materia prima: debido a poca planificación de la producción durante el año se obtiene faltante de leche, crema de leche o leche en polvo; principalmente, los cuales son materiales críticos para la empresa.
- Faltante de material de empaque: igual que los insumos anteriores, la mala planificación y poca comunicación con el proveedor, resulta en faltante de material de empaque tales como bolsas, envases y etiquetas.
- Poca calidad de material de empaque: aunque este es menos frecuente, algunos de los motivos de devolución de producto (especialmente natilla), se debe a defectos en el material de empaque.
- Poca estandarización en el producto final: la empresa maneja un promedio de producto obtenido por cada tanda realizada. Sin embargo, este método no cubre las variaciones en el resultado final de la producción que dependen de otros factores; por ejemplo: la calidad de la leche procesada en el queso, el contenido empacado en los envases de yogurt, variaciones en la máquina de empaque, entre otros.

- Errores de maquinaria y de personal: según lo mencionado anteriormente, algunas de las variaciones en la oferta de producto se debe a errores en la maquinaria; estos pueden ser producidos por falta de mantenimiento, uso incorrecto del equipo. Mientras que otras variaciones se deben a errores del personal involucrado, algunos ejemplos pueden ser equivocación del operario al obtener los materiales de la bodega, descuido en el proceso y dejar pasar las temperaturas o tiempos o poco compromiso con sus labores y con la empresa.
- Poca capacitación al personal: entre las prioridades de la empresa no se ha encontrado brindar capacitación a los operarios, y esto ha generado como resultado falta de conciencia en la importancia de producir correctamente y de manera debida manteniendo al máximo la inocuidad de los productos.
- Devoluciones de producto: entre los motivos por devoluciones se encuentran empaques rotos, pesas inexactas en producto pre empacado o excedente de suero de leche en quesos frescos.
- Sobredemanda de producto: la empresa cuenta con el registro de un aumento considerable de la demanda general de los productos durante los meses de enero hasta marzo de cada año, en este periodo los pedidos de los clientes aumentan y se ha dificultado cumplir con la totalidad de la demanda, mientras que en el resto del año no se presenta este problema.
- Poca comunicación entre áreas: los operarios mantienen una resistencia a abrir la comunicación entre ellos mismos y de igual manera, el área administrativa no ha dado el ejemplo de mejorar su comunicación con cada área. Esta falta de comunicación dificulta la mejora de los procesos y la corrección de errores cometidos por los operarios, que podrían haber sido corregidos con antelación en la producción.
- Poca tecnología en la maquinaria: muchos de los procesos realizados por los operarios son manuales, esto aumenta el tiempo necesario para completar una tanda de producto y requiere también mayor cantidad de operarios.

Cada una de estas causas anteriormente descritas, serán desarrolladas más adelante en el diagnóstico. A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de programación de la producción de la empresa.

Figura 76 Diagrama de flujo de la programación de la producción en la planta



Fuente: Melina Abarca

La Figura 77 Detalle de ingreso de la demanda, establece tres puntos principales dentro del proceso de la programación de la producción, los cuales son críticos para ingresar la demanda y oferta dentro del sistema, cada uno de estos pasos se detallan a continuación:

1. Ingresar las ventas en los registros de ventas – programación y producción, establece dentro de cada documento la información de la demanda de cada producto de la empresa, este reporte incluye los datos de devoluciones y faltantes que corresponden a los otros componentes de la demanda. Es importante recalcar que por políticas de la empresa, no se reprocesa ningún producto con el fin de no comprometer la inocuidad del mismo, en caso de encontrarse en esta situación se procede a desechar el producto según corresponda.
2. Los cambios realizados en la producción planeada son registrados en este punto; en el mismo documento se conserva el plan teórico para poder realizar algún comparativo necesario. En este punto nuevamente se ingresan los datos en los dos registros anteriormente mencionados, y según la producción realizada se obtienen los kilogramos o litros resultantes de la oferta de cada producto.
Este segundo paso es crítico para determinar el plan de producción teórico en el siguiente elemento del proceso.
3. El último detalle señalado en la figura anterior, corresponde a revisar y determinar el plan de producción teórico de la empresa. El documento llamado registro de producción recibe los datos ingresados en los pasos anteriores, seguidamente este mismo establece la cantidad en kilogramos o litros de producto necesarios para cubrir la demanda pronosticada para el siguiente periodo (en este caso; siguiente día de ventas). El encargado de producción evalúa la receta a utilizar para cumplir este plan de la mejor manera, como paso final en este punto, se deben registrar las cantidades y las recetas planeadas.

Mediante estos puntos anteriores, se registra la oferta y demanda y se establece el plan teórico de producción de la empresa; finalmente este proceso de programación de la producción debe responder a tres preguntas principales, ¿cuánto, cuándo y qué producir?, seguidamente se detalla cómo según la Figura 76 Diagrama de flujo de la programación de la producción en la planta, el encargado resuelve estas interrogantes:

- ✓ ¿Cuánto producir?: los registros de producción y ventas – producción determinan el nivel de inventario de producto final, este primer registro además mantiene un pronóstico de la demanda según el método de promedio simple (se utiliza como factor la demanda de los meses anteriores para determinar el pronóstico de la demanda del mes actual), que define la cantidad de producto necesario a producir para cubrir la totalidad de la demanda pronosticada.
- ✓ ¿Cuándo producir?: Se considera la disponibilidad de leche líquida disponible (niveles de inventario de materia prima) para establecer la receta de queso tierno o natilla a utilizar, la decisión finaliza cuando se determinan las variaciones de receta a procesar. En este paso, el plan de producción creado también determina el orden de las tandas a producir.
- ✓ ¿Qué producir?: Los pronósticos de la demanda obtenidos en el registro de producción se encuentran separados por producto; por lo tanto, desde el inicio del proceso se conocen los diferentes productos necesarios.

A continuación, se presenta el mapeo del proceso mediante un diagrama SIPOC que especifica las entradas y los proveedores necesarios para el proceso de programación de la producción en Lácteos el Quetzal:

Figura 78 Diagrama SIPOC de la programación de la producción en la planta

Diagrama SIPOC de proceso de la programación de la producción Lácteos el Quetzal				
Proveedores	Entradas	Procesos	Salidas	Clientes
Lácteos el Quetzal	Excel	Ver Figura 76 Diagrama de flujo de la programación de la producción en la planta	Plan maestro de producción teórico	Colaboradores de Lácteos el Quetzal Personal administrativo Encargado de la programación de la producción
Lácteos el Quetzal	Personal			
Jasec	Electricidad			
ICE	Internet			
Lácteos el Quetzal	Sistema de ventas			
Proveedores de Lácteos el Quetzal	Materia prima para producción			

Fuente: Melina Abarca

La Figura 78 Diagrama SIPOC de la programación de la producción en la planta, detalla las entradas y salidas del proceso de la programación de la producción, se denota que los insumos necesarios para el proceso son pocos, considerando que esta pasa en la computadora de la empresa, debido a esto la mayoría de proveedores para este es la misma empresa, exceptuando a los proveedores de internet, electricidad e insumos para la producción.

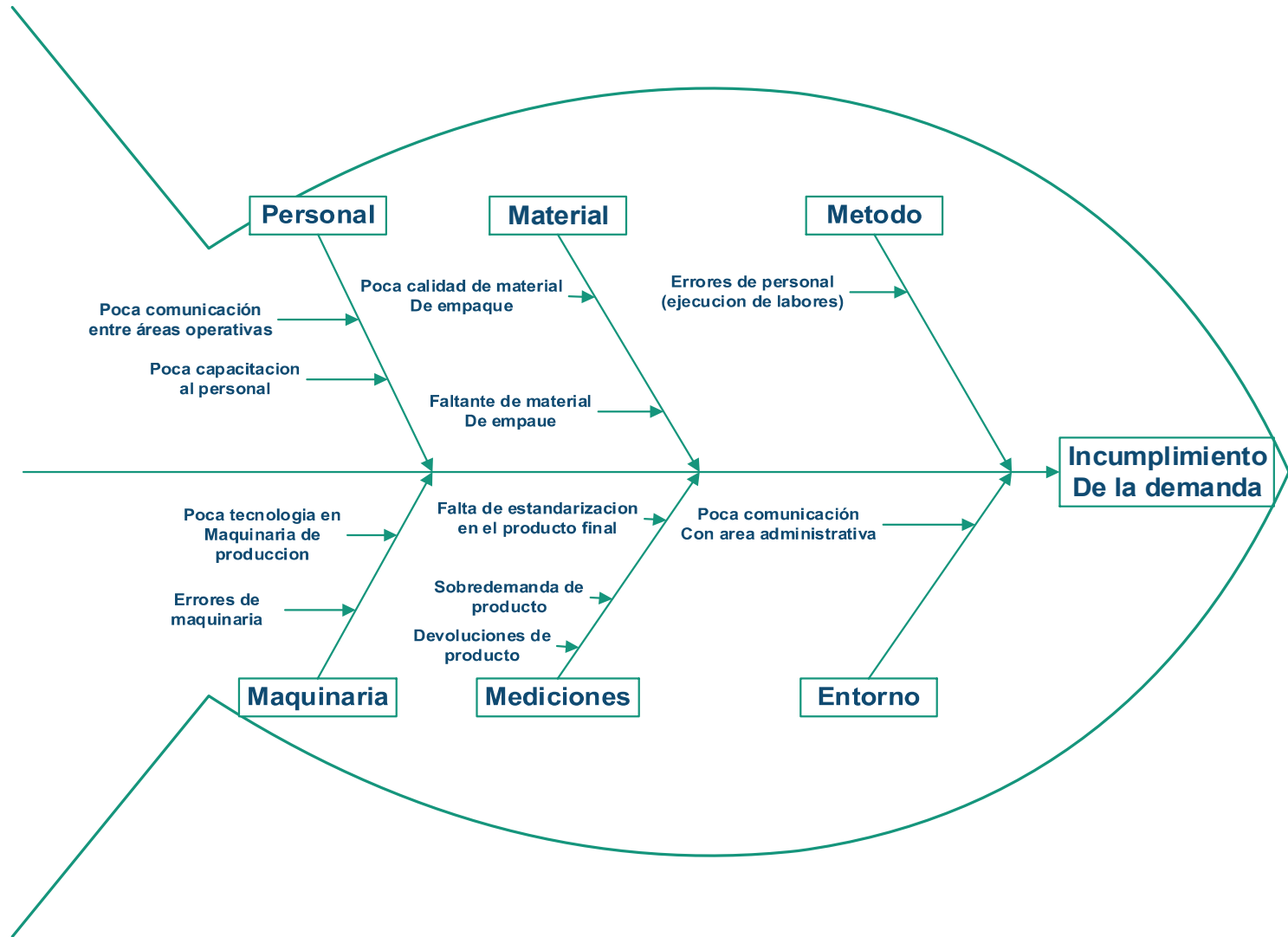
Los clientes del proceso son meramente internos, principalmente los operarios de la empresa, estos necesitan un plan detallado con sus tareas para su jornada laboral, el personal administrativo igualmente busca un plan detallado para programar algunas tareas que no se encuentran en las labores del encargado de producción; tales como mantenimiento de equipo o fumigaciones. Este último operario utiliza el plan realizado como base para las siguientes programaciones y para guiar a los operarios en sus labores.

Después de lo anteriormente expuesto, se finaliza el análisis actual con la clasificación de las causas mencionadas que pueden afectar la capacidad de la empresa de cumplir con la totalidad de la demanda obtenida.

Análisis de las causas

A continuación, en el siguiente diagrama se procede a clasificar las causas que generan el incumplimiento de la demanda, según lo detallado en el análisis del diagrama de proceso de la programación de la producción en la empresa:

Figura 79 Diagrama de ishikawa



Fuente: Melina Abarca

La Figura 79 Diagrama de Ishikawa, designa los principales factores que afectan la capacidad de la empresa de cumplir la demanda, estas causas se pretenden utilizar junto a la propuesta de mejora del sistema de programación y control de la producción, para aumentar la respuesta de la planta ante la demanda de productos que obtiene, seguidamente se procede a clasificar las causas detalladas en asignables o no asignables (si los operarios influyen en esta o no) y controlables o no controlables (según la dificultad de seguimiento).

Tabla 31 Clasificación de las causas

Identificación	Áreas	Asignable o no asignable	Controlable o no controlable
A	Poca calidad de material de empaque	No asignable	Controlable
B	Faltante de estandarización en el producto final	No asignable	Controlable
C	Faltante de material de empaque	No asignable	Controlable
D	Poca capacitación al personal	No asignable	Controlable
E	Poca comunicación con área administrativa	Asignable	No controlable
F	Poca comunicación entre áreas operativas	Asignable	No controlable
G	Sobredemanda de producto	No asignable	Controlable
H	Poca tecnología en maquinaria de producción	No asignable	No controlable
I	Devoluciones de producto	Asignable	Controlable
J	Errores de maquinaria	No asignable	Controlable
K	Faltante de materia prima	No asignable	Controlable
L	Errores de personal (ejecución de labores)	Asignable	No controlable

Fuente: Melina Abarca

Según la tabla anterior; de 12 causas únicamente 4 no son controlables y 8 no son asignables, lo que facilita en la etapa de diseño, establecer un sistema que disminuya su incidencia y logre mejorar la respuesta de la empresa ante la demanda. Para continuar con la clasificación de las causas, se procede a realizar el diagrama de Klee de estas, considerando la opinión del encargado de programación, la empresa y el autor del documento. Mediante este se espera obtener las causas críticas que ameriten atención prioritaria en la última parte del presente proyecto de investigación.

Tabla 32 Algoritmo de Klee

Algoritmo de Klee														
Nota Empresa	25	100	50	25	25	100	75	25	50	75	25	50		
Nota del autor	25	75	25	25	25	75	50	50	50	50	50	50		
Áreas	K	B	J	L	I	A	C	G	F	E	H	D	Sumatoria	Peso
K		0.5	0.75	0	0.25	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0	3	5%
B	0.5		0.75	0.75	0	0	0	0.75	0.75	0.75	0.75	0	5	8%
J	0.25	0.25		0	0.75	0	0.25	0	0.25	0.5	0.5	0	2.75	4%
L	1	0.25	1		0	0	0	0	0.25	0.5	0.5	0	3.5	5%
I	0.75	1	0.25	1		0.25	0.75	0	0.5	0.75	0.25	0.5	6	9%
A	1	1	1	1	0.75		0.75	0	0.5	0.75	0.75	0.75	8.25	3%
C	0.5	1	0.75	1	0.25	0.25		0	0.75	0.5	0.25	0.5	5.75	9%
G	1	0.25	1	1	1	1	1		0.5	0.75	0.75	0.5	8.75	13%
F	0.5	0.25	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5		0.5	0.75	0.75	6	9%
E	0.5	0.25	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5	0.25	0.5		0.5	0.25	4.25	6%
H	1	0.25	0.5	0.5	0.75	0.25	0.75	0.25	0.25	0.5		0.25	5.25	8%
D	1	1	1	1	0.5	0.25	0.5	0.5	0.25	0.75	0.75		7.5	11%
Total	8	6	8.25	7.5	5	2.75	5.25	2.25	5	6.75	5.75	3.5	66	100%

Fuente: Melina Abarca

La tabla anterior establece el algoritmo de klee, donde cada una de las causas es considerada contra las demás según la opinión de la persona encargada de la programación, a partir de esta se desarrolla la siguiente tabla donde el peso obtenido de cada causa se sopesa con la nota obtenida por el autor y por la empresa.

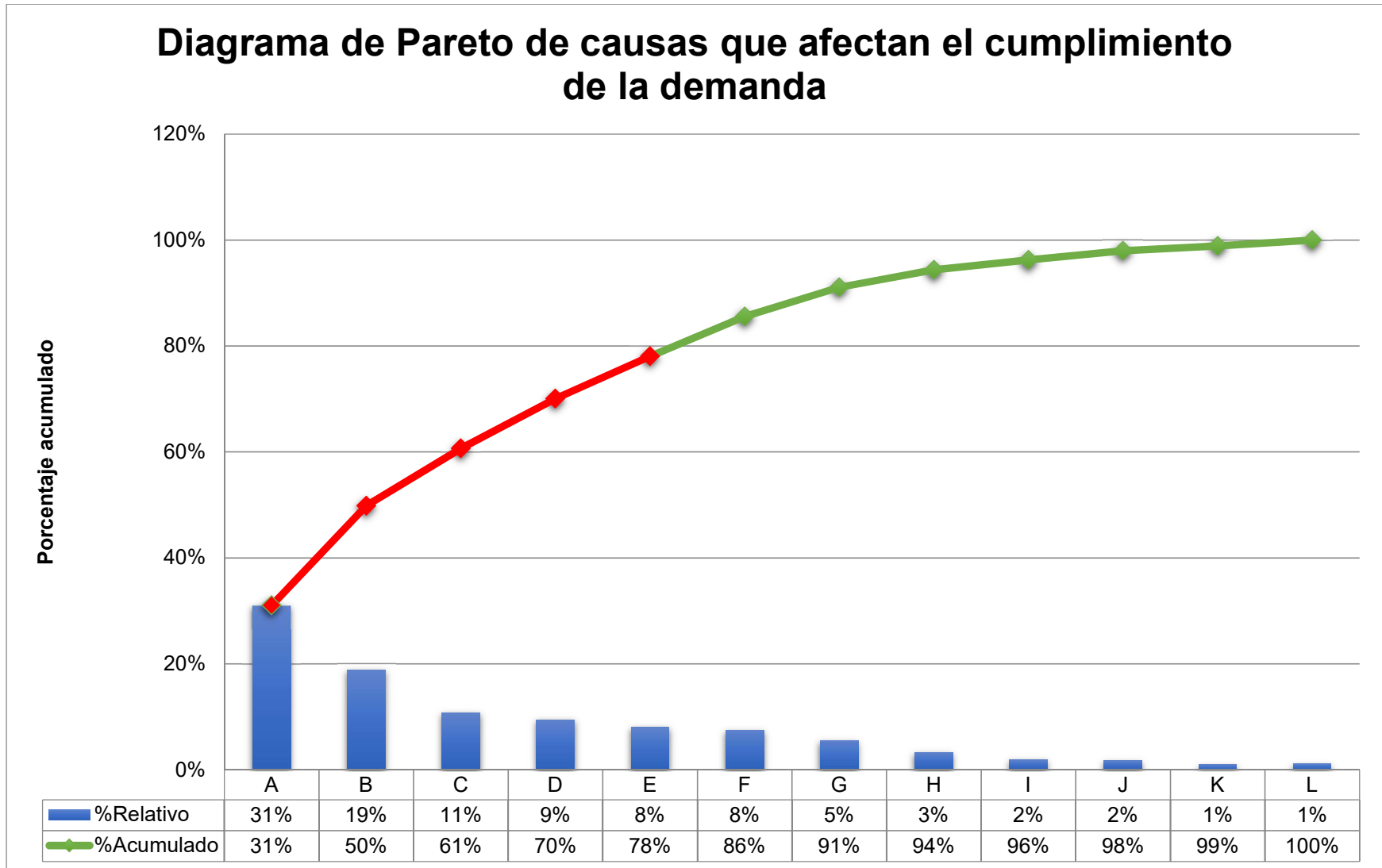
Tabla 33 Causas ordenadas según su resultado

Datos ordenados según su resultado					
Identificación	Áreas	Resultado	%Relativo	%Acumulado	Calificación
A	Poca calidad de material de empaque	938	31%	31%	A
B	Faltante de estandarización en el producto final	568	19%	50%	A
C	Faltante de material de empaque	327	11%	61%	A
D	Poca capacitación al personal	284	9%	70%	A
E	Poca comunicación con área administrativa	241	8%	78%	A
F	Poca comunicación entre áreas operativas	227	8%	86%	B
G	Sobredemanda de producto	166	5%	91%	B
H	Poca tecnología en maquinaria de producción	99	3%	94%	B
I	Devoluciones de producto	57	2%	96%	C
J	Errores de maquinaria	52	2%	98%	C
K	Faltante de materia prima	28	1%	99%	C
L	Errores de personal (ejecución de labores)	33	1%	100%	C
Total		3021	100%	100%	

Fuente: Melina Abarca

Según la Tabla 33 Causas ordenadas según su resultado, se obtienen cinco principales causas (marcadas en color rojo) que dificultan el cumplimiento de la demanda de la empresa. Estas causas generan el 80% de los problemas de la planta, las cuales según la Tabla 31 Clasificación de las causas, todas son controlables y no son asignables a la mano de obra, lo que facilita el control de estas. Seguidamente se presenta el diagrama de Pareto donde se comprueba que estas causas sean las correspondientes a priorizar:

Figura 80 Diagrama de Pareto de causas que afectan el cumplimiento de la demanda



Fuente: Melina Abarca

La Figura 80 Diagrama de Pareto de causas que afectan el cumplimiento de la demanda, comprueba las cinco causas anteriores como las principales causantes del presente problema. Mediante esta figura, se comprueba que el 80% de los motivos de incumplimiento son causados por:

- ✓ Poca calidad de material de empaque
- ✓ Faltante de estandarización en el producto final
- ✓ Faltante de material de empaque
- ✓ Poca capacitación al personal
- ✓ Poca comunicación con el área administrativa

Las causas relacionadas con material de empaque, se pueden solucionar mediante un MRP con un horizonte de planeación definido (actualmente no se cuenta con inventario de seguridad ni con niveles de stock mínimos), y con una revisión inicial del producto antes de recibirlo en la empresa. El faltante de capacitación del personal, puede ser mejorado mediante la subcontratación de capacitaciones en temas de lácteos para las distintas áreas de la empresa.

Las causas que requieren mayor enfoque, corresponden al faltante de estandarización en el producto final y a la poca comunicación con el área administrativa. La primera debido a la naturaleza del producto, el moldeo no siempre genera la misma pesa de queso y por ser un método manual de empaque, se incurre en el error humano de colocar más producto en los envases o bolsas para los productos líquidos. Mientras que la comunicación con el área administrativa, presenta una resistencia en ambos lados, el personal administrativo mantiene otro horario de trabajo y su área de trabajo es aparte de la planta, por lo tanto, tienen poco contacto con los demás operarios y no están seguros de cómo realizar el acercamiento, mientras que los operarios productivos mantienen la idea de que si consultan mucho al área administrativa, su puesto dentro de la empresa puede verse afectado.

Con estas cinco causas principales y los análisis anteriores, se finaliza el diagnóstico de la situación actual de la empresa; a continuación, se presenta el capítulo V correspondiente a las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación:

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Según el diagnóstico realizado a la situación actual de la empresa, se llega a las siguientes conclusiones para el área de quesos de la empresa:

- El queso tierno y semiduro abarcan el 84% de la producción del área de quesos; según la línea de tendencia en el gráfico de la demanda, ambos presentan una tendencia negativa. Sin embargo, el queso semiduro cuenta con un contrato de venta, el cual no permite llegar al punto de equilibrio.
- El cuello de botella en el proceso de quesos corresponde a la actividad de pasteurización, el cual fue determinado según los tiempos determinados en el diagrama de proceso de los productos.
- El proceso productivo y de empaque de los productos es manual.
- Los dos quesos presentados tienen capacidad ociosa según el comparativo realizado entre la capacidad instalada y la necesaria. Lo que permite aumentar la producción si la demanda llega a ser mayor que la capacidad utilizada actualmente.

Para el área de producción de líquidos, se llega a las siguientes conclusiones:

- El 91% de la producción es ocupada por la natilla y el yogurt con sabor a fresa. La demanda de ambos productos se mantiene positiva según los gráficos comparativos de oferta y demanda.
- Dentro del proceso productivo, la fermentación y la pasteurización acaparan la mayoría del tiempo que ocupan las actividades, por lo que estas se establecen como el cuello de botella.
- El proceso de empacado del yogurt es completamente manual, esta actividad aumenta el tiempo ocupado por los operarios y genera el error humano de posibles fallos en las pesas de cada botella de yogurt.
- La natilla sí cuenta con máquina de empaque; sin embargo, los paquetes de 5 kilogramos de cada presentación deben ser llenados de manera manual y pesado antes de ser colocado en la caja plástica.

- El costo variable del yogurt acapara el 73% del precio de venta, la leche entera y los demás ingredientes de este producto equivalen al 79% de estos costos.
- La capacidad de empaque para la natilla y el yogurt es menor a la capacidad productiva; sin embargo, esta capacidad sigue siendo mayor a la capacidad requerida actual y considerando que la demanda presenta una tendencia a aumentar; las condiciones actuales de la planta permiten un potencial crecimiento.

Según el diagnóstico del proceso de producción, se obtienen los siguientes resultados.

- El diagrama de proceso establece dos registros para la toma de decisiones que no se encuentran comunicados entre sí.
- Actualmente la empresa utiliza únicamente el promedio móvil como método para pronósticos de la demanda de todos los productos.
- En la planta no se encuentra definido un inventario de seguridad de materia prima o producto terminado; igualmente que no se ha establecido un punto de reorden que considere los tiempos de reabastecimiento ni el horizonte de planeación.
- El encargado de la programación brindó diferentes causas que afectan el incumplimiento de la demanda, las cuales fueron organizadas mediante el diagrama de Ishikawa.
- Mediante el algoritmo de Klee y un diagrama de Pareto, se priorizan las causas mencionadas y se obtienen cinco causas principales, las cuales corresponden a
 - Mala calidad de material de empaque
 - Faltante de estandarización en el producto final
 - Faltante de material de empaque
 - Poca capacitación al personal
 - Poca comunicación con el área administrativa
- Las causas anteriores fueron clasificadas en asignables y controlables; con el fin de determinar el mejor enfoque para la propuesta de diseño.

A partir de estas principales conclusiones, se establecen las siguientes recomendaciones que conllevan el inicio del diseño de la propuesta que ayude a mejorar la problemática actual de la empresa.

Recomendaciones

Según las conclusiones obtenidas en el presente diagnóstico, la propuesta de mejora se establece en cinco puntos específicos: pronósticos de demanda y manejo de inventarios, capacitación del personal, mejora de material de empaque, estandarización del producto y se finaliza con un plan de mejora en la comunicación con el área administrativa. A continuación, se detalla cada una de estas propuestas con el fin de obtener un panorama específico de estas.

- ✓ Mejora al sistema de programación actual: considerando el principal limitante del proyecto de investigación; el factor tiempo, se establecen dos módulos en el sistema actual de programación y control de la producción: se unifican los registros de producción y demanda de manera que se pueda generar un mejor pronóstico de la demanda según los datos actuales y toda la información nueva que entre al sistema. Posterior a esta fusión, se establece un sistema de MRP inicial que clasifique el nivel de inventario de materia prima según un inventario de seguridad preestablecido por la empresa.

Se establecerán planes de acción para incluir más adelante otros módulos como finanzas, manejo de recursos, indicadores de producción y personal, entre otros. Igualmente se describe el perfil de la persona necesaria para continuar con este plan. Finalmente; en este aspecto, se propone un plan de recepción del material de empaque, para disminuir los defectos de estos debido a que no pasan por una inspección de calidad antes de ser recibidos por la empresa.

- ✓ Capacitación de personal: se establecerán temas prioritarios a tratar en las capacitaciones propuestas para los operarios de manera general y también por área de labores. Aparte se proponen objetivos y metas a lograr mediante este plan y la manera adecuada de asegurar la efectividad de estas capacitaciones y cómo se puede incluir su efecto en el módulo propuesto de indicadores.

Para garantizar que los encargados de brindar las charlas puedan cumplir con lo propuesto; se desarrollará el perfil que debe cumplir la persona o la compañía que asuma la capacitación, para que pueda abarcar este aspecto en la empresa.

Mediante estas capacitaciones, se pretende mejorar el compromiso del personal con la empresa y disminuir los errores que puedan cometer por falta de conocimiento y al mismo tiempo, obtener mayor calidad en el producto final por el valor agregado que genera un colaborador motivado.

- ✓ Mejora del material de empaque: entre las causas encontradas que se relacionan con el incumplimiento de la demanda, se encuentra la mala calidad y el faltante del material de empaque de la empresa (tanto bolsas como envases), de manera que para buscar disminuir el impacto que puedan generar, se establecen dos puntos primordiales de desarrollo:
 - Controlar la calidad del material antes de ser recibido por la empresa: los materiales recibidos se componen principalmente de cajas, envases y bolsas plásticas, se propone un método de revisión inicial para cada uno según sus características y los requerimientos principales de la empresa; por ejemplo, que las bolsas y envases no presenten fugas de producto, que se encuentren sellados, o que las cajas plásticas no se encuentren rotas. Este control inicial busca disminuir los faltantes ocasionados al no poder utilizar los empaques de cada producto.
 - Definir el inventario de seguridad de cada empaque: se continúa con lo propuesto en la recomendación de mejora al sistema actual, y se incluye en el desarrollo del MRP el inventario de seguridad de las bolsas y envases para los productos estudiados, de esta manera se conoce cuándo se debe realizar un pedido al proveedor antes de que se incurra en un faltante de material.
- ✓ Estandarización de producto: entre las causas que afectan el cumplimiento de la demanda y que son más difíciles de cumplir, se encuentra la estandarización de los productos, especialmente los quesos, debido a su método de producción. Considerando lo anterior; la propuesta para este aspecto se divide en los siguientes tres puntos claves:
 - Pesar el producto empacado: Se establecerá un registro directo con los operarios de empaque y un paso adicional en los productos estudiados para conocer el total real de los productos empacados. Esto en consideración de pérdidas de volumen por desuerado.

- Pesar el producto terminado: Este punto aplica principalmente para los quesos presentados, de esta manera se conoce al ser empacados la cantidad de suero que se perdió desde que se metió inicialmente en el cuarto frío hasta que es vendido.
- Establecer los límites de llenado en los moldes de queso: Se propone estandarizar la cantidad de queso que se utiliza en cada molde, tanto para el queso tierno como para el semiduro. Con el fin de obtener un peso similar en cada uno y disminuir las variables de tamaño y peso del queso según la variación de la receta utilizada.
- ✓ Comunicación con el área administrativa: al considerar la totalidad de los colaboradores de la planta, se propone un sistema abierto y directo de comunicación, junto a un plan de actividades que fortalezcan el trabajo en equipo y la confianza entre áreas. De esta manera se espera mejorar las relaciones entre todos los involucrados en la empresa.

Seguidamente se finaliza con el diseño de la propuesta del presente proyecto de investigación:

CAPÍTULO VI DISEÑO DE PROPUESTA

Al finalizar el capítulo de diagnóstico, se encontraron diferentes aspectos que afectan el cumplimiento de la demanda. Cada una de estas causas mantiene un plan de acción distinto que será desarrollado en el diseño de la propuesta y mediante los cuales se corrigen cada uno de estos problemas.

El presente capítulo se encuentra fragmentado en cinco puntos principales, cuatro corresponden a las diferentes propuestas que solucionarán los problemas encontrados y el último equivale a la evaluación económica que determine la viabilidad del proyecto.

Es importante considerar que entre los aspectos críticos para el éxito de las propuestas, se encuentra el compromiso por parte del área administrativa en ejecutar el plan propuesto y en mantener el seguimiento apropiado que garantice el desarrollo efectivo del diseño.

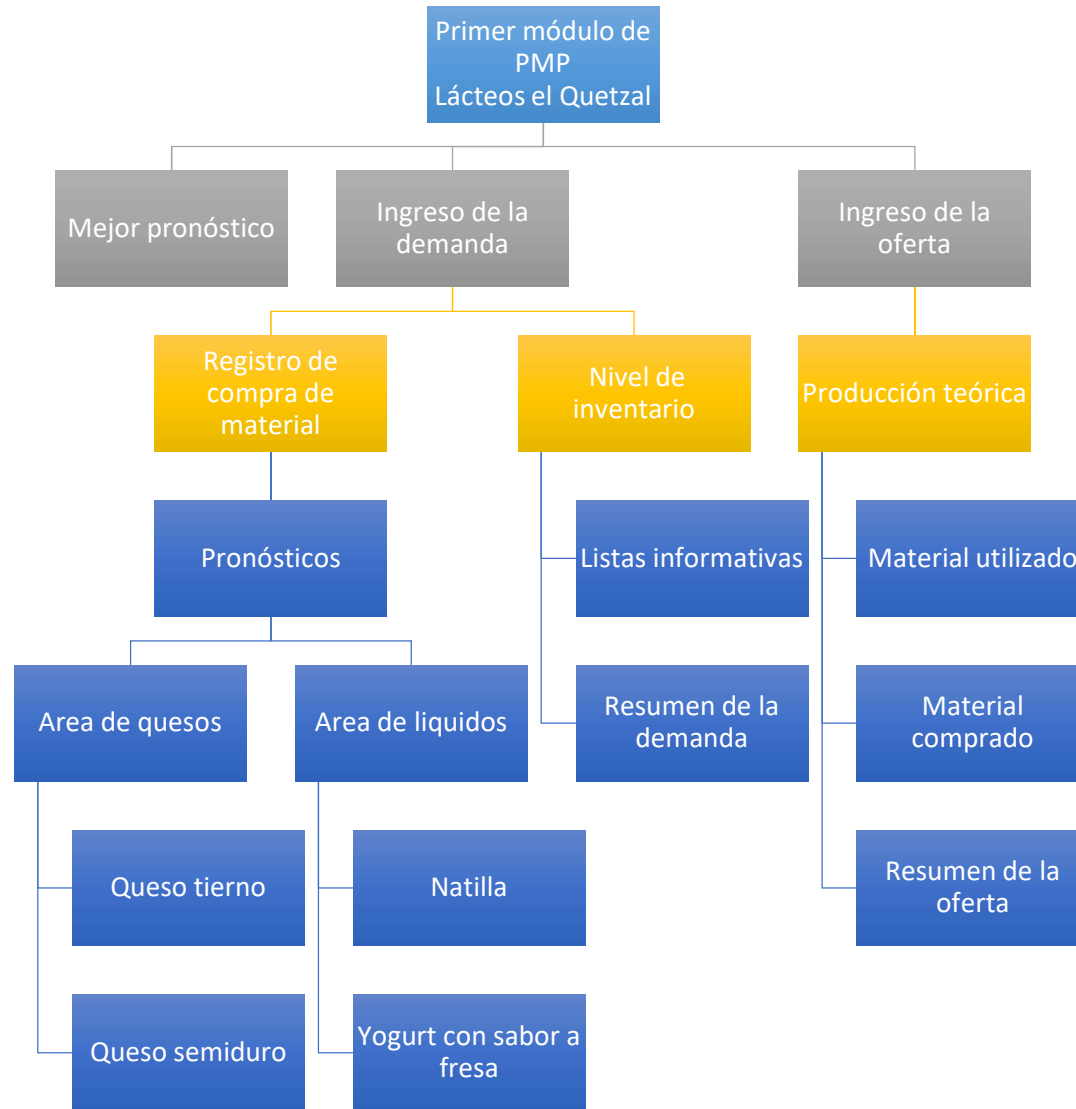
Mediante los siguientes planes de acción, se pretende solucionar la problemática principal de la empresa; la cual corresponde al incumplimiento de la demanda. A continuación, se presentan los puntos de mejora que han de lograr los objetivos propuestos:

Propuestas de mejora para solucionar la problemática actual

Mejora al sistema de programación actual

Debido al limitante del factor tiempo del proyecto de investigación, se procede a realizar tres actividades principales dentro del sistema actual de programación y control de la producción. Primero, se procede a unificar en un solo documento el registro de la oferta y demanda de la empresa, segundo, se mejora el sistema de pronósticos actuales de los productos estudiados y se finaliza la mejora actual con un novel actualizado de inventario de materia prima. Antes de profundizar en los tres puntos anteriores, se procede a presentar el diseño funcional del nuevo sistema.

Figura 81 Diseño funcional de la programación y control de la producción



Fuente: Melina Abarca

La mejora del sistema actual de programación y control de la producción de los productos de Lácteos el Quetzal, se divide en seis puntos modificables por el encargado de la programación, mientras que se mantienen nueve ventanas que solo pueden ser modificadas por la persona encargada de producción.

Inicialmente la herramienta trabaja con tres tipos distintos de pronósticos y compara cuatro errores donde se define el mejor pronóstico para cada producto. Los métodos de pronósticos utilizados corresponden a

- Promedio simple: este método es el que utiliza actualmente la empresa y debido a la poca cantidad de datos disponibles, se compara entre periodos de distintos años para obtener un resultado más confiable para cada mes.
- Regresión lineal: para este pronóstico se trabajan las siguientes dos variantes:
 - Actual: trabaja con el resultado de la regresión según la totalidad de datos presentados en el año anterior al actual.
 - Años anteriores, este utiliza como base la demanda presentada en periodos iguales de años anteriores.
- Suavización exponencial: al considerar que algunos productos crecen o decrecen en el paso del tiempo, se utiliza este método y a su vez marca el inicio del acomodo de datos para poder incluir el método de winters que se menciona en el cuarto módulo de la herramienta.

Los errores utilizados se encuentran mencionados en el marco teórico del presente proyecto, cada uno evalúa el método con menor error general y le muestra al encargado el mejor pronóstico para el periodo seleccionado en la figura de la siguiente página.

Tabla 34 Consulta de mejor pronóstico

Año a consultar	2018
Datos iniciales	
Mes a consultar	Enero

E

Consulta de mejor pronóstico para los productos de Lácteos el Quetzal

Producto	Mejor pronóstico	Demanda real	Oferta
Queso tierno	15000	13421.29	42702
Queso semiduro	0	No hay datos	5000
Natilla	0	No hay datos	500
Yogurt con sabor a fresa	No hay datos	No hay datos	600

Plan de producción teórico mensual en kilogramos totales

Producto	Semana					Total
	1	2	3	4	0.33	
Queso tierno	3465	3465	3465	3465	1140	15000
Queso semiduro	0	0	0	0	0	0
Natilla	0	0	0	0	0	0
Yogurt con sabor a fresa	0	0	0	0	0	0

Fuente: Melina Abarca

Cabe destacar que en la figura anterior se mantiene un horizonte de planeación de un mes de trabajo, de esta manera se obtiene tiempo de respuesta para el insumo que necesite mayor tiempo de reabastecimiento, (en este caso las bolsas de natilla mantienen el mayor tiempo correspondiente a cinco semanas).

Mediante esta herramienta se simplifica el control del inventario de materiales, ya que se grafica en una escala de tres rubros el nivel de inventario. El color verde establece un nivel aceptable de inventario, el color amarillo un nivel alarmante y se debe realizar un pedido de materia prima lo más pronto posible y finalmente, el color rojo establece un nivel inaceptable, la materia prima ya debió de ser solicitada y se debe estar en espera de la entrega del producto. La siguiente figura ejemplifica los colores verde y rojo antes descritos.

Figura 82 Clasificación de inventario

1 modificado	✓
Azucar	✓
Calcio	✗
ante amarillo	✗

Fuente: Melina Abarca

En el Anexo 3 Mejora de herramienta para la programación y control de la producción, se detallan los puntos principales de la presente herramienta y los tipos de usuarios autorizados en cada nivel. Este módulo inicial propuesto para la empresa, establece la primera mejora para facilitar el trabajo de la planta, para lograr el objetivo de un sistema de programación completo y funcional, se proponen los siguientes módulos a desarrollar según las decisiones de la empresa, y se finaliza con el perfil de la persona que pueda realizar estas mejoras.

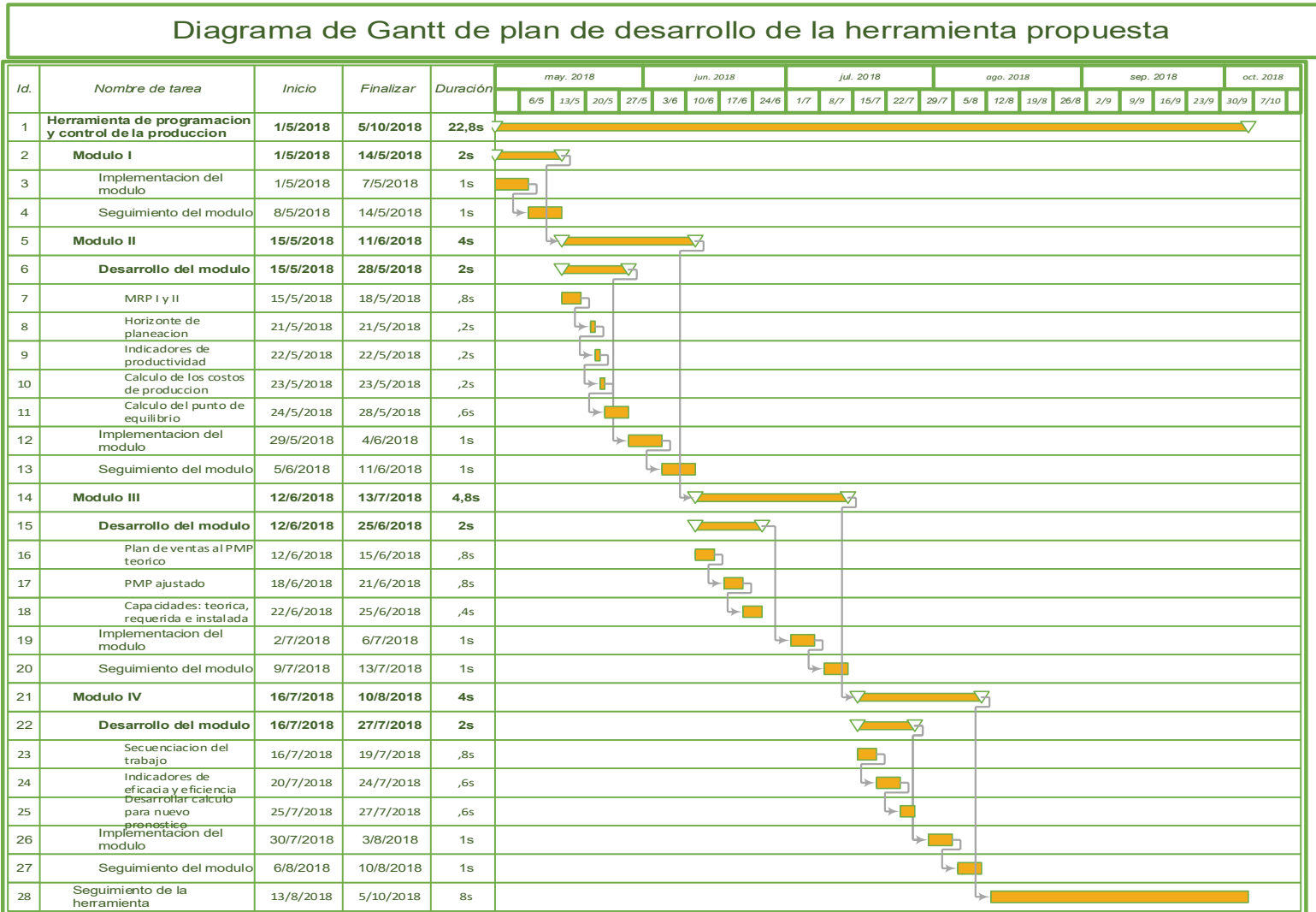
- Segundo módulo
 - Desarrollar por completo el MRP I y II de la empresa.
 - Agregar el horizonte de planeación a los niveles de inventario actuales
 - Incluir los indicadores actuales de productividad de los operarios.
 - Agregar el cálculo de los costos según se va actualizando la producción y demanda mensual.
 - Calcular el punto de equilibrio de los productos con tendencia negativa.
- Tercer módulo
 - Incluir en el plan de producción teórico el plan de acción de ventas para revertir la tendencia en los productos que aplique.
 - Agregar las capacidades correspondientes por producto (instalada, requerida y utilizada).
 - Plan maestro de producción ajustado (según movimientos de la demanda)
- Cuarto módulo
 - Incluir secuenciación de trabajo y tiempo efectivo por operario.
 - Desarrollar indicadores de eficacia y eficiencia.
 - Cuando se obtengan 3 años de históricos, agregar pronóstico de Winter a la demanda.

Mediante estos tres módulos extras, se pretende obtener una herramienta más completa y que mejore la respuesta ante una demanda cambiante y que permita obtener una flexibilidad ante dichos cambios. Aparte de los puntos anteriores, se agrega el siguiente elemento que busca suavizar el proceso de adaptación de los usuarios al nuevo sistema, se propone una duración de ocho semanas donde la principal actividad será brindar seguimiento a la evolución de la herramienta propuesta.

- Seguimiento de la herramienta propuesta
 - Dar apoyo a las consultas de los usuarios.
 - Corregir errores encontrados en la herramienta.
 - Brindar seguimiento a la herramienta

A continuación, en la siguiente página se detalla una propuesta de la distribución en el tiempo para desarrollar la totalidad de los módulos y los tiempos de implementación y seguimiento, se considera un periodo de cuatro semanas por módulo; dos semanas corresponden al desarrollo y otras dos para implementación y seguimiento, al finalizar este periodo exclusivo a la herramienta, se ofrece la opción de supervisión de la propuesta dentro de la empresa en un periodo de ocho semanas.

Figura 83 Diagrama de Gantt de propuesta de desarrollo de la herramienta



Fuente: Melina Abarca

Al finalizar el primer cambio en el sistema actual, se obtiene una indicación gráfica del inventario, lo que permite visualizar cuándo realizar el nuevo pedido y minimizar de esta manera el problema actual de faltante de material de empaque. Antes de ser recibido el material, este debe ser evaluado según los siguientes puntos:

- Bolsas plásticas: para conocer la calidad del producto general por bulto, se debe
 - tomar una muestra de una bolsa al principio del bulto, en el centro y en la parte inferior.
 - Llenar las bolsas de muestra con agua, si dos o más bolsas tienen fugas de agua se rechaza el bulto, en caso contrario se acepta.
- Cajas plásticas: se realiza un recorrido visual en el producto.
 - Se corrobora que no se encuentren cajas rotas.
 - Todas las cajas rotas son rechazadas y se aceptan las completas.
- Envases de plástico: se mantiene el mismo procedimiento de las cajas plásticas. Dado que no se pueden aceptar envases que tengan alguna fuga, y debido a su material y forma, no es necesario llenar de algún líquido el envase para conocer la existencia de fugas.

Después de seguir los puntos anteriores, se espera una mejora en la calidad del material de empaque al detectar desde el recibo el producto con posibles fallas en las bolsas o envases y lograr corregir el material defectuoso antes de encontrarse en empaque.

La segunda falla encontrada relacionada con el material de empaque, fue el faltante de este, esta causa es tratada a fondo en el segundo módulo propuesto para la herramienta de programación y control de la producción. Este punto desarrolla en su totalidad los requerimientos de materiales e insumos en los que incurre la empresa para completar la producción establecida, dentro de esta lista de materiales se encuentra todo el empaque de cada producto y se trabaja en un horizonte de planeación de cuatro semanas, el cual genera suficiente tiempo para poder enviar la orden de compra al proveedor correspondiente.

Como manera de cierre de la propuesta de mejora de la herramienta actual, se procede a detallar los módulos siguientes a implementar, los cuales deberán ser continuados por el autor del presente trabajo de investigación, y para ello se establece un horario de desarrollo de medio tiempo de la jornada laboral; por lo que se calcula el valor correspondiente de cada uno según la información de salario obtenida en la página del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS).

Los cuatro módulos de la herramienta se valorizan de la siguiente manera:

- Primer módulo: ₡1,611,000 (un millón seiscientos once mil colones exactos) correspondiente a seis meses de trabajo en medio tiempo, incluye el desarrollo del proyecto de investigación. Los siguientes módulos se desarrollan de igual manera en la mitad de una jornada laboral ordinaria.
- Segundo módulo: ₡537,000 (quinientos treinta y siete mil colones exactos) correspondientes a dos meses de trabajo.
- Tercer módulo: ₡537,000 (quinientos treinta y siete mil colones exactos) correspondientes a dos meses de trabajo.
- Cuarto módulo: ₡537,000 (quinientos treinta y siete mil colones exactos) correspondientes a dos meses de trabajo.
- Seguimiento de la herramienta: ₡1,074,000 (un millón setenta y cuatro mil colones exactos) correspondientes a cuatro meses de trabajo.
- Monto total: ₡4,296,000 (cuatro millones doscientos noventa y seis mil colones exactos).

Seguidamente se ofrece un seguimiento de la herramienta según las propuestas de inversión que se realicen en la evaluación económica. Se procede a detallar las opciones de capacitación de personal propuestos para Lácteos el Quetzal.

Capacitación de personal

El objetivo principal de brindar capacitación a los colaboradores de la empresa, consiste en motivar a los operarios e iniciar un sentimiento de confianza en sí mismos y entre ellos y de mejora en las actividades realizadas por estos. Seguidamente se espera que los conocimientos adquiridos generen que los procesos dentro de la planta mejoren según los temas tratados en las respectivas capacitaciones.

Debido a las diferentes tareas que realiza cada operario según el área de trabajo; la propuesta de capacitación se encuentra dividida en cuatro puntos principales; capacitación conjunta, de quesos, de líquidos y perfil del coordinador de aprendizaje.

Capacitación conjunta

Con el fin de reforzar los conocimientos generales de inocuidad, almacenamiento y procesamiento de alimentos, se proponen los siguientes temas a tratar para todos los colaboradores de la planta:

- Inocuidad alimentaria
- Hábitos de higiene de los manipuladores de alimentos
- Contaminación cruzada
- Limpieza y desinfección de áreas de trabajo y equipo a utilizar
- Recibo y almacenamiento de materia prima.
- Almacenamiento y manipulación del producto terminado.

Es importante recalcar que el plan de aprendizaje y el método a utilizar para abarcar estos temas, le corresponde al coordinador de aprendizaje y capacitación propuesto, de igual manera, este puede extender o agregar algún punto que considere necesario según las bases de los operarios.

Esta capacitación conjunta mantiene como objetivo general reforzar los conocimientos generales con los que ya cuentan los operarios. Se encuentra enfocada a todo el personal y se incluye al área administrativa, a pesar de que esta no labora directamente con los alimentos, sí deben mantener presente los aspectos básicos de manipular alimentos.

Seguidamente; se presenta la primera capacitación separada propuesta para la empresa, capacitación para el área de procesamiento de quesos.

Capacitación del área de quesos

El principal motivo tras separar las áreas productivas y realizar capacitaciones específicas, corresponde a pulir conocimientos específicos de cada área. De esta manera se espera especializar más a los operarios en sus tareas específicas y a la vez obtener retroalimentación de su parte en la mejora de procesos y procedimientos de la planta. Los principales temas a tratar en esta área son los siguientes:

- Importancia, tipos y usos de la pasteurización.
- Moldeo y prensado de queso
- Elasticidad de la pasta
- Características de los quesos frescos y de los quesos madurados
- Temperaturas de proceso y almacenamiento y su importancia
- Importancia del PH en la acidificación de los quesos

Nuevamente se permite al encargado profundizar en algún tema que considere necesario o abarcar algún punto extra que sea crítico en los procesos actuales de la planta. Esta propuesta de capacitación se encuentra enfocada a los operarios de producción de quesos y al operario de pasteurización.

Capacitación del área de líquidos

Los operarios de producción de líquidos y empaque se agrupan en esta capacitación, algunos temas de esta capacitación presentan similitudes al área anterior, debido a que se mantiene el trabajo en lácteos; sin embargo, al profundizar el mismo tema se difiere en las aplicaciones. Por ejemplo; entre los tipos de pasteurización se encuentra la ultra alta temperatura, esta permite almacenar la leche en un recipiente sellado y a temperatura ambiente por un periodo de hasta seis meses, pero se pierden características de la leche y no puede ser usada en ningún proceso que requiera cuajado (quesos) o fermentación (natilla, yogurt), lo que la convierte en una leche utilizable en productos como rompopo o leche saborizada.

A continuación, se especifican los temas a tratar en las capacitaciones de esta área:

- Importancia, tipos y usos de la pasteurización.
- Tipos de cultivos para yogurt y natilla
- Importancia del tiempo de fermentación
- Características de los productos fermentados
- Tipos de yogurt y sus características
- Importancia del PH en los productos fermentados
- Temperaturas de proceso y almacenamiento y su importancia

Al ser productos cuyo principal proceso es la fermentación, se pretende abarcar un mayor conocimiento de los cultivos y de los diferentes resultados según cada uno de estos. La persona encargada de la capacitación puede medir el nivel inicial de los operarios con el fin de personalizar la capacitación y no enfocar temas que ya se dominen. Para finalizar el presente plan de acción, se continúa con la descripción del perfil de la persona idónea para estas capacitaciones.

Perfil de coordinador de aprendizaje y capacitación

Antes de establecer el perfil deseado, se procede a establecer los tiempos propuestos para las capacitaciones en las áreas. Se propone un tiempo total de cinco semanas para la duración del plan de capacitación; este plan se divide en tres puntos principales que se repiten en cada aspecto mencionado anteriormente:

1. Planeamiento: primeramente, el coordinador de aprendizaje debe disponer de dos horas diarias para establecer los temas a tratar y la manera en que serán abordados.
2. Capacitación: segundo, se establece otro periodo de dos horas diarias para brindar las capacitaciones a los colaboradores; cuando se realicen capacitaciones simultaneas se mantiene el tiempo propuesto de dos horas para cada área de producción.
3. Revisión: al finalizar las capacitaciones diarias, se establece una hora dedicada a revisar los temas tratados y a marcar los puntos que deben reforzarse más adelante.

Estos puntos anteriores se repiten diariamente para las cinco semanas que se propone dure la capacitación a los operarios de la empresa, se establece un plan de cinco días a la semana, donde se inicia con la capacitación conjunta de la totalidad de las áreas en un periodo de una semana, mientras que las siguientes cuatro semanas se enfoca a cada área de manera separada y paralela, en diferentes horarios del día.

Se propone la aplicación de estas capacitaciones en el mes de junio, debido que para la empresa es un periodo donde se programan gran parte de los mantenimientos y mejoras. Las horas a establecer para las capacitaciones conjuntas y por área, quedan completamente a disposición de la empresa y de la persona encargada.

A continuación, en la siguiente página se muestra el diagrama de Gantt donde se grafica la propuesta descrita anteriormente.

La empresa cuenta con una plantilla que utiliza para los anuncios de vacantes, se procede a presentar el perfil del coordinador de aprendizaje y capacitación para Lácteos el Quetzal

Figura 85 Perfil de coordinador de aprendizaje

Lácteos el Quetzal busca:



**COORDINADOR DE APRENDIZAJE Y
CAPACITACION POR TIEMPO DEFINIDO.**

Descripción general del puesto

Capacitación de los colaboradores de la planta en temas de alimentos y buenas prácticas de manufactura en un periodo de cinco semanas.

Tareas del puesto.

- ✓ Establecer el plan de estudio según los temas propuestos por la empresa.
- ✓ Diseñar y aplicar el método idóneo para medir el conocimiento actual y adquirido durante las capacitaciones.
- ✓ Atender las necesidades y dudas de los colaboradores durante las capacitaciones.
- ✓ Brindar a la administración un reporte con la totalidad de temas y puntos abordados y los resultados obtenidos con los colaboradores.

Requisitos para aplicar

- -Experiencia mínima de 3 años en puestos de aprendizaje y desarrollo, diseñando y ejecutando planes y programas de capacitación
- Conocimiento en ISO 22 000 Buenas Prácticas de Manufactura- HACCP
- Estudios Concluidos en Ingeniería de Alimentos o Tecnología de Alimentos
- Conocimiento de la legislación nacional en tema de alimentos.
- Conocimiento en el procesamiento de alimentos.
- Conocimiento de lácteos

Más información al 25366574 ó 84635440. Presentar el curriculum en el área de ventas de Lácteos el Quetzal o al correo: INFO@LACTEOSQUETZAL.COM

Se establece una inversión de ¢1.000.000 (un millón de colones exactos) por concepto de pago de servicios profesionales a la persona que brinde esta capacitación, más ¢500,000 (quinientos mil colones exactos) para imprevistos que puedan ocurrir durante estas; tales como, refrigerios, material o servicios profesionales adicionales.

Estandarización de producto

La propuesta de estandarización se encuentra enfocada en los quesos estudiados, debido a que son los únicos productos que se producen mediante un promedio de peso por unidad. Mediante las siguientes propuestas se establecen tres formas que deben ser trabajadas en conjunto para obtener el resultado esperado; el cual corresponde a un producto de tamaño igual en todas las tandas y que permita una oferta estándar según las producciones realizadas. Seguidamente se detallan las propuestas para lograr este objetivo y se finaliza con el detalle de las nuevas actividades en los diagramas de flujo de los productos.

Establecer los límites de llenado en los moldes de queso

Los moldes de queso utilizados para ambos productos se muestran en la Figura 38 Ejemplo de molde y trapo para queso; actualmente cuando se llenan con la cuajada de queso (tanto tierno como semiduro), se deja un margen de cuajada sobre el molde a utilizar, esto con el fin de obtener un molde lleno después del tiempo de moldeo. Sin embargo, no se mantiene establecido una medida exacta de llenado por molde y cuando la cuajada se distribuye en los moldes colocados en la mesa de trabajo se hace desde el interior hacia el exterior; por lo tanto, los moldes colocados en los extremos quedan con menor cantidad de queso que los que se encuentran en el centro de la mesa.

La propuesta actual consiste en llenar los moldes hasta su borde y evitar estos excedentes de cuajada, de esta manera todos los quesos estudiados quedarían del mismo tamaño, e incluso más firmes que mediante el método actual. Esto debido a que entre mayor cantidad de cuajada se coloque en el molde, más suero se está acumulando en la formación del queso y menos volumen se obtendrá cuando sea empacado.

Esta propuesta agrega como paso adicional un aumento en la cantidad de moldes que deben ser colocados por cada tanda procesada, consecuente a eliminar el excedente de cuajada en cada queso en formación. La siguiente propuesta continúa el plan de estandarización de los quesos estudiados.

Pesar el producto terminado

Los quesos frescos de la empresa se caracterizan por ser un producto blando, pero esta misma característica genera como subproducto suero de leche en la bolsa de producto empacado o en el lugar de almacenaje de los quesos. Para efectos de medir y lograr disminuir este suero, se establece el primer paso para medir y registrar el peso de la producción realizada.

El logro de esta propuesta inicia con dos pasos agregados en el moldeo del queso, primeramente, se deben pesar todos los moldes a utilizar en la tanda procesada, y registrar el resultado obtenido. Segundo, el queso dentro del molde se debe de pesar antes de ser colocado en el cuarto frio, el total de kilogramos de la tanda se debe registrar y restar el monto correspondiente al peso de los moldes.

Mediante estos dos pasos agregados, se empieza a generar un control del volumen obtenido por cada tanda producida y una trazabilidad de cada variación de receta utilizada. A continuación, se detallan los rubros propuestos de la tabla necesaria para registrar los resultados por tanda.

Tabla 35 Registro propuesto para quesos producidos

Registro de peso del queso. Antes de entrar al cuarto frio.							
Creado por: M. Abarca				Fecha de creación: 22/3/18			V. 01
Fecha	# de tanda	Producto	Cantidad de moldes a utilizar	Peso de moldes (kg)	Peso de queso con moldes (kg)	Peso de queso sin moldes (kg)	Operario responsable

Fuente: Melina Abarca

La Tabla 35 Registro propuesto para quesos producidos, establece dos rubros obtenidos mediante los pasos agregados (peso de los moldes y del queso con moldes) y otra información obtenida resultante a estos; la cantidad de moldes a utilizar y el peso de queso sin los moldes (corresponde al resultado de restar el peso de los moldes al peso del queso con los moldes). La información restante del registro corresponde a datos de trazabilidad del producto, donde se puede conocer quién fue el responsable de esa tanda y cuál número de tanda fue durante ese día productivo, igual a qué producto corresponde.

A continuación, se presenta la segunda propuesta para conocer la cantidad de suero perdido y el total de producción real de la planta.

Pesar el producto empacado

Este paso no debe confundirse con vender el producto vendido; se compone en introducir un elemento adicional en el proceso de empaque. Actualmente los quesos se retiran de los moldes al día siguiente de ser producidos y luego son empacados; por lo tanto, no se conoce la cantidad de volumen perdido por desuerado del producto en ese tiempo que se mantuvo en el cuarto frío.

Se propone pesar los quesos de las tandas antes de retirar los moldes y registrar la totalidad obtenida, de esta manera se conoce el total de suero que perdió cada queso. Si se mantiene en consideración que al llenar los moldes sin excedente de cuajado se disminuye el suero acumulado en cada queso y se mantiene el volumen con mayor facilidad que el sistema actual; pero, para poder comprobar este objetivo se necesita realizar este registro y obtener un historial que permita comparar los resultados.

A continuación, se presenta el registro propuesto para medir el volumen del queso antes de salir del cuarto frío.

Tabla 36 Segundo registro propuesto para quesos producidos

Registro de peso del queso. Antes de salir del cuarto frío.									
Creado por: M. Abarca				Fecha de creación: 22/3/18				V. 01	
Fecha	# de tanda	Producto	Peso de queso antes del cuarto frío (kg)	Peso de moldes (kg)	Peso de queso con moldes (kg)	Peso de queso sin moldes (kg)	Volumen perdido	Operario responsable de empaque	Observaciones

Fuente: Melina Abarca

Según la Tabla 36 Segundo registro propuesto para quesos producidos, se puede obtener la cantidad de kilogramos obtenidos de cada una de las tandas y el volumen perdido por desuerado en cada una de las presentaciones de queso. Igualmente, a partir de estos dos registros, se puede obtener un resultado inicial de la productividad de los operarios según el volumen de queso perdido en suero según el volumen inicial, y los kilogramos totales obtenidos según el tipo de producto realizado en litros de leche entera, se presentan las fórmulas propuestas y la forma de leer los resultados obtenidos.

Figura 86 Ecuaciones de productividad propuestas

Fórmulas propuestas para medir la productividad según los registros de queso	
Fórmula	Descripción
Productividad según suero obtenido	
<p>Porcentaje de productividad =</p> $\left(\frac{\text{Volumen perdido (suero obtenido kg)}}{\text{Peso de queso sin moldes (antes del cuarto frio kg)}} \right) * 100$	<p>Este porcentaje busca ser menor para ser más aceptable. No puede ser menor a 0%, se mide en conjunto al segundo indicador dado que ser usado por sí solo no mide el volumen de queso obtenido por tanda.</p>
Productividad según kilogramos totales obtenidos	
<p>Porcentaje de productividad =</p> $\left(\frac{\text{Peso de queso sin moldes (despues del cuarto frio kg)}}{\text{Leche entera utilizada segun producto}} \right) * 100$	<p>Este resultado busca lo contrario del anterior, un porcentaje menor a 10% no es aceptable y en dado caso se debe buscar la causa y corregirla.</p>

Fuente: Melina Abarca

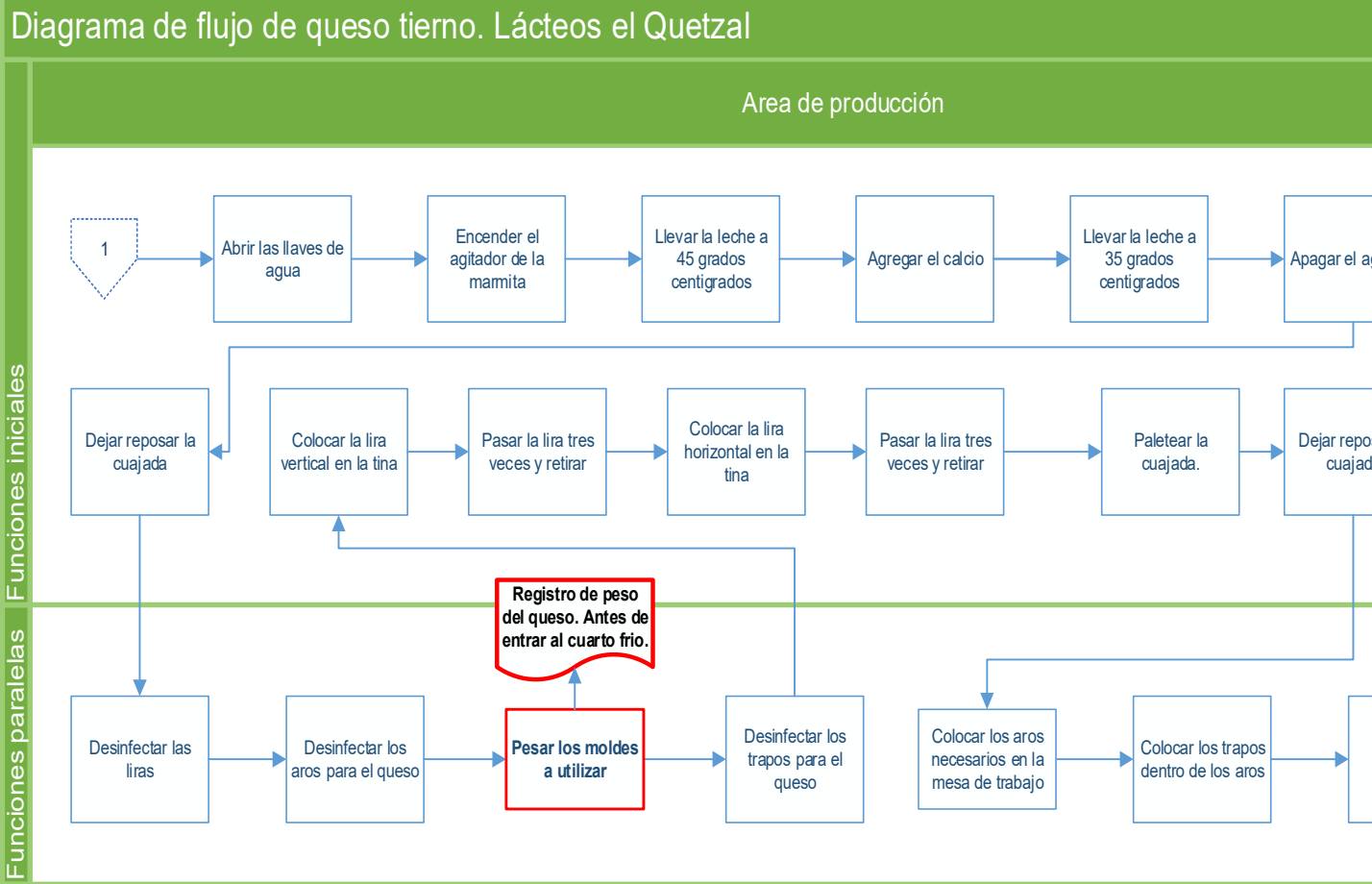
La Figura 86 Ecuaciones de productividad propuestas, en la página anterior, establece dos indicadores para los operarios; ambos resultados buscan resultados opuestos y se deben usar en conjunto para asegurar un resultado aceptable de cada tanda, su uso separado brinda conclusiones parciales, dado que se puede obtener un alto rendimiento de la tanda (gran cantidad de kilogramos resultantes), pero si no se sabe la cantidad de suero obtenido, no se conoce el volumen perdido y no se puede saber si ese método utilizado realmente es tan rentable como parece, igualmente se puede minimizar el suero perdido a costo de sacrificar kilogramos obtenidos por tanda. El 10% establecido como mínimo aceptable en el segundo indicador, corresponde al estándar de aprovechamiento de la leche establecida por la empresa.

Finalizando la presente propuesta de estandarización, se detallan los puntos a agregar en cada diagrama de flujo de los quesos analizados.

Diagramas de flujo propuesto

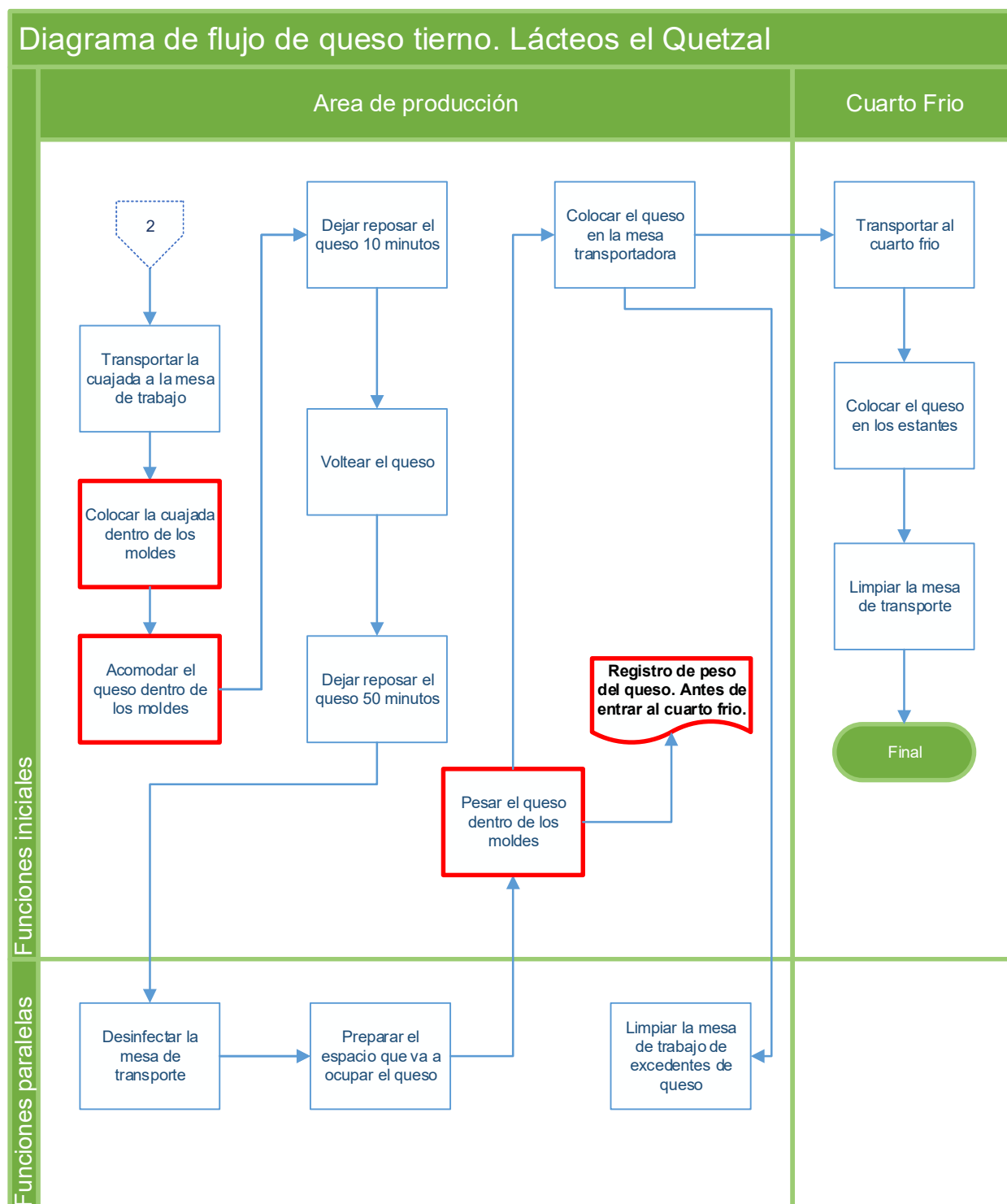
Lo propuesto anteriormente afecta en dos puntos a los procesos del queso tierno y semiduro; ambos se modifican en los mismos elementos dentro de los diagramas de flujo. Se inicia con los nuevos elementos del queso tierno, a continuación en las siguientes páginas se presentan las modificaciones propuestas de este primer producto.

Figura 87 Diagrama de flujo propuesto del queso tierno



Fuente: Melina Abarca

Figura 88 Diagrama de flujo propuesto del queso tierno



Fuente: Melina Abarca

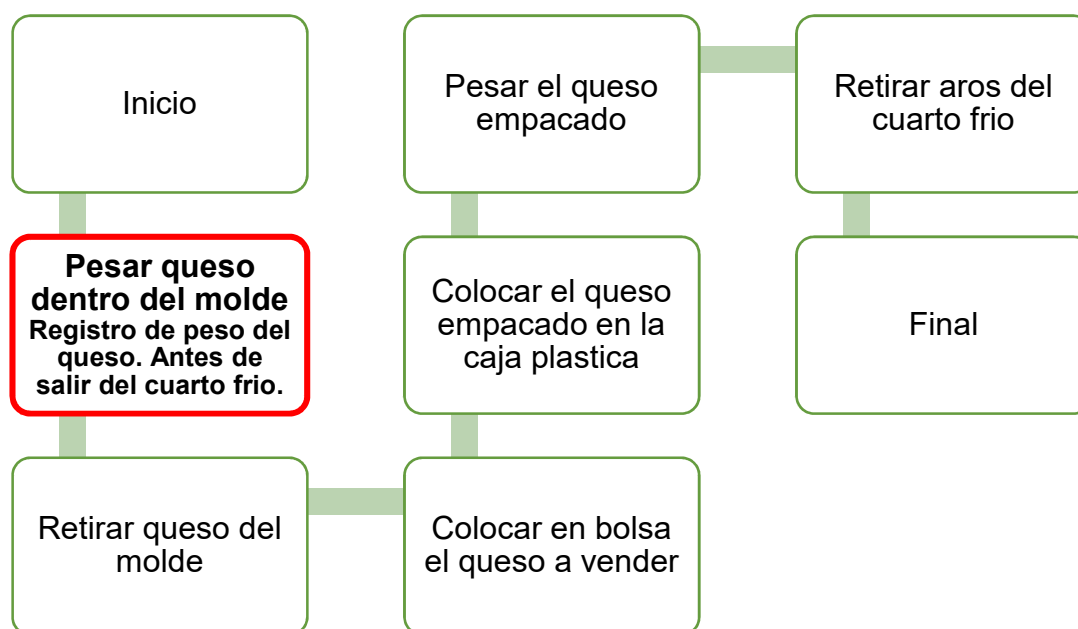
La Figura 87 Diagrama de flujo propuesto del queso tierno inicia en la segunda parte del proceso de queso tierno, debido a que se mantiene lo establecido en la Figura 40 Diagrama de flujo de queso tierno, en este diagrama mencionado detalla únicamente un paso adicional dentro del proceso actual, y se agrega un registro de producto que inicia el seguimiento de los resultados obtenidos por tanda.

Seguidamente la Figura 88 Diagrama de flujo propuesto del queso tierno, presenta tres modificaciones principales; los primeros dos cambios corresponden al método de llenado del queso en los moldes a utilizar, en este paso se coloca la cuajada hasta el límite del molde no con excedente como se ha realizado hasta el momento.

El tercer cambio corresponde a pesar el queso dentro de los moldes y antes de entrar en el cuarto frío, este paso es primordial para conocer el rendimiento de cada tanda y detallar las mejoras obtenidas durante el proceso.

En los diagramas de flujo anteriores, se encuentra el faltante del cambio en el proceso de empaque; esto debido a que estaba externo al proceso productivo, motivo por el cual, a continuación, se presenta de manera general el proceso de empaque del queso tierno; y se señala de color rojo el punto propuesto en el método actual.

Figura 89 Diagrama de flujo propuesto de empaque de queso tierno



Fuente: Melina Abarca

La Figura 89 Diagrama de flujo propuesto de empaque de queso tierno, establece un único elemento agregado en el método actual, este corresponde al segundo punto crítico de los registros nuevos, el cual permite conocer la segunda parte de los indicadores de productividad propuestos.

Mediante estas cuatro modificaciones, se pretende obtener un rendimiento estandarizado en el queso tierno y generar quesos de igual tamaño en cada tanda realizada. Estos cambios generan un aumento de los elementos de la cadena de valor de la empresa, seguidamente se presenta la propuesta de cadena de valor; donde se marcan de color rojo los cambios realizados según la estandarización descrita con anterioridad.

Figura 90 Cadena de valor propuesta para el Queso Tierno

Cadena de valor del proceso de producción del queso tierno en Lácteos el Quetzal				
Proceso operativo	Pasteurización	Enfriamiento y cuajado	Moldeo	Almacenamiento
Componentes	Termómetro Vapor de agua Producción definida Leche de vaca	Agua Cuajo Calcio Termómetro Reloj Equipo y materiales	Mesa de trabajo Moldes para queso Trapos para queso Equipo y materiales Reloj	Estantes libres Mesa de transporte Pasillo desocupado
Cliente interno	Área de pasteurización con marmita.	Área de producción con marmitas para enfriamiento Reloj funcional	Área de producción con mesas de trabajo Reloj funcional Registro con datos correctos y actualizados	Área de almacenaje en frío Registro con datos correctos y actualizados
Variables y atributos	N/A	Queso con poco suero acumulado Queso de igual tamaño		
Indicadores	N/A	Productividad según suero y kilogramos obtenidos		
Actividades o áreas de apoyo	Área de bodega. Suministro de materia prima Supervisión. Plan maestro de producción			Cuartos fríos

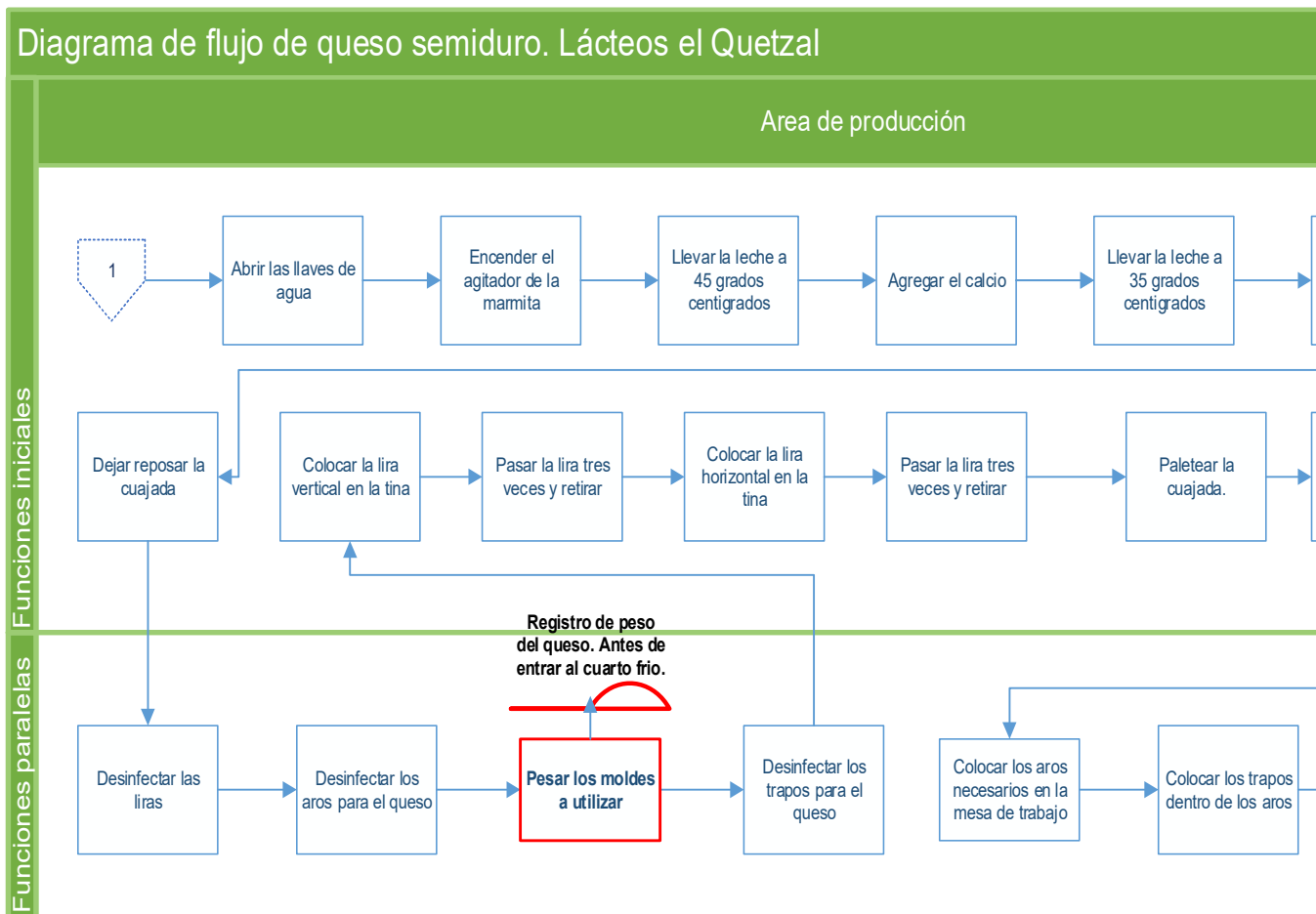
Fuente: Melina Abarca

La figura anterior establece cuatro cambios directos en los elementos que agregan el valor, los cuales corresponden a lo siguiente:

- El cliente interno requiere el registro con datos correctos y actualizados en el proceso de moldeo y almacenamiento: en este caso, se refiere como cliente interno tanto a los operarios como al supervisor de producción; y ambos necesitan los registros propuestos con datos correctos y actualizados para poder continuar con el siguiente elemento dentro de la producción. Mientras que el supervisor necesita además la información en este documento para obtener los indicadores establecidos.
- El proceso de enfriamiento y cuajado, moldeo y almacenamiento, requiere como variables y atributos un queso con poco suero acumulado y de igual tamaño: el principal objetivo de la estandarización propuesta se encuentra en obtener quesos de igual tamaño, lo cual permite una mejora en el registro de la oferta producida por la empresa. Seguidamente se espera obtener una disminución en el suero acumulado dentro del queso producido, como resultado de estandarizar y disminuir ligeramente el tamaño de los quesos producidos.
- El proceso de enfriamiento y cuajado, moldeo y almacenamiento, mantiene como indicador la productividad según el suero y kilogramos obtenidos: los puntos anteriores generan como resultado el producto y los registros necesarios por la empresa, de esta manera se mide la producción y se genera una trazabilidad de cada tanda y cada variación realizada del proceso.

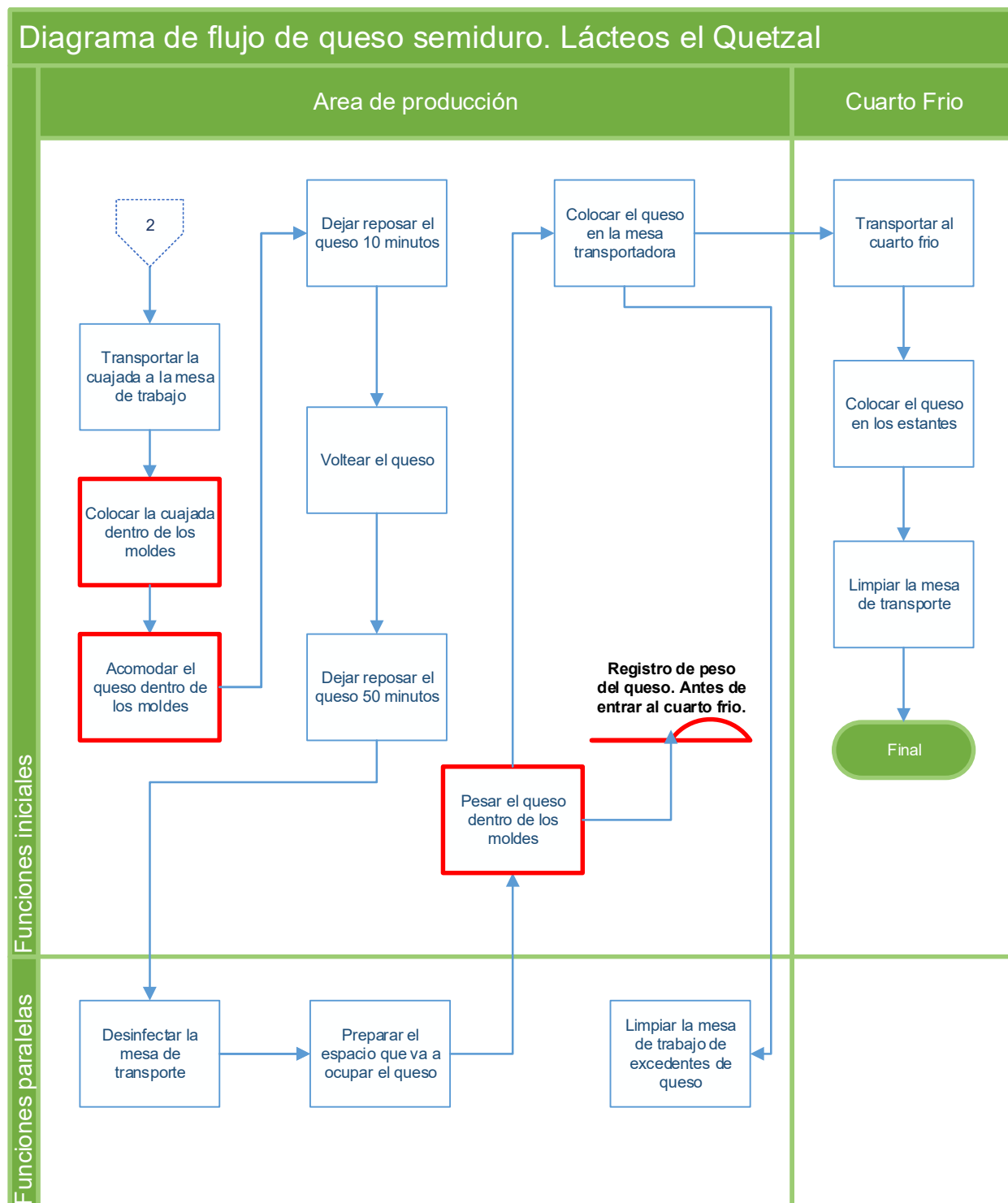
Según se detalló en el diagnóstico del presente proyecto de investigación, se mantiene la misma cadena de valor para el queso semiduro, debido a que ambos productos presentan un proceso muy similar y son los dos quesos frescos que ofrece la empresa a sus clientes. Como parte final de la actual propuesta, se finaliza con el detalle del diagrama de flujo nuevo para el queso semiduro.

Figura 91 Diagrama de flujo propuesto de queso semiduro



Fuente: Melina Abarca

Figura 92 Diagrama de flujo propuesto de queso semiduro



Fuente: Melina Abarca

La Figura 91 Diagrama de flujo propuesto de queso semiduro y Figura 92 Diagrama de flujo propuesto de queso semiduro, detallan los mismos puntos de mejora señalados en el queso tierno. Esto se debe a que ambos quesos son frescos y su proceso es muy similar; su diferencia se encuentra en el paleteo y en el desuerado del proceso, no en otros puntos. Considerando lo anterior, se mantiene la Figura 89 Diagrama de flujo propuesto de empaque de queso tierno como base del proceso de empaque del queso semiduro, se espera obtener los mismos resultados propuestos para el queso tierno y se aumentan los componentes de la cadena de valor del producto como se mencionó anteriormente.

Comunicación con el área administrativa

Como la empresa cuenta con tan poco personal en total, el plan de acción propuesto para mejorar la comunicación con el área administrativa cuenta de tres pasos: abrir la comunicación directa, participación en las capacitaciones al personal y actividades que fortalezcan la confianza entre las personas. Se procede a describir con detalle los componentes de cada uno de estos pasos:

Abrir comunicación directa

El área operativa de la empresa puede sentirse cohibida de compartir sus inquietudes o sugerencias con el área administrativa, se pretende disminuir este sentimiento mediante las siguientes dos actividades principales:

- Establecer reuniones semanales con todo el personal; donde se comuniquen los puntos principales de cada semana, como metas de producción, mejoras en el trabajo, nuevas inversiones de la empresa y algún otro punto que sea considerado necesario.
- Establecer un horario específico para atender personalmente a los colaboradores que así lo deseen, considerando que el horario de la mayoría del personal operativo termina a las 11:00 am, se propone establecer de 11:00 am a 12:00 md como el horario dedicado del área administrativa a recibir personalmente a todos los colaboradores que deseen compartir alguna inquietud o sugerencia.

El horario propuesto no significa que solo se encuentre disponible a esa hora para los colaboradores, únicamente establece un tiempo completamente dedicado a esta actividad.

Involucramiento en las capacitaciones

Como se mencionó anteriormente, en la propuesta de capacitaciones se establece que toda el área administrativa debe estar presente en la capacitación conjunta de las áreas operativas, esto tiene dos razones principales: primero porque se refuerzan conocimientos de manipulación básica de alimentos y segundo, porque se continúa un acercamiento entre las áreas para que se fortalezca la confianza y la comunicación.

Actividades de trabajo en equipo

La cantidad de colaboradores actuales de la empresa permite realizar actividades que fácilmente incorporen en su totalidad. Para iniciar rompiendo el hielo entre las áreas, se propone utilizar algunos de los recursos con los que ya cuenta; por ejemplo, actualmente la oficina cuenta con cuatro juegos de mesa para dos o más jugadores y un juego de cartas. Se propone utilizar estos recursos en esa hora asignada para recibir a los colaboradores y además, establecer un presupuesto mensual de ¢50.000 (cincuenta mil colones exactos) para utilizarlo en actividades que puedan ser aprovechados por todos como

- Almuerzos o desayunos compartidos, ya sea en la empresa o en algún comercio cercano
- Picnics en alguno de los miradores de la zona
- Jugar bolos en equipo.
- Entre otros.

Con estas actividades iniciales, se busca obtener un acercamiento entre las áreas y mejorar las relaciones humanas en la empresa. El presente proyecto de investigación finaliza con la siguiente parte, la cual corresponde a la evaluación económica de este, donde se analiza la viabilidad del proyecto y los beneficios esperados.

Evaluación económica

La última parte del proyecto de investigación se divide en dos elementos: primero se detalla el plan de implementación de las propuestas realizadas, donde se observan cada uno de los pasos que conlleva la conclusión y desarrollo de este trabajo de investigación y el segundo y final elemento, corresponde al análisis de la viabilidad económica de estas propuestas, donde se determina si la empresa debe realizar la inversión.

Plan de implementación

La propuesta de implementación del presente proyecto, se inicia desde el mes de mayo con la presentación del proyecto y la aprobación de inicio por parte de la empresa; en este mes inicial se empieza a buscar la persona encargada de realizar la capacitación del personal y a su vez, se comunica a los colaboradores los cambios realizados en la producción de quesos, se establece un seguimiento de estos cambios durante dos semanas, que se mantienen en paralelo con la búsqueda del coordinador de aprendizaje.

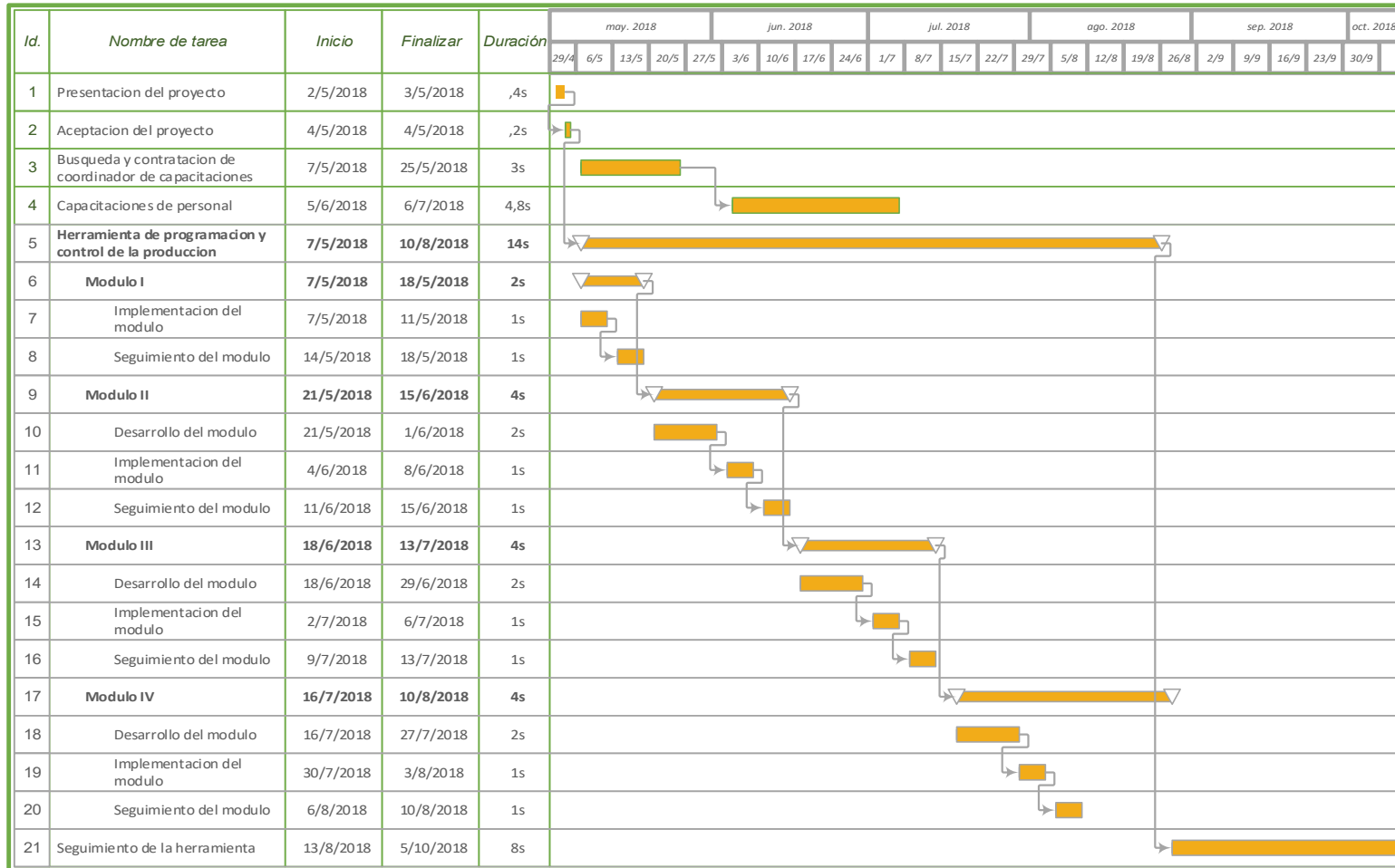
Durante la última semana del mes de mayo, se inicia la inclusión de la mejora propuesta de la herramienta de programación y control de la producción; y se mantiene durante dos semanas de seguimiento a la curva de aprendizaje de los encargados. Al finalizar esta parte inicial, se procede a iniciar el segundo módulo de la herramienta, se propone un periodo de dos meses por módulo, en el que se incluye tanto el desarrollo como la implementación y el seguimiento de su uso.

La implementación de los últimos tres módulos propuestos, se desarrolla en un semestre; donde se considera medio tiempo de jornada laboral del ingeniero a cargo de su evolución.

A continuación, en la siguiente página se presenta el gráfico de Gantt de los periodos necesarios para implementar la totalidad de las propuestas presentadas.

Figura 93 Diagrama de Gantt de implementacion de la propuesta

Diagrama de Gantt de plan de implementacion del proyecto



Fuente: Melina Abarca

La figura anterior detalla una duración aproximada de cinco meses para desarrollar la totalidad de las propuestas realizadas, se incluye desde la presentación y aceptación del proyecto hasta el seguimiento de la herramienta. El plan mantiene en consideración un tiempo prudencial para la búsqueda de la persona adecuada para brindar las capacitaciones a los operarios. Se mantiene en consideración que la capacitación de los operarios y los módulos de la herramienta ocurran de manera simultánea, dado que involucran distintos colaboradores de la empresa. Posterior a este periodo, se deja abierta la opción de brindar seguimiento a la evolución de cada punto implementado en un periodo de dos meses.

Como paso final de la evaluación económica, se procede a realizar el análisis de la viabilidad económica del proyecto de investigación.

Viabilidad económica del proyecto

Para desarrollar las mejoras propuestas, no se debe realizar inversión de equipo por parte de la empresa, dado que se utilizan recursos actuales como la computadora necesaria para utilizar la herramienta y dentro de la planta no se agrega equipo extra al actual. De manera que dentro de los rubros de costos a considerar se establecen los siguientes conceptos:

Tabla 37 Costos de la implementación del proyecto

Ítem	Valor	Descripción
Salario de ingeniero más cargas sociales	¢2,416,500	Desarrollo del proyecto y primer módulo de la herramienta
Salario de ingeniero más cargas sociales	¢4,027,500	Segundo a cuarto módulo de la herramienta y seguimiento de la herramienta
Salario de coordinador de capacitación	¢1,500,000	Capacitación de personal
Capacitación de personal		Imprevistos en capacitación de personal
Total de inversión	¢7,944,000 en total	

Fuente: Melina Abarca

El monto correspondiente al salario del ingeniero, fue considerado con base en los datos del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), este corresponde a medio tiempo durante un mes entero laborado sumado al porcentaje utilizado por la empresa para cargas sociales, el cual equivale al 50% del salario pagado. En las propuestas de comunicación con el área administrativa, se estableció un monto mensual de ¢50,000 (cincuenta mil colones exactos), el cual no se considera en los costos anteriormente descritos dado que mediante la apertura de la comunicación, se busca una relación de confianza y familiaridad con los colaboradores, estos resultados son de carácter cualitativo y no se pueden medir de igual manera a los resultados cuantitativos.

Para lograr obtener los resultados del valor presente neto, se trabaja con un promedio mensual de ¢6,000,000 (seis millones de colones exactos) como utilidad neta de la empresa, durante cada año se recibiría en promedio un flujo neto de efectivo de ¢72,000,000 (setenta y dos millones de colones exactos). Este monto se sustenta con los estados de resultados adjuntos en el Anexo 4 Estados financieros de Lácteos el Quetzal para el periodo actual 2017- 2018, igualmente según modo de trabajo de la empresa, se considera como rendimiento mínimo aceptable (TMAR) el establecido según los rendimientos de inversiones en el Banco Nacional de Costa Rica (BNCR), dado que este es el banco con el que trabaja la planta. Se establece el 8.25% como TMAR para un plazo de dos años y 8.55% para un plazo de 5 años.

En la siguiente página se procede a tabular los diferentes faltantes de cada uno de los productos, en los cuales se inicia un proceso de disminución a partir de cada una de las diferentes propuestas del presente proyecto.

Tabla 38 Resumen de faltantes de producto

Kilogramos o litros anuales	Producto	Causa del faltante	Capacidad utilizada actual mensual
5,000 kilogramos	Queso tierno	Faltante de materia prima (leche de vaca)	13621 kilogramos
100 kilogramos		Hubo demanda, pero no suficiente producción	4394 kilogramos
200 kilogramos	Natilla	Faltante o desperfectos en el material de empaque.	20800.53 kilogramos
		Hubo demanda, pero no suficiente producción	
100 litros	Yogurt con sabor a fresa	Faltante o desperfectos en el material de empaque.	1289.91 kilogramos
		Hubo demanda, pero no suficiente producción	

Fuente: Melina Abarca

Como tercer punto se consideran los siguientes aumentos anuales de producción por cada uno de estos productos.

Tabla 39 Aumentos de producción anuales por producto

Producto	Cantidad que aumentar anualmente	Capacidad utilizada actual mensual	Capacidad utilizada anual	Porcentaje de aumento anual
Queso tierno	500 kg	13621 kg	$13621 * 12 = 163452 \text{ kg}$	$\frac{500}{163452} = 0,31\%$
Queso semiduro	50 kg	4394 kg	$4394 * 12 = 52728 \text{ kg}$	$\frac{50}{57728} = 0,09\%$
Natilla	200 kg	20800,53 kg	$20800,53 * 12 = 249606,36 \text{ kg}$	$\frac{200}{249606,36} = 0,08\%$
Yogurt con sabor a fresa	50 kg	1289,91 l	$1289,91 * 12 = 15478,92 \text{ l}$	$\frac{50}{15478,92} = 0,32\%$

Fuente: Melina Abarca

Como tercer punto se consideran los siguientes aumentos anuales de producción por cada uno de estos productos.

Tabla 39 Aumentos de producción anuales por producto, considera como base los siguientes puntos:

- Se establece un aumento de la producción de queso tierno en un 0.31% anual (500 kilogramos de queso). Este monto total equivale a dos tandas de queso, estas tandas la empresa las establece como posibles al mejorar los pronósticos de material necesario para cubrir la demanda de producto. Por lo tanto, se mantendrá este porcentaje para la consideración de los siguientes años.

- Al aumentar la producción de queso tierno, se logra obtener una mayor cantidad de crema de leche, como subproducto al descremar la leche entera. Según el comportamiento positivo de la demanda presentada en la Figura 66 Gráfico comparativo de la oferta demanda de natilla, se establece el aumento meta del 0.08% en la producción de natilla de manera anual, esto representa 200 kilogramos de producto que se agrega a la oferta de producto.
- El yogurt con sabor a fresa mantiene una producción independiente de los demás productos, entre los principales problemas presentados en la demanda, se encuentran los defectos del material de empaque. Con el ingreso de la herramienta, se establecen los inventarios de seguridad en los materiales, por lo que la empresa considera prudente iniciar con el aumento de 50 kilogramos o un 0.32% de su capacidad utilizada anual.
- Al mejorar la respuesta a la demanda del queso tierno, por efecto cadena se mejora la disponibilidad de este producto, dado que se trabajan en la misma área y ocupan los mismos materiales. Se establece un aumento anual de la producción de 0.04% (50 kg de queso).

Como se mencionó anteriormente, la empresa mantiene un flujo neto preestablecido según los estados financieros presentados. Para lograr este monto, se considera anualmente un 5% de aumento en los precios de los productos de la empresa, de manera que cubra los diferentes gastos que conlleva el aumento de salarios o costos de los materiales y servicios necesarios para cubrir la demanda. A partir de este punto, se establece en la siguiente página una tabla de precios y márgenes de utilidad para cada uno de los cuatro productos estudiados en el presente proyecto de investigación.

Tabla 40 Precios de venta proyectados para los distintos productos

Producto	Margen de utilidad	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5
		Precio	Utilidad	Precio	Utilidad	Precio	Utilidad	Precio	Utilidad	Precio
Queso tierno	29.32%	¢2226	¢652.72	¢2337	¢685.26	¢2453	¢719.28	¢2575	¢755.05	¢2703
Queso semiduro	29.66%	¢2520	¢747.42	¢2646	¢784.79	¢2778	¢823.94	¢2916	¢864.87	¢3061
Natilla	37.45%	¢1396	¢522.85	¢1465	¢548.69	¢1538	¢576.03	¢1614	¢604.5	¢1694
Yogurt con sabor a fresa	26.09%	¢1128	¢294.25	¢1184	¢308.85	¢1243	¢324.24	¢1305	¢340.42	¢1370

Fuente: Melina Abarca

Tomando como base la Tabla 40 Precios de venta proyectados para los distintos productos, se establecieron los precios de venta según el aumento en la producción establecido por año en la Tabla 39 Aumentos de producción anuales por producto, de acuerdo a la información esperada en las siguientes tablas.

Tabla 41 Venta acumulada por producto en kilogramos o litros

Producto	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5
	Aumento de producción	Aumento acumulado	Aumento de producción	Aumento acumulado	Aumento de producción	Aumento acumulado	Aumento de producción	Aumento acumulado	Aumento de producción
Queso tierno	500 kg	500 kg	500 kg	1000 kg	500 kg	1500 kg	500 kg	2000 kg	500 kg
Queso semiduro	50 kg	50 kg	50 kg	100 kg	-	100 kg	-	100 kg	-
Natilla	200 kg	200 kg	-	200 kg	-	200 kg	-	200 kg	-
Yogurt con sabor a fresa	50 kg	50 kg	50 kg	100 kg	-	100 kg	-	100 kg	-

Fuente: Melina Abarca

Tabla 42 Total de utilidad anual por producto

Margen de utilidad obtenido por año según aumento en la producción					
Producto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Queso tierno	₪326 358,38	₪685 264,62	₪1 078 917,92	₪1 510 103,89	₪1 981 461,56
Queso semiduro	₪37 371,08	₪78 479,26	₪82 394,32	₪86 487,35	₪90 787,98
Natilla	₪104 569,85	₪109 738,41	₪115 206,61	₪120 899,52	₪126 892,06
Yogurt con sabor a fresa	₪14 712,27	₪30 885,33	₪32 424,38	₪34 041,68	₪35 737,25
Total de utilidad	₪483 011,56	₪1 387 379,18	₪2 696 322,41	₪4 447 854,85	₪6 682 733,71

Fuente: Melina Abarca

La Tabla 40 Precios de venta proyectados para los distintos productos, establece los distintos precios para cada uno de los cuatro productos en un periodo de cinco años; estos incluyen el aumento del 5% anual que busca cubrir los costos que aumentan en cada periodo. Este cambio de precio logra mantener el porcentaje de margen de utilidad por kilogramo de producto vendido, igualmente este dato se proyecta para los cinco años especificados.

En la Tabla 41 Venta acumulada por producto en kilogramos o litros, se detalla la cantidad de kilogramos o litros de producto que se plantea aumentar en la producción anual según los datos de la Tabla 39 Aumentos de producción anuales por producto. En este punto cabe destacar que se establece un aumento acumulado en la producción de cada año; por ejemplo, se plantea un aumento de 500 kg para el queso tierno en el primer año, para el segundo año se vuelve a aumentar 500 kg y se trabaja con un total acumulado de 1.000 kg de queso tierno en este periodo, para el siguiente año se acumulan 1.500 kg de producto. Este aumento se trabaja de igual manera para cada uno de los productos analizados.

La Tabla 42 Total de utilidad anual por producto, establece en columnas el margen de utilidad que se espera obtener según los aumentos de producción estimados en la tabla anterior después de multiplicar los kilogramos que se van a producir y el margen de utilidad obtenidos por cada uno. Se establecen los montos acumulados de utilidad para los cinco periodos según esta información se agrega en el análisis del flujo neto de efectivo, como el aumento esperado después de la implementación de la herramienta propuesta.

Finalmente, la empresa no considera la inversión externa de otros socios o adquirir deuda por financiamiento con un banco, por lo que únicamente se muestra la alternativa de la realización del proyecto con inversión propia para un periodo de 2 y 5 años. A continuación, se presentan las tablas correspondientes al cálculo del Valor Presente Neto y Tasa Interna de Rendimiento para los periodos establecidos, se considera como inversión inicial el monto total de ¢7,944,000 correspondiente a los cuatro módulos de la herramienta, la capacitación de los operarios y el seguimiento de los resultados; y se considera como flujo neto de efectivo, las utilidades anuales de ¢72,000,000 más los montos considerados en la Tabla 42 Total de utilidad anual por producto para el año correspondiente.

Tabla 43 Cálculo de VAN Y TIR para dos años

Calculo de VAN y TIR para inversión en Lácteos el Quetzal en un periodo de dos años			
	Año 0	Año 1	Año 2
Inversión (p)	¢7 944 000,00		
Flujo neto de efectivo (FNE)		¢72 483 011,56	¢73 387 379,18
Tasa de interés (i)	8.25%	8.25%	8.25%
(1 + i)^n	1	1.0825	1.1718
N	0	1	2
FNE / ((1 + i)^n)	¢0,00	¢66 958 902,14	¢62 627 571,05

VAN	¢121 642 473,19
TIR	828%

Fuente: Melina Abarca

Tabla 44 Cálculo de VAN y TIR para cinco años

Cálculo de VAN y TIR para inversión en Lácteos el Quetzal en un periodo de cinco años						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión (p)	₡7 944 000					
Flujo neto de efectivo (FNE)	₡0	₡72 483 012	₡73 387 379	₡74 696 322	₡76 447 855	₡78 682 734
Tasa de interés (i)	8,55%	8,55%	8,55%	8,55%	8,55%	8,55%
(1 + i)ⁿ	1,0000	1,0855	1,1783	1,2791	1,3884	1,5071
N	0	1	2	3	4	5
FNE / ((1 + i)ⁿ)	₡0	₡66 773 848	₡62 281 881	₡58 399 582	₡55 061 241	₡52 207 188

VAN	₡302 667 739
TIR	834%

Fuente: Melina Abarca

Los dos escenarios presentados en la Tabla 43 Cálculo de VAN Y TIR para dos años y Tabla 44 Cálculo de VAN y TIR para cinco años, presentan resultados positivos y con una tasa de rendimiento igualmente positivo para ambos casos.

En las tablas anteriores se obtiene un alto valor presente neto resultante de las ganancias esperadas en los siguientes periodos frente a la inversión a realizar; debido a que la inversión inicial representa apenas un 11% $\left(\frac{€7.944.000}{€72.000.000} = 0.1103 = 11\%\right)$ de las utilidades actuales de la empresa. Al considerar los montos obtenidos en el VAN de dos y cinco años, se recomienda seleccionar el panorama de cinco años dado a que este presenta un valor monetario para la empresa.

Los datos resultantes de la tasa interna de retorno para los escenarios de dos y cinco años de inversión, representan un porcentaje significativo, esto es debido a que se trabaja con un flujo neto de efectivo mucho mayor durante cada año presentado respecto a la inversión inicial, lo que generó en ambos casos un TIR mayor a 800%, estos establecen que si se desea reinvertir todas las utilidades obtenidas anualmente, se va a obtener una tasa de retorno mucho mayor a la TMAR utilizada (8.25% para dos años y 8.55% para cinco años), lo cual define al proyecto como financieramente viable.

Ambos casos serán presentados a la empresa para su consideración, sin embargo, se recomienda seleccionar el panorama de dos años de inversión, para poder utilizar el dinero obtenido en las utilidades esperadas en alguna otra mejora para la empresa que pueda surgir en ese periodo. Independientemente de la alternativa seleccionada, se debe mantener un seguimiento constante de los cambios implementados y asegurar la correcta ejecución de estos hasta que los operarios involucrados se adapten por completo a los nuevos procesos.

Referencias

- Acuña, J. (2012). *Control de Calidad. Un enfoque integral y estadístico*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Baca, G. (2013). *Evaluación de proyectos*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.
- Blocher, E. J., Stout, D. E., Cokins, G., & Chen, K. H. (2008). *Administración de costos. Un enfoque estratégico*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*. México: PEARSON EDUCACION.
- Cuatrecasas, L. (2011). *Organización de la producción y dirección de operaciones. Sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Goldratt, E. (2015). *La Meta. Un proceso de mejora continua*. Argentina: Granica.
- González, C., Domingo, R., & Pérez, M. (2013). *Técnicas de mejora de la calidad*. España: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Guerrero, H. (2009). *Inventarios. Manejo y control*. Colombia: Ecoe Ediciones.
- Gutiérrez, H., & Salazar, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. México: McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones*. México: PEARSON EDUCACION.
- Heizer, J., & Render, B. (2015). *Dirección de la Producción y de Operaciones. Decisiones Tácticas*. España: PEARSON EDUCACION.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Hernández, R., Méndez, S., Mendoza, C. P., & Cuevas, A. (2017). *Fundamentos de investigación*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.
- Hill, C. W., & Jones, G. R. (2009). *Administración Estratégica*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.
- Instituto uruguayo de Normas Técnicas. (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad*. Uruguay: UNIT (Instituto uruguayo de Normas Técnicas).
- Lind, D. A., Marchal, W. G., & Wathen, S. A. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.
- Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. (2010). *Introducción a la probabilidad y estadística*. México: Cengage Learning Editores.
- Render, B., Stair, Jr., R. M., Hanna, M. E., & Hale, T. S. (2016). *Métodos cuantitativos para los negocios*. México: PEARSON EDUCACION.

Anexos

Anexo 1 Cálculo de punto de equilibrio del queso tierno

Tabla 45 Cálculo de punto de equilibrio del queso tierno

Kilogramos producidos	Costos variables	Costos Fijos por producto	Ingreso por venta	Costo total por producto	Costos fijos por línea	Costo total por línea
1	¢1,493	¢64,000	¢2,120	¢65,493	¢93,705	¢95,198
2	¢2,987	¢64,000	¢4,240	¢66,987	¢93,705	¢96,692
3	¢4,480	¢64,000	¢6,360	¢68,480	¢93,705	¢98,185
4	¢5,973	¢64,000	¢8,480	¢69,973	¢93,705	¢99,678
5	¢7,466	¢64,000	¢10,600	¢71,466	¢93,705	¢101,171
6	¢8,960	¢64,000	¢12,720	¢72,960	¢93,705	¢102,665
7	¢10,453	¢64,000	¢14,840	¢74,453	¢93,705	¢104,158
8	¢11,946	¢64,000	¢16,960	¢75,946	¢93,705	¢105,651
9	¢13,439	¢64,000	¢19,080	¢77,439	¢93,705	¢107,144
10	¢14,933	¢64,000	¢21,200	¢78,933	¢93,705	¢108,638
11	¢16,426	¢64,000	¢23,320	¢80,426	¢93,705	¢110,131
12	¢17,919	¢64,000	¢25,440	¢81,919	¢93,705	¢111,624
13	¢19,412	¢64,000	¢27,560	¢83,412	¢93,705	¢113,117
14	¢20,906	¢64,000	¢29,680	¢84,906	¢93,705	¢114,611
15	¢22,399	¢64,000	¢31,800	¢86,399	¢93,705	¢116,104
16	¢23,892	¢64,000	¢33,920	¢87,892	¢93,705	¢117,597
17	¢25,385	¢64,000	¢36,040	¢89,385	¢93,705	¢119,090
18	¢26,879	¢64,000	¢38,160	¢90,879	¢93,705	¢120,584
19	¢28,372	¢64,000	¢40,280	¢92,372	¢93,705	¢122,077
20	¢29,865	¢64,000	¢42,400	¢93,865	¢93,705	¢123,570
21	¢31,358	¢64,000	¢44,520	¢95,358	¢93,705	¢125,063
22	¢32,852	¢64,000	¢46,640	¢96,852	¢93,705	¢126,557
23	¢34,345	¢64,000	¢48,760	¢98,345	¢93,705	¢128,050
24	¢35,838	¢64,000	¢50,880	¢99,838	¢93,705	¢129,543
25	¢37,332	¢64,000	¢53,000	¢101,332	¢93,705	¢131,037
26	¢38,825	¢64,000	¢55,120	¢102,825	¢93,705	¢132,530
27	¢40,318	¢64,000	¢57,240	¢104,318	¢93,705	¢134,023
28	¢41,811	¢64,000	¢59,360	¢105,811	¢93,705	¢135,516
29	¢43,305	¢64,000	¢61,480	¢107,305	¢93,705	¢137,010
30	¢44,798	¢64,000	¢63,600	¢108,798	¢93,705	¢138,503
31	¢46,291	¢64,000	¢65,720	¢110,291	¢93,705	¢139,996

Kilogramos producidos	Costos variables	Costos Fijos por producto	Ingreso por venta	Costo total por producto	Costos fijos por línea	Costo total por línea
32	¢47,784	¢64,000	¢67,840	¢111,784	¢93,705	¢141,489
33	¢49,278	¢64,000	¢69,960	¢113,278	¢93,705	¢142,983
34	¢50,771	¢64,000	¢72,080	¢114,771	¢93,705	¢144,476
35	¢52,264	¢64,000	¢74,200	¢116,264	¢93,705	¢145,969
36	¢53,757	¢64,000	¢76,320	¢117,757	¢93,705	¢147,462
37	¢55,251	¢64,000	¢78,440	¢119,251	¢93,705	¢148,956
38	¢56,744	¢64,000	¢80,560	¢120,744	¢93,705	¢150,449
39	¢58,237	¢64,000	¢82,680	¢122,237	¢93,705	¢151,942
40	¢59,730	¢64,000	¢84,800	¢123,730	¢93,705	¢153,435
41	¢61,224	¢64,000	¢86,920	¢125,224	¢93,705	¢154,929
42	¢62,717	¢64,000	¢89,040	¢126,717	¢93,705	¢156,422
43	¢64,210	¢64,000	¢91,160	¢128,210	¢93,705	¢157,915
44	¢65,703	¢64,000	¢93,280	¢129,703	¢93,705	¢159,408
45	¢67,197	¢64,000	¢95,400	¢131,197	¢93,705	¢160,902
46	¢68,690	¢64,000	¢97,520	¢132,690	¢93,705	¢162,395
47	¢70,183	¢64,000	¢99,640	¢134,183	¢93,705	¢163,888
48	¢71,677	¢64,000	¢101,760	¢135,677	¢93,705	¢165,382
49	¢73,170	¢64,000	¢103,880	¢137,170	¢93,705	¢166,875
50	¢74,663	¢64,000	¢106,000	¢138,663	¢93,705	¢168,368
51	¢76,156	¢64,000	¢108,120	¢140,156	¢93,705	¢169,861
52	¢77,650	¢64,000	¢110,240	¢141,650	¢93,705	¢171,355
53	¢79,143	¢64,000	¢112,360	¢143,143	¢93,705	¢172,848
54	¢80,636	¢64,000	¢114,480	¢144,636	¢93,705	¢174,341
55	¢82,129	¢64,000	¢116,600	¢146,129	¢93,705	¢175,834
56	¢83,623	¢64,000	¢118,720	¢147,623	¢93,705	¢177,328
57	¢85,116	¢64,000	¢120,840	¢149,116	¢93,705	¢178,821
58	¢86,609	¢64,000	¢122,960	¢150,609	¢93,705	¢180,314
59	¢88,102	¢64,000	¢125,080	¢152,102	¢93,705	¢181,807
60	¢89,596	¢64,000	¢127,200	¢153,596	¢93,705	¢183,301
61	¢91,089	¢64,000	¢129,320	¢155,089	¢93,705	¢184,794
62	¢92,582	¢64,000	¢131,440	¢156,582	¢93,705	¢186,287
63	¢94,075	¢64,000	¢133,560	¢158,075	¢93,705	¢187,780
64	¢95,569	¢64,000	¢135,680	¢159,569	¢93,705	¢189,274
65	¢97,062	¢64,000	¢137,800	¢161,062	¢93,705	¢190,767
66	¢98,555	¢64,000	¢139,920	¢162,555	¢93,705	¢192,260
67	¢100,049	¢64,000	¢142,040	¢164,049	¢93,705	¢193,754
68	¢101,542	¢64,000	¢144,160	¢165,542	¢93,705	¢195,247
69	¢103,035	¢64,000	¢146,280	¢167,035	¢93,705	¢196,740
70	¢104,528	¢64,000	¢148,400	¢168,528	¢93,705	¢198,233

Kilogramos producidos	Costos variables	Costos Fijos por producto	Ingreso por venta	Costo total por producto	Costos fijos por línea	Costo total por línea
71	₡106,022	₡64,000	₡150,520	₡170,022	₡93,705	₡199,727
72	₡107,515	₡64,000	₡152,640	₡171,515	₡93,705	₡201,220
73	₡109,008	₡64,000	₡154,760	₡173,008	₡93,705	₡202,713
74	₡110,501	₡64,000	₡156,880	₡174,501	₡93,705	₡204,206
75	₡111,995	₡64,000	₡159,000	₡175,995	₡93,705	₡205,700
76	₡113,488	₡64,000	₡161,120	₡177,488	₡93,705	₡207,193
77	₡114,981	₡64,000	₡163,240	₡178,981	₡93,705	₡208,686
78	₡116,474	₡64,000	₡165,360	₡180,474	₡93,705	₡210,179
79	₡117,968	₡64,000	₡167,480	₡181,968	₡93,705	₡211,673
80	₡119,461	₡64,000	₡169,600	₡183,461	₡93,705	₡213,166
81	₡120,954	₡64,000	₡171,720	₡184,954	₡93,705	₡214,659
82	₡122,447	₡64,000	₡173,840	₡186,447	₡93,705	₡216,152
83	₡123,941	₡64,000	₡175,960	₡187,941	₡93,705	₡217,646
84	₡125,434	₡64,000	₡178,080	₡189,434	₡93,705	₡219,139
85	₡126,927	₡64,000	₡180,200	₡190,927	₡93,705	₡220,632
86	₡128,420	₡64,000	₡182,320	₡192,420	₡93,705	₡222,125
87	₡129,914	₡64,000	₡184,440	₡193,914	₡93,705	₡223,619
88	₡131,407	₡64,000	₡186,560	₡195,407	₡93,705	₡225,112
89	₡132,900	₡64,000	₡188,680	₡196,900	₡93,705	₡226,605
90	₡134,394	₡64,000	₡190,800	₡198,394	₡93,705	₡228,099
91	₡135,887	₡64,000	₡192,920	₡199,887	₡93,705	₡229,592
92	₡137,380	₡64,000	₡195,040	₡201,380	₡93,705	₡231,085
93	₡138,873	₡64,000	₡197,160	₡202,873	₡93,705	₡232,578
94	₡140,367	₡64,000	₡199,280	₡204,367	₡93,705	₡234,072
95	₡141,860	₡64,000	₡201,400	₡205,860	₡93,705	₡235,565
96	₡143,353	₡64,000	₡203,520	₡207,353	₡93,705	₡237,058
97	₡144,846	₡64,000	₡205,640	₡208,846	₡93,705	₡238,551
98	₡146,340	₡64,000	₡207,760	₡210,340	₡93,705	₡240,045
99	₡147,833	₡64,000	₡209,880	₡211,833	₡93,705	₡241,538
100	₡149,326	₡64,000	₡212,000	₡213,326	₡93,705	₡243,031
101	₡150,819	₡64,000	₡214,120	₡214,819	₡93,705	₡244,524
102	₡152,313	₡64,000	₡216,240	₡216,313	₡93,705	₡246,018
103	₡153,806	₡64,000	₡218,360	₡217,806	₡93,705	₡247,511
104	₡155,299	₡64,000	₡220,480	₡219,299	₡93,705	₡249,004
105	₡156,792	₡64,000	₡222,600	₡220,792	₡93,705	₡250,497
106	₡158,286	₡64,000	₡224,720	₡222,286	₡93,705	₡251,991
107	₡159,779	₡64,000	₡226,840	₡223,779	₡93,705	₡253,484
108	₡161,272	₡64,000	₡228,960	₡225,272	₡93,705	₡254,977
109	₡162,765	₡64,000	₡231,080	₡226,765	₡93,705	₡256,470

Kilogramos producidos	Costos variables	Costos Fijos por producto	Ingreso por venta	Costo total por producto	Costos fijos por línea	Costo total por línea
110	¢164,259	¢64,000	¢233,200	¢228,259	¢93,705	¢257,964
111	¢165,752	¢64,000	¢235,320	¢229,752	¢93,705	¢259,457
112	¢167,245	¢64,000	¢237,440	¢231,245	¢93,705	¢260,950
113	¢168,739	¢64,000	¢239,560	¢232,739	¢93,705	¢262,444
114	¢170,232	¢64,000	¢241,680	¢234,232	¢93,705	¢263,937
115	¢171,725	¢64,000	¢243,800	¢235,725	¢93,705	¢265,430
116	¢173,218	¢64,000	¢245,920	¢237,218	¢93,705	¢266,923
117	¢174,712	¢64,000	¢248,040	¢238,712	¢93,705	¢268,417
118	¢176,205	¢64,000	¢250,160	¢240,205	¢93,705	¢269,910
119	¢177,698	¢64,000	¢252,280	¢241,698	¢93,705	¢271,403
120	¢179,191	¢64,000	¢254,400	¢243,191	¢93,705	¢272,896
121	¢180,685	¢64,000	¢256,520	¢244,685	¢93,705	¢274,390
122	¢182,178	¢64,000	¢258,640	¢246,178	¢93,705	¢275,883
123	¢183,671	¢64,000	¢260,760	¢247,671	¢93,705	¢277,376
124	¢185,164	¢64,000	¢262,880	¢249,164	¢93,705	¢278,869
125	¢186,658	¢64,000	¢265,000	¢250,658	¢93,705	¢280,363
126	¢188,151	¢64,000	¢267,120	¢252,151	¢93,705	¢281,856
127	¢189,644	¢64,000	¢269,240	¢253,644	¢93,705	¢283,349
128	¢191,137	¢64,000	¢271,360	¢255,137	¢93,705	¢284,842
129	¢192,631	¢64,000	¢273,480	¢256,631	¢93,705	¢286,336
130	¢194,124	¢64,000	¢275,600	¢258,124	¢93,705	¢287,829
131	¢195,617	¢64,000	¢277,720	¢259,617	¢93,705	¢289,322
132	¢197,110	¢64,000	¢279,840	¢261,110	¢93,705	¢290,815
133	¢198,604	¢64,000	¢281,960	¢262,604	¢93,705	¢292,309
134	¢200,097	¢64,000	¢284,080	¢264,097	¢93,705	¢293,802
135	¢201,590	¢64,000	¢286,200	¢265,590	¢93,705	¢295,295
136	¢203,084	¢64,000	¢288,320	¢267,084	¢93,705	¢296,789
137	¢204,577	¢64,000	¢290,440	¢268,577	¢93,705	¢298,282
138	¢206,070	¢64,000	¢292,560	¢270,070	¢93,705	¢299,775
139	¢207,563	¢64,000	¢294,680	¢271,563	¢93,705	¢301,268
140	¢209,057	¢64,000	¢296,800	¢273,057	¢93,705	¢302,762
141	¢210,550	¢64,000	¢298,920	¢274,550	¢93,705	¢304,255
142	¢212,043	¢64,000	¢301,040	¢276,043	¢93,705	¢305,748
143	¢213,536	¢64,000	¢303,160	¢277,536	¢93,705	¢307,241
144	¢215,030	¢64,000	¢305,280	¢279,030	¢93,705	¢308,735
145	¢216,523	¢64,000	¢307,400	¢280,523	¢93,705	¢310,228
146	¢218,016	¢64,000	¢309,520	¢282,016	¢93,705	¢311,721
147	¢219,509	¢64,000	¢311,640	¢283,509	¢93,705	¢313,214
148	¢221,003	¢64,000	¢313,760	¢285,003	¢93,705	¢314,708

Kilogramos producidos	Costos variables	Costos Fijos por producto	Ingreso por venta	Costo total por producto	Costos fijos por línea	Costo total por línea
149	¢222,496	¢64,000	¢315,880	¢286,496	¢93,705	¢316,201
150	¢223,989	¢64,000	¢318,000	¢287,989	¢93,705	¢317,694
151	¢225,482	¢64,000	¢320,120	¢289,482	¢93,705	¢319,187
152	¢226,976	¢64,000	¢322,240	¢290,976	¢93,705	¢320,681
153	¢228,469	¢64,000	¢324,360	¢292,469	¢93,705	¢322,174
154	¢229,962	¢64,000	¢326,480	¢293,962	¢93,705	¢323,667
155	¢231,456	¢64,000	¢328,600	¢295,456	¢93,705	¢325,161
156	¢232,949	¢64,000	¢330,720	¢296,949	¢93,705	¢326,654
157	¢234,442	¢64,000	¢332,840	¢298,442	¢93,705	¢328,147
158	¢235,935	¢64,000	¢334,960	¢299,935	¢93,705	¢329,640
159	¢237,429	¢64,000	¢337,080	¢301,429	¢93,705	¢331,134
160	¢238,922	¢64,000	¢339,200	¢302,922	¢93,705	¢332,627
161	¢240,415	¢64,000	¢341,320	¢304,415	¢93,705	¢334,120
162	¢241,908	¢64,000	¢343,440	¢305,908	¢93,705	¢335,613
163	¢243,402	¢64,000	¢345,560	¢307,402	¢93,705	¢337,107
164	¢244,895	¢64,000	¢347,680	¢308,895	¢93,705	¢338,600
165	¢246,388	¢64,000	¢349,800	¢310,388	¢93,705	¢340,093
166	¢247,881	¢64,000	¢351,920	¢311,881	¢93,705	¢341,586
167	¢249,375	¢64,000	¢354,040	¢313,375	¢93,705	¢343,080
168	¢250,868	¢64,000	¢356,160	¢314,868	¢93,705	¢344,573
169	¢252,361	¢64,000	¢358,280	¢316,361	¢93,705	¢346,066
170	¢253,854	¢64,000	¢360,400	¢317,854	¢93,705	¢347,559
171	¢255,348	¢64,000	¢362,520	¢319,348	¢93,705	¢349,053
172	¢256,841	¢64,000	¢364,640	¢320,841	¢93,705	¢350,546
173	¢258,334	¢64,000	¢366,760	¢322,334	¢93,705	¢352,039
174	¢259,827	¢64,000	¢368,880	¢323,827	¢93,705	¢353,532
175	¢261,321	¢64,000	¢371,000	¢325,321	¢93,705	¢355,026

Fuente: Melina Abarca

Anexo 2 Cálculo de punto de equilibrio del queso semiduro

Tabla 46 Cálculo de punto de equilibrio del queso semiduro

Kilogramos producidos	Costos variables	Costos Fijos por producto	Ingreso por venta	Costo total por producto	Costos fijos por línea	Costo total por línea
1	¢1,683	¢22,827	¢2,400	¢24,510	¢93,705	¢95,388
2	¢3,366	¢22,827	¢4,800	¢26,193	¢93,705	¢97,071
3	¢5,049	¢22,827	¢7,200	¢27,876	¢93,705	¢98,754
4	¢6,732	¢22,827	¢9,600	¢29,559	¢93,705	¢100,437
5	¢8,415	¢22,827	¢12,000	¢31,242	¢93,705	¢102,120
6	¢10,098	¢22,827	¢14,400	¢32,925	¢93,705	¢103,803
7	¢11,781	¢22,827	¢16,800	¢34,608	¢93,705	¢105,486
8	¢13,465	¢22,827	¢19,200	¢36,292	¢93,705	¢107,170
9	¢15,148	¢22,827	¢21,600	¢37,975	¢93,705	¢108,853
10	¢16,831	¢22,827	¢24,000	¢39,658	¢93,705	¢110,536
11	¢18,514	¢22,827	¢26,400	¢41,341	¢93,705	¢112,219
12	¢20,197	¢22,827	¢28,800	¢43,024	¢93,705	¢113,902
13	¢21,880	¢22,827	¢31,200	¢44,707	¢93,705	¢115,585
14	¢23,563	¢22,827	¢33,600	¢46,390	¢93,705	¢117,268
15	¢25,246	¢22,827	¢36,000	¢48,073	¢93,705	¢118,951
16	¢26,929	¢22,827	¢38,400	¢49,756	¢93,705	¢120,634
17	¢28,612	¢22,827	¢40,800	¢51,439	¢93,705	¢122,317
18	¢30,295	¢22,827	¢43,200	¢53,122	¢93,705	¢124,000
19	¢31,978	¢22,827	¢45,600	¢54,805	¢93,705	¢125,683
20	¢33,661	¢22,827	¢48,000	¢56,488	¢93,705	¢127,366
21	¢35,344	¢22,827	¢50,400	¢58,171	¢93,705	¢129,049
22	¢37,027	¢22,827	¢52,800	¢59,854	¢93,705	¢130,732
23	¢38,711	¢22,827	¢55,200	¢61,538	¢93,705	¢132,416
24	¢40,394	¢22,827	¢57,600	¢63,221	¢93,705	¢134,099
25	¢42,077	¢22,827	¢60,000	¢64,904	¢93,705	¢135,782
26	¢43,760	¢22,827	¢62,400	¢66,587	¢93,705	¢137,465
27	¢45,443	¢22,827	¢64,800	¢68,270	¢93,705	¢139,148
28	¢47,126	¢22,827	¢67,200	¢69,953	¢93,705	¢140,831
29	¢48,809	¢22,827	¢69,600	¢71,636	¢93,705	¢142,514
30	¢50,492	¢22,827	¢72,000	¢73,319	¢93,705	¢144,197
31	¢52,175	¢22,827	¢74,400	¢75,002	¢93,705	¢145,880
32	¢53,858	¢22,827	¢76,800	¢76,685	¢93,705	¢147,563
33	¢55,541	¢22,827	¢79,200	¢78,368	¢93,705	¢149,246
34	¢57,224	¢22,827	¢81,600	¢80,051	¢93,705	¢150,929
35	¢58,907	¢22,827	¢84,000	¢81,734	¢93,705	¢152,612
36	¢60,590	¢22,827	¢86,400	¢83,417	¢93,705	¢154,295

Kilogramos producidos	Costos variables	Costos Fijos por producto	Ingreso por venta	Costo total por producto	Costos fijos por línea	Costo total por línea
37	¢62,273	¢22,827	¢88,800	¢85,100	¢93,705	¢155,978
38	¢63,957	¢22,827	¢91,200	¢86,784	¢93,705	¢157,662
39	¢65,640	¢22,827	¢93,600	¢88,467	¢93,705	¢159,345
40	¢67,323	¢22,827	¢96,000	¢90,150	¢93,705	¢161,028
41	¢69,006	¢22,827	¢98,400	¢91,833	¢93,705	¢162,711
42	¢70,689	¢22,827	¢100,800	¢93,516	¢93,705	¢164,394
43	¢72,372	¢22,827	¢103,200	¢95,199	¢93,705	¢166,077
44	¢74,055	¢22,827	¢105,600	¢96,882	¢93,705	¢167,760
45	¢75,738	¢22,827	¢108,000	¢98,565	¢93,705	¢169,443
46	¢77,421	¢22,827	¢110,400	¢100,248	¢93,705	¢171,126
47	¢79,104	¢22,827	¢112,800	¢101,931	¢93,705	¢172,809
48	¢80,787	¢22,827	¢115,200	¢103,614	¢93,705	¢174,492
49	¢82,470	¢22,827	¢117,600	¢105,297	¢93,705	¢176,175
50	¢84,153	¢22,827	¢120,000	¢106,980	¢93,705	¢177,858
51	¢85,836	¢22,827	¢122,400	¢108,663	¢93,705	¢179,541
52	¢87,519	¢22,827	¢124,800	¢110,346	¢93,705	¢181,224
53	¢89,203	¢22,827	¢127,200	¢112,030	¢93,705	¢182,908
54	¢90,886	¢22,827	¢129,600	¢113,713	¢93,705	¢184,591
55	¢92,569	¢22,827	¢132,000	¢115,396	¢93,705	¢186,274
56	¢94,252	¢22,827	¢134,400	¢117,079	¢93,705	¢187,957
57	¢95,935	¢22,827	¢136,800	¢118,762	¢93,705	¢189,640
58	¢97,618	¢22,827	¢139,200	¢120,445	¢93,705	¢191,323
59	¢99,301	¢22,827	¢141,600	¢122,128	¢93,705	¢193,006
60	¢100,984	¢22,827	¢144,000	¢123,811	¢93,705	¢194,689
61	¢102,667	¢22,827	¢146,400	¢125,494	¢93,705	¢196,372
62	¢104,350	¢22,827	¢148,800	¢127,177	¢93,705	¢198,055
63	¢106,033	¢22,827	¢151,200	¢128,860	¢93,705	¢199,738
64	¢107,716	¢22,827	¢153,600	¢130,543	¢93,705	¢201,421
65	¢109,399	¢22,827	¢156,000	¢132,226	¢93,705	¢203,104
66	¢111,082	¢22,827	¢158,400	¢133,909	¢93,705	¢204,787
67	¢112,765	¢22,827	¢160,800	¢135,592	¢93,705	¢206,470
68	¢114,449	¢22,827	¢163,200	¢137,276	¢93,705	¢208,154
69	¢116,132	¢22,827	¢165,600	¢138,959	¢93,705	¢209,837
70	¢117,815	¢22,827	¢168,000	¢140,642	¢93,705	¢211,520
71	¢119,498	¢22,827	¢170,400	¢142,325	¢93,705	¢213,203
72	¢121,181	¢22,827	¢172,800	¢144,008	¢93,705	¢214,886
73	¢122,864	¢22,827	¢175,200	¢145,691	¢93,705	¢216,569
74	¢124,547	¢22,827	¢177,600	¢147,374	¢93,705	¢218,252
75	¢126,230	¢22,827	¢180,000	¢149,057	¢93,705	¢219,935

Kilogramos producidos	Costos variables	Costos Fijos por producto	Ingreso por venta	Costo total por producto	Costos fijos por línea	Costo total por línea
76	₡127,913	₡22,827	₡182,400	₡150,740	₡93,705	₡221,618
77	₡129,596	₡22,827	₡184,800	₡152,423	₡93,705	₡223,301
78	₡131,279	₡22,827	₡187,200	₡154,106	₡93,705	₡224,984
79	₡132,962	₡22,827	₡189,600	₡155,789	₡93,705	₡226,667
80	₡134,645	₡22,827	₡192,000	₡157,472	₡93,705	₡228,350
81	₡136,328	₡22,827	₡194,400	₡159,155	₡93,705	₡230,033
82	₡138,011	₡22,827	₡196,800	₡160,838	₡93,705	₡231,716
83	₡139,695	₡22,827	₡199,200	₡162,522	₡93,705	₡233,400
84	₡141,378	₡22,827	₡201,600	₡164,205	₡93,705	₡235,083
85	₡143,061	₡22,827	₡204,000	₡165,888	₡93,705	₡236,766
86	₡144,744	₡22,827	₡206,400	₡167,571	₡93,705	₡238,449
87	₡146,427	₡22,827	₡208,800	₡169,254	₡93,705	₡240,132
88	₡148,110	₡22,827	₡211,200	₡170,937	₡93,705	₡241,815
89	₡149,793	₡22,827	₡213,600	₡172,620	₡93,705	₡243,498
90	₡151,476	₡22,827	₡216,000	₡174,303	₡93,705	₡245,181
91	₡153,159	₡22,827	₡218,400	₡175,986	₡93,705	₡246,864
92	₡154,842	₡22,827	₡220,800	₡177,669	₡93,705	₡248,547
93	₡156,525	₡22,827	₡223,200	₡179,352	₡93,705	₡250,230
94	₡158,208	₡22,827	₡225,600	₡181,035	₡93,705	₡251,913
95	₡159,891	₡22,827	₡228,000	₡182,718	₡93,705	₡253,596
96	₡161,574	₡22,827	₡230,400	₡184,401	₡93,705	₡255,279
97	₡163,257	₡22,827	₡232,800	₡186,084	₡93,705	₡256,962
98	₡164,941	₡22,827	₡235,200	₡187,768	₡93,705	₡258,646
99	₡166,624	₡22,827	₡237,600	₡189,451	₡93,705	₡260,329
100	₡168,307	₡22,827	₡240,000	₡191,134	₡93,705	₡262,012
101	₡169,990	₡22,827	₡242,400	₡192,817	₡93,705	₡263,695
102	₡171,673	₡22,827	₡244,800	₡194,500	₡93,705	₡265,378
103	₡173,356	₡22,827	₡247,200	₡196,183	₡93,705	₡267,061
104	₡175,039	₡22,827	₡249,600	₡197,866	₡93,705	₡268,744
105	₡176,722	₡22,827	₡252,000	₡199,549	₡93,705	₡270,427
106	₡178,405	₡22,827	₡254,400	₡201,232	₡93,705	₡272,110
107	₡180,088	₡22,827	₡256,800	₡202,915	₡93,705	₡273,793
108	₡181,771	₡22,827	₡259,200	₡204,598	₡93,705	₡275,476
109	₡183,454	₡22,827	₡261,600	₡206,281	₡93,705	₡277,159
110	₡185,137	₡22,827	₡264,000	₡207,964	₡93,705	₡278,842
111	₡186,820	₡22,827	₡266,400	₡209,647	₡93,705	₡280,525
112	₡188,503	₡22,827	₡268,800	₡211,330	₡93,705	₡282,208
113	₡190,187	₡22,827	₡271,200	₡213,014	₡93,705	₡283,892
114	₡191,870	₡22,827	₡273,600	₡214,697	₡93,705	₡285,575

Kilogramos producidos	Costos variables	Costos Fijos por producto	Ingreso por venta	Costo total por producto	Costos fijos por línea	Costo total por línea
115	¢193,553	¢22,827	¢276,000	¢216,380	¢93,705	¢287,258
116	¢195,236	¢22,827	¢278,400	¢218,063	¢93,705	¢288,941
117	¢196,919	¢22,827	¢280,800	¢219,746	¢93,705	¢290,624
118	¢198,602	¢22,827	¢283,200	¢221,429	¢93,705	¢292,307
119	¢200,285	¢22,827	¢285,600	¢223,112	¢93,705	¢293,990
120	¢201,968	¢22,827	¢288,000	¢224,795	¢93,705	¢295,673
121	¢203,651	¢22,827	¢290,400	¢226,478	¢93,705	¢297,356
122	¢205,334	¢22,827	¢292,800	¢228,161	¢93,705	¢299,039
123	¢207,017	¢22,827	¢295,200	¢229,844	¢93,705	¢300,722
124	¢208,700	¢22,827	¢297,600	¢231,527	¢93,705	¢302,405
125	¢210,383	¢22,827	¢300,000	¢233,210	¢93,705	¢304,088
126	¢212,066	¢22,827	¢302,400	¢234,893	¢93,705	¢305,771
127	¢213,749	¢22,827	¢304,800	¢236,576	¢93,705	¢307,454
128	¢215,433	¢22,827	¢307,200	¢238,260	¢93,705	¢309,138
129	¢217,116	¢22,827	¢309,600	¢239,943	¢93,705	¢310,821
130	¢218,799	¢22,827	¢312,000	¢241,626	¢93,705	¢312,504
131	¢220,482	¢22,827	¢314,400	¢243,309	¢93,705	¢314,187
132	¢222,165	¢22,827	¢316,800	¢244,992	¢93,705	¢315,870
133	¢223,848	¢22,827	¢319,200	¢246,675	¢93,705	¢317,553
134	¢225,531	¢22,827	¢321,600	¢248,358	¢93,705	¢319,236
135	¢227,214	¢22,827	¢324,000	¢250,041	¢93,705	¢320,919

Fuente: Melina Abarca

Anexo 3 Mejora de herramienta para la programación y control de la producción

La herramienta propuesta contiene el primer módulo para el sistema de programación y control de la producción de la empresa; genera como resultado un reporte de los kilogramos o litros necesarios a producir durante el mes consultado, de manera que facilite la toma de decisiones de la producción de la planta, igualmente se muestra de manera visual el nivel de inventario de materiales e ingredientes siguiendo indicadores tipo semáforo; donde el rojo corresponde a un nivel crítico, el amarillo genera una alerta y el verde significa un nivel normal de inventario.

Se parte del hecho donde para el primer módulo de la herramienta, el encargado toma la decisión sobre la variación de la receta a utilizar y eventualmente según se avance en los módulos propuestos, se aumente la automatización del proceso y mejore los resultados obtenidos.

Manual de procedimientos para la herramienta PMP

Línea de producción de quesos y líquidos

Lácteos el Quetzal.

Versión 01



Cartago, Costa Rica

mayo de 2018

Módulos de la herramienta

La herramienta desarrollada para mejorar el control y programación de la producción se encuentra adecuada al tamaño y las necesidades actuales de la empresa Lácteos el Quetzal; por lo tanto, se procedió a dividir todos los módulos en tres grandes ramas:

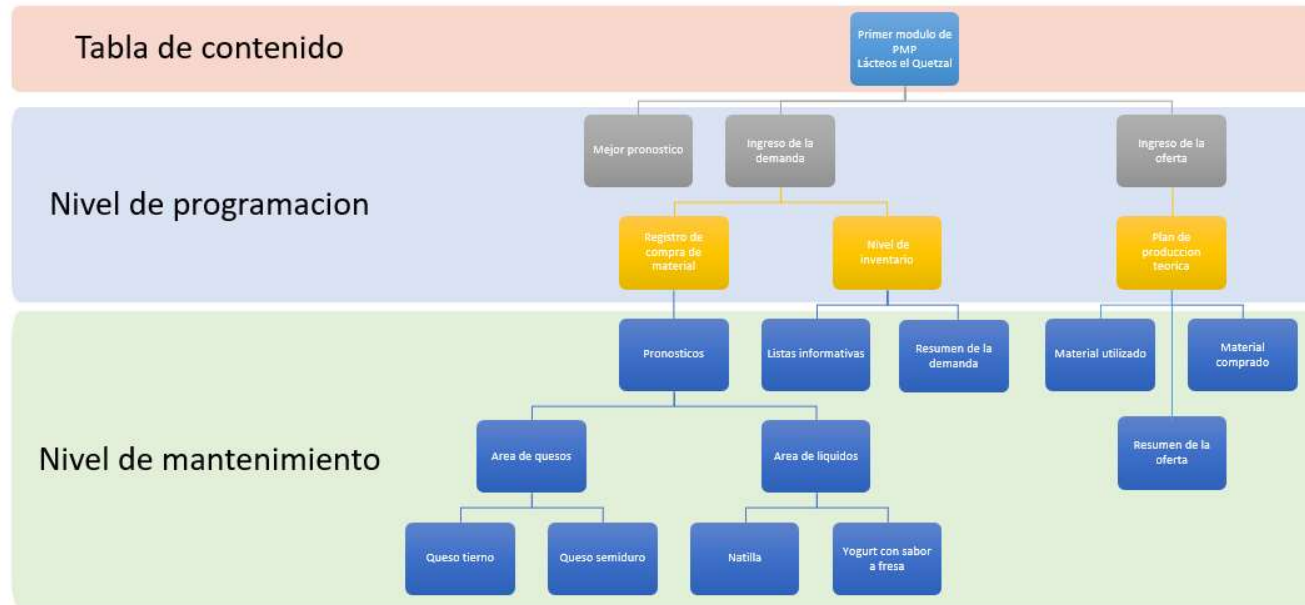
- **Mejor pronóstico:** esta hoja cubre de manera informativa los resultados obtenidos en los cálculos realizados en el documento. Se resume la información necesaria para la toma de decisiones en la producción.
- **Ingreso de la demanda:** el ingreso y consulta de la demanda y sus cálculos de los pronósticos de cada producto junto a la consulta de nivel de inventario, se encuentra detallado en esta rama.
- **Ingreso de la oferta:** los registros de la oferta y materiales se encuentran en esta última parte de la herramienta.

Cada una de estas ramas contiene hojas dedicadas al encargado de producción y el correspondiente a mantenimiento. A continuación, se procede a detallar las distintas partes de la herramienta y su correspondiente uso.

Tabla de contenido

La primera pantalla corresponde a la tabla de contenido; en la siguiente figura se detalla cómo aparece esta parte.

Figura 94 Tabla de contenidos de la herramienta para Lácteos el Quetzal



Fuente: Melina Abarca

Se encuentra separada en funciones básicas y funciones avanzadas en un sistema jerarquizado por niveles y colores según los autorizados por área. El nivel de programación corresponde a las herramientas del encargado de producción, mientras que el nivel de mantenimiento, se reserva al usuario correspondiente y no se debe modificar tan seguido como el nivel anterior.

El usuario puede seleccionar la opción a la que desee ubicarse mediante un clic sobre el nombre de la función.

Mejor pronóstico

Esta segunda pantalla presenta el resumen del pronóstico obtenido según el mes y año que se desee consultar; se presentan los resultados para todos los productos y el plan teórico de producción en kilogramos o litros según corresponda. En la siguiente figura; las áreas demarcadas en color rojo son las que definen los datos que se pueden consultar, en azul se encuentra la información que va a cambiar según la semana que se desea consultar.

Si no se han ingresado datos para esa semana, va a aparecer alguno de los siguientes mensajes: “No hay datos” o “0”, en este caso se deben ingresar los datos de demanda en el módulo correspondiente para poder tener información que ayude a tomar una decisión. La herramienta ofrece un pronóstico con el menor error posible (comparado entre los diferentes errores de cada pronóstico realizado).

A un costado de la pantalla se presenta un botón verde que regresa a la tabla de contenidos de la herramienta.

Figura 95 Módulo de pronósticos del SIPCP Granja Crujim

Datos iniciales

Año a consultar

Mes a consultar

Consulta de mejor pronostico para los productos de Lácteos el Quetzal

Producto	Mejor pronostico	Demanda real	Oferta
Queso tierno	15000	13421.29	42702
Queso semiduro	0	No hay datos	5000
Natilla	0	No hay datos	500
Yogurt con sabor a fresa	No hay datos	No hay datos	600

Plan de produccion teorico mensual en kilogramos totales

Producto	Semana					Total
	1	2	3	4	0.33	
Queso tierno	3465	3465	3465	3465	1140	15000
Queso semiduro	0	0	0	0	0	0
Natilla	0	0	0	0	0	0
Yogurt con sabor a fresa	0	0	0	0	0	0



Fuente: Melina Abarca.

Ingreso de demanda, oferta y de materiales

Las siguientes tres pantallas de la herramienta corresponden al ingreso de la demanda de producto, oferta y compra de materiales. En la siguiente figura se muestra la hoja de ingreso de demanda.

Figura 96 Ingreso de demanda

The screenshot shows a green-themed web form for entering demand data. It is divided into two main sections:

- Top Section: Ingreso demanda de quesos de Lácteos el Quetzal**
 - Input field: Fecha
 - Input field: Producto
- Bottom Section: Componentes de la demanda en kilogramos**
 - Input field: Ventas
 - Input field: Devoluciones
 - Input field: Faltantes

At the bottom center is a green oval button labeled "Registrar demanda". To the right of the form is another green oval button labeled "Regresar al inicio".

Fuente: Melina Abarca

En esta misma pantalla se separa el ingreso por producto; quesos, yogurt y natilla, de manera que se debe agregar cada uno por aparte y seleccionar el botón de registrar demanda. El sistema procede a registrar la información y borrar las tablas llenas en esta pantalla. Si se ingresan datos no permitidos; como fechas antiguas o letras donde corresponde el monto de los componentes de la demanda, el sistema muestra un mensaje de error, el cual se debe corregir para poder continuar. Es importante recalcar que estas pantallas únicamente registran la información. A continuación, se presenta la tabla de registro de oferta.

Figura 97 Ingreso de oferta

Ingreso oferta de queso tierno de Lácteos el Quetzal

Fecha	
-------	--

Componentes de la oferta en kilogramos

Variacion de receta	Tandas realizadas	Kilogramos resultantes
Queso tierno 600 y 600		
Queso tierno 600 y 600 con 10 kg de leche en polvo		
Queso tierno 600 y 600 con 25 kg de leche en polvo		
Queso tierno 600 y 600 con 37.5 kg de leche en polvo		
Queso tierno 700 y 500		
Queso tierno 700 y 500 con 10 kg de leche en polvo		
Queso tierno 700 y 500 con 25 kg de leche en polvo		
Queso tierno 700 y 500 con 37.5 kg de leche en polvo		

Registrar oferta

Fuente: Melina Abarca

La figura anterior presenta la tabla de registro de oferta; esta igual que la presentada anteriormente, se encuentra separada por producto y únicamente sirve para registrar, no para consultar.

El ingreso de materiales contiene una lista con todos los materiales necesarios para realizar los productos estudiados, en la siguiente figura se puede observar la distribución realizada.

Figura 98 Ingreso de compra de materiales

Ingreso de compra de materiales para Lácteos el Quetzal

Fecha

Compra de materiales para Lácteos el Quetzal

Producto	Kilogramos o litros
Almidon modificado	
Azucar	
Calcio	
Colorante amarillo	
Colorante rojo	
Crema liquida	
Crema solida	
Cuajo	
Cultivo para yogurt	
Cultivo para natilla	
Fruta en almibar	
Gelatina	
Goma Xanthan	
Leche descremada	
Leche en polvo	
Leche entera	
Saborizante	
Sal	
Sorbato	

Registrar ingreso de materiales

Regresar al inicio

Fuente: Melina Abarca

Nivel de inventario

Se mantiene un sistema de pantallas con únicamente la información necesaria y dentro de lo que se puede de manera gráfica. La hoja de nivel de inventario mantiene una regla de tres colores para establecer el estado actual del inventario de la bodega:

- ✓ Color verde: aceptable
- ✓ Color amarillo: alarmante, realizar pedido de compra.
- ✓ Color rojo: Inaceptable, el pedido debe estar pronto a llegar.

A continuación, se presenta esta pantalla descrita:

Figura 99 Nivel de inventario de materiales

Nivel de inventario de materiales. Lácteos el Quetzal		
Producto		Kilogramos o litros
Almidon modificado	✓	1000
Azucar	✓	2000
Calcio	✗	2
Colorante amarillo	✗	0
Colorante rojo	✗	12
Crema liquida	✗	0
Crema solida	✗	1
Cuajo	✗	1
Cultivo para yogurt	✗	1
Cultivo para natilla	✗	0
Fruta en almibar	✗	0
Gelatina	✗	10
Goma Xanthan	✗	0
Leche descremada	✗	1
Leche en polvo	✗	5
Leche entera	⦿	45
Saborizante	✗	5
Sal	✗	5
Sorbato	✗	2



Fuente: Melina Abarca

La pantalla descrita en la Figura 99 Nivel de inventario de materiales, se debe revisar diariamente, luego de registrar las tres pantallas anteriores.

Resumen de demanda y de oferta

Son dos pantallas exclusivas de mantenimiento, corresponden al resumen en tablas de los datos obtenidos en las pestañas de oferta y demanda, no deben ser modificados en ningún momento.

Material comprado y utilizado

Estas hojas almacenan la información del material que se usa en la empresa, no debe ser modificado sin autorización. En estas secciones se registran las entradas y salidas de materiales necesarios para crear cada producto. Una vez al año se puede seleccionar todo el contenido y copiar en otro documento de Excel el registro más antiguo. Cuando se desee volver a consultarlo; se pueden copiar estos datos y utilizarlos nuevamente en la herramienta.

En caso de necesitar agregar mayor cantidad de materiales, se debe pedir asistencia a la persona creadora o desarrolladora de la herramienta.

Oferta y demanda

Corresponden a dos hojas que almacenan la información registrada en el ingreso de oferta y demanda, igual que en el caso anterior, una vez al año se puede seleccionar todo el contenido y copiar en otro documento de Excel el registro más antiguo. Cuando se desee volver a consultarlo; se pueden copiar estos datos y utilizarlos nuevamente en la herramienta

Pronóstico de queso tierno (QT), queso semiduro (QS), natilla (NA) y yogurt con sabor a fresa(YF)

Estos módulos corresponden a cálculos estadísticos que crean el mejor pronóstico de la demanda, su actualización es automática y utiliza datos de la demanda. No debe ser modificada, y en caso de desear otros tipos de pronósticos, se debe pedir asistencia al creador de la herramienta.

Lista

Corresponde a datos necesarios para los cálculos de los pronósticos, no deben ser modificados.

Claves del documento

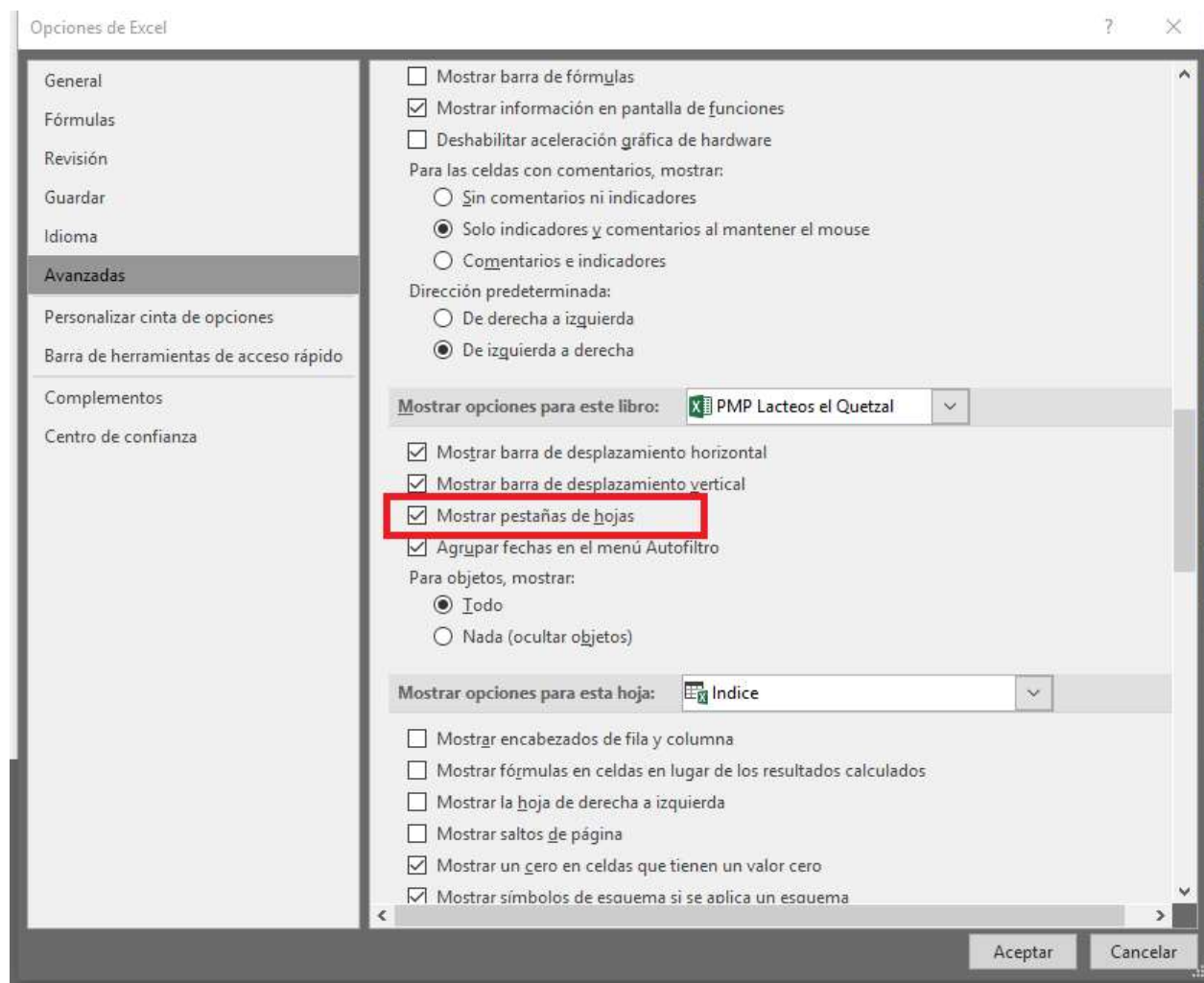
Las pestañas del documento se encuentran ocultas, para poder realizar modificaciones se deben activar siguiendo estas indicaciones dentro de Excel:

Seleccionar:

Archivo > opciones de Excel > Avanzadas > Mostrar opciones para este libro > Seleccionar la opción de “Mostrar pestañas de hojas”

Para volver a ocultar las pestañas se debe seleccionar la opción de “Mostrar pestañas de hojas”. Los usuarios que no realizan modificaciones, no se recomienda que seleccionen mostrar las pestañas. En la siguiente figura se detalla la opción de mostrar pestañas de hojas:

Figura 100 Ejemplo de mostrar pestañas en Excel



Fuente: Melina Abarca

A continuación, en la siguiente página se detallan las claves establecidas para cada pestaña del documento y el tipo de usuario que puede tener acceso, estas contraseñas pueden ser cambiadas según considere la empresa. Se recomienda siempre mantener un control escrito de las contraseñas y de las personas que tienen acceso a estas.

Los usuarios recomendados se dividen en los siguientes:

- Administradores; tienen acceso total al documento y pueden realizar modificaciones en los cálculos.
- Encargados; tienen acceso a los módulos de consulta y pueden agregar información en los módulos que lo permiten. No pueden realizar modificaciones de los cálculos.

Tabla 47 Claves de acceso a la herramienta

Claves de acceso a la herramienta		
Nombre de la pestaña	Clave	Tipo de usuario
Índice	No tiene clave	Administradores y encargados
Pronóstico	Pronóstico2020	Administradores y encargados
Ingreso Demanda	Ingreso Demanda 2010	Administradores y encargados
Ingreso Oferta	Ingreso Oferta 3029	Administradores y encargados
Ingreso Materiales	Ingreso Materiales 2048	Administradores y encargados
Nivel Inv	No tiene clave	Administradores y encargados
Lista	No tiene clave	Administradores
Resumen Oferta	No tiene clave	Administradores
Resumen Demanda	No tiene clave	Administradores
MAT.Comprado	No tiene clave	Administradores
MAT.Utilizado	No tiene clave	Administradores
Demanda	No tiene clave	Administradores
Oferta	No tiene clave	Administradores

QT	No tiene clave	Administradores
QS	No tiene clave	Administradores
NA	No tiene clave	Administradores
YF	No tiene clave	Administradores

Fuente: Melina Abarca

En la tabla anterior hay varias pestañas que no presentan clave, esto se debe a que debido a los macros utilizados, no se puede poner contraseña dado que no se podrían realizar las acciones programadas.

A continuación se presentan algunas consideraciones finales del documento:

- Siempre se debe habilitar el contenido y los macros para que funcione correctamente.
- Las pestañas con contraseña, se debe ingresar la contraseña antes de realizar alguna modificación.
- Las claves se deben escribir como se muestran en la tabla de contraseñas.

Anexo 4 Estados financieros de Lácteos el Quetzal para el periodo actual 2017- 2018

Figura 101 Estado de resultados 2017-2018

QUESOS ABARCA AB, S.A.
DETALLE DE RESULTADOS MES A MES
PERIODO OCT 2017-SET 2018

	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18
Ventas e ingresos	58,026,297	58,130,621	53,528,667	63,340,869	55,109,841	0	0	0	0	0	0
Menos Compras	45,352,654	46,349,767	37,684,531	44,246,586	41,730,437	0	0	0	0	0	0
<i>Utilidad Bruta</i>	<i>12,673,643</i>	<i>11,780,854</i>	<i>15,844,136</i>	<i>19,094,283</i>	<i>13,379,404</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Menos Gastos del mes	7,515,710	7,714,431	11,872,305	8,440,830	6,828,045	0	0	0	0	0	0
Utilidad Neta	5,157,934	4,066,424	3,971,831	10,653,453	6,551,359	0	0	0	0	0	0

Fuente: Lácteos el Quetzal