



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UN PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS LÍNEAS DE HARINAS Y
GRANOS EN NUTRISIM**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

MARÍA AUGUSTA FIERRO ALVARADO

JOHN ERNESTO CISNEROS AMORES

Riobamba -Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UN PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS LÍNEAS DE HARINAS Y
GRANOS EN NUTRISIM**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES: MARÍA AUGUSTA FIERRO ALVARADO

JOHN ERNESTO CISNEROS AMORES

DIRECTOR: Ing. JAIME IVÁN ACOSTA VELARDE MSc.

Riobamba -Ecuador

2022

©2022, John Ernesto Cisneros Amores & María Augusta Fierro Alvarado

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, María Augusta Fierro Alvarado y John Ernesto Cisneros Amores, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 09 de febrero de 2022



María Augusta Fierro Alvarado
180514566-9



John Ernesto Cisneros Amores
050318202-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: proyecto técnico, **“DISEÑO DE UN PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS LÍNEAS DE HARINAS Y GRANOS EN NUTRISIM”**, realizado por los señores **JOHN ERNESTO CISNEROS AMORES Y MARÍA AUGUSTA FIERRO ALVARADO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Sayuri Monserrath Bonilla Novillo MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2022-02-09
Ing. Jaime Iván Acosta Velarde MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	2022-02-09
Ing. Julio César Moyano Alulema MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	2022-02-09

DEDICATORIA

Principalmente doy gracias a dios, por permitirme cumplir un logro más en mi vida y en segundo lugar agradezco a mis padres Mercedes Amores y Raúl Cisneros por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y apoyarme en todo momento, finalmente agradezco a mis hermanos y demás familia en general por el apoyo que me brindaron día a día a lo largo de mi carrera universitaria.

John Cisneros

En primer lugar, dedico este logro a Dios que me ha bendecido en todo este camino y me ha dado la oportunidad de culminar con esta meta, a mis padres Mariana Alvarado y Álvaro Fierro quienes han sido los que me han apoyado incondicionalmente en toda mi carrera, a mis hermanos que han estado conmigo en todo momento y han confiado en mí; y como no, a mis amigos/compañeros que también han sido parte de todo este proceso.

Ma. Augusta Fierro

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento:

A la empresa NUTRISIM.S.C., en cabeza del ING. JOSÉ SIMÓN FRÍAS en calidad de gerente, por brindar la apertura para realizar esta investigación y al personal por estar dispuestos a compartir sus conocimientos en todo momento.

Al director ING. JAIME IVÁN ACOSTA quien incondicionalmente brindo su asesoramiento y fue un gran guía para el desarrollo de este trabajo y al ING. JULIO MOYANO por impartir sus conocimientos día a día.

John & Ma. Augusta

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Delimitación	3
1.3.1. Geográfica	3
1.3.2. Espacial.....	3
1.4. Justificación	3
1.4.1. Justificación práctica	3
1.4.2. Justificación metodológica.....	4
1.5. Beneficiarios directos e indirectos.....	4
1.5.1. Beneficiarios directos	4
1.5.2. Beneficiarios indirectos.....	4
1.6. Objetivos	4
1.6.1. Objetivo general.....	4
1.6.2. Objetivos específicos.....	4

CAPÍTULO II

2.	Revisión de la literatura o fundamentos teóricos	5
2.1.	Antecedentes Investigativos	5
2.2.	Bases teóricas	6
2.2.1.	<i>Machica</i>	6
2.2.2.	<i>Morocho partido</i>	6
2.2.3.	<i>Cebada perlada</i>	6
2.2.4.	<i>Arroz de cebada</i>	6
2.2.5.	<i>Fréjol Negro</i>	6
2.2.6.	<i>Inventario</i>	7
2.2.7.	<i>Productividad</i>	7
2.2.7.1.	<i>Medición de productividad</i>	7
2.2.8.	<i>Administración de operaciones</i>	8
2.2.8.1.	<i>Planeamiento</i>	8
2.2.8.2.	<i>Organización</i>	9
2.2.8.3.	<i>Dirección</i>	9
2.2.8.4.	<i>Control</i>	9
2.2.9.	<i>Pronóstico</i>	10
2.2.10.	<i>Tipos de pronóstico</i>	10
2.2.10.1.	<i>Método de suavizado exponencial estacional de Winters</i>	10
2.2.10.2.	<i>Método de suavizado lineal de Holt</i>	11
2.2.11.	<i>Capacidad de planta</i>	12
2.2.11.1.	<i>Capacidad de diseño</i>	12
2.2.11.2.	<i>Capacidad efectiva</i>	12
2.2.11.3.	<i>Utilización y eficiencia</i>	12
2.2.11.4.	<i>Capacidad real</i>	13
2.2.12.	<i>Planeación Agregada de la Producción</i>	13
2.2.13.	<i>Objetivos de la planeación agregada</i>	14

2.2.13.1.	<i>Objetivo general</i>	14
2.2.13.2.	<i>Objetivos específicos</i>	14
2.2.14.	<i>Estrategias para la planeación agregada</i>	14
2.2.14.1.	<i>Estrategia de persecución</i>	15
2.2.14.2.	<i>Estrategia de nivelación o plan de fuerza laboral</i>	16
2.2.15.	<i>Plan maestro de producción</i>	17
2.2.15.1.	<i>Fundamentos de un efectivo plan maestro de producción</i>	18
2.2.16.	<i>Diagrama de Gantt</i>	18
 CAPÍTULO III		
3.	Marco metodológico	19
3.1.	Tipo de Estudio	19
3.2.	Tipo de Investigación	19
3.2.1.	<i>Investigación Cuantitativa</i>	19
3.2.2.	<i>Investigación Descriptiva</i>	19
3.2.3.	<i>Investigación de Campo</i>	19
3.3.	Técnicas	19
3.3.1.	<i>Observación directa</i>	19
3.4.	Registro de datos de los productos	20
3.5.	Mapas de operaciones	20
3.5.1.	<i>Diagrama de flujo del proceso de Arroz de cebada</i>	21
3.5.2.	<i>Diagrama de flujo del proceso de Machica</i>	23
3.5.3.	<i>Diagrama de flujo del proceso del fréjol negro</i>	25
3.5.4.	<i>Diagrama de flujo del proceso de la Cebada perlada</i>	26
3.5.5.	<i>Diagrama de flujo del proceso del Morocho partido</i>	28
3.6.	Metodología aplicada al proyecto	30
3.7.	Pasos para el cálculo de pronósticos	32
3.7.1.	<i>Datos referenciales</i>	33
3.8.	Pasos para el cálculo del plan agregado	34
3.8.1.	<i>Datos referenciales</i>	35

3.8.1.1.	<i>Arroz de cebada</i>	35
3.8.1.2.	<i>Machica</i>	36
3.8.1.3.	<i>Fréjol negro</i>	36
3.8.1.4.	<i>Cebada perlada</i>	37
3.8.1.5.	<i>Morocho partido</i>	38
3.9.	Datos para cálculo del inventario	38
3.10.	Pasos para el cálculo del plan maestro de producción (MPS)	39
3.10.1.	<i>Datos referenciales</i>	39
 CAPITULO IV		
4.	RESULTADOS	40
4.1.	Cálculo de pronósticos	40
4.1.1.	<i>Pronóstico Arroz de Cebada</i>	40
4.1.2.	<i>Pronóstico de Machica</i>	42
4.1.3.	<i>Pronóstico de Fréjol Negro</i>	45
4.1.4.	<i>Pronóstico de cebada perlada</i>	47
4.1.5.	<i>Pronóstico del morocho partido.</i>	49
4.2.	Cálculo del plan agregado	51
4.2.1.	<i>Plan agregado del Arroz de Cebada</i>	51
4.2.1.1.	<i>Método de Persecución</i>	51
4.2.1.2.	<i>Método de Nivelación</i>	52
4.2.2.	<i>Plan agregado de producción de la machica</i>	54
4.2.2.1.	<i>Método de persecución</i>	54
4.2.2.2.	<i>Método de nivelación</i>	54
4.2.3.	<i>Plan agregado de producción del fréjol negro</i>	55
4.2.3.1.	<i>Método de persecución</i>	55
4.2.3.2.	<i>Método de nivelación</i>	56
4.2.4.	<i>Plan agregado de producción de la cebada perlada</i>	57
4.2.4.1.	<i>Método de persecución</i>	57
4.2.4.2.	<i>Método de nivelación</i>	58

4.2.5. Plan agregado de producción del morocho partido	59
4.2.5.1. Método de persecución.....	59
4.2.5.2. Método de nivelación.....	60
4.3. Cálculo de reducción de inventario	62
4.4. Cálculo del MPS	62
4.4.1. Cálculo del arroz de cebada	62
4.4.2. Cálculo de la machica	63
4.4.3. Cálculo del fréjol negro	63
4.4.4. Cálculo de la cebada perlada	64
4.4.5. Cálculo del morocho partido	65
4.5. Desarrollo diagrama de Gantt	65
4.5.1. Diagrama de Gantt Arroz de cebada.....	66
4.5.2. Diagrama de Gantt de la machica	68
4.5.3. Diagrama de Gantt de Fréjol negro	70
4.5.4. Diagrama de Gantt de Cebada perlada.....	71
4.5.5. Diagrama de Gantt Morocho partido	72
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFÍA	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3:	Tiempo de producción de productos.....	20
Tabla 2-3:	Trimestres vs el año de las ventas.....	32
Tabla 3-3:	Datos históricos de ventas de los productos	33
Tabla 4-3:	Modelo de producción de un lote	34
Tabla 5-3:	Tiempos de producción del arroz de cebada.....	35
Tabla 6-3:	Información del plan agregado de producción del arroz de cebada.....	35
Tabla 7-3:	Tiempos de producción de la machica.....	36
Tabla 8-3:	Información del plan agregado de producción de la machica.....	36
Tabla 9-3:	Datos para plan agregado de producción del fréjol negro	36
Tabla 10-3:	Información del plan agregado de producción del fréjol negro.....	37
Tabla 11-3:	Datos para plan agregado de producción de la cebada perlada	37
Tabla 12-3:	Información del plan agregado de producción de la cebada perlada	37
Tabla 13-3:	Datos para plan agregado de producción del morocho partido	38
Tabla 14-3:	Información del plan agregado de producción del morocho partido	38
Tabla 15-3:	Datos para encontrar el inventario.....	38
Tabla 16-3:	Datos para la elaboración del MPS.....	39
Tabla 1-4:	Pronóstico del Arroz de Cebada	40
Tabla 2-4:	Pronóstico de la Machica.....	43
Tabla 3-4:	Pronóstico de Fréjol Negro.....	45
Tabla 4-4:	Pronóstico de Cebada Perlada	47
Tabla 5-4:	Pronóstico del morocho partido.....	49
Tabla 6-4:	Plan agregado método de persecución de arroz de cebada	52
Tabla 7-4:	Plan agregado método de nivelación de arroz de cebada	53
Tabla 8-4:	Plan agregado método de persecución de la machica.....	54
Tabla 9-4:	Plan agregado método de nivelación de la machica	55
Tabla 10-4:	Plan agregado método de persecución del fréjol negro	56
Tabla 11-4:	Plan agregado método de nivelación del fréjol negro.....	57
Tabla 12-4:	Plan agregado método de persecución de la cebada perlada	58

Tabla 13-4:	Plan agregado método de nivelación de la cebada perlada.....	59
Tabla 14-4:	Plan agregado método de persecución del morocho partido	60
Tabla 15-4:	Plan agregado método de nivelación del morocho partido.....	61
Tabla 16-4:	Cálculo del índice de reducción de inventario.....	62
Tabla 17-4:	Resultados del MPS del arroz de cebada.....	62
Tabla 18-4:	Resultados del MPS de la machica.....	63
Tabla 19-4:	Resultados del MPS del fréjol negro	64
Tabla 20-4:	Resultados del MPS de la cebada perlada	64
Tabla 21-4:	Resultados del MPS del morocho partido	65
Tabla 22-4:	Planeación de julio- septiembre de arroz de cebada.....	66
Tabla 23-4:	Planeación de octubre-diciembre de arroz de cebada.....	67
Tabla 24-4:	Planeación de agosto-septiembre de arroz de cebada.....	68
Tabla 25-4:	Planeación de octubre- diciembre de machica.....	69
Tabla 26-4:	Planeación de agosto-septiembre de fréjol negro	70
Tabla 27-4:	Planeación de noviembre-diciembre de fréjol negro	70
Tabla 28-4:	Planeación de octubre de cebada perlada	71
Tabla 29-4:	Planeación de octubre-diciembre de cebada perlada	71
Tabla 30-4:	Planeación de agosto de morocho partido	72
Tabla 31-4:	Planeación de agosto de morocho partido	73
Tabla 32-4:	Colores utilizados en el diagrama de Gantt	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Ubicación de la empresa NUTRISIM S.C.	3
Figura 1-2:	Etapas de la administración de operaciones	9
Figura 2-2:	Funcionamiento de la administración de operaciones.....	10
Figura 3-2:	Proceso de planeación	14
Figura 4-2:	Control de operaciones diagrama de Gantt	18
Figura 1-3:	Fases del Plan Agregado de Producción	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Diagrama de flujo de procesos del arroz de cebada	22
Gráfico 2-3:	Diagrama de flujo de procesos machica	24
Gráfico 3-3:	Diagrama de flujo de procesos del fréjol negro.....	25
Gráfico 4-3:	Diagrama de flujo de procesos del arroz de cebada	27
Gráfico 5-3:	Diagrama de flujo de procesos del morocho partido	29
Gráfico 1-4:	Pronóstico método de Winter del arroz de cebada	41
Gráfico 2-4:	Pronóstico método de holt del arroz de cebada	42
Gráfico 3-4:	Pronóstico machica método Winter.....	44
Gráfico 4-4:	Pronóstico machica método Holt.....	44
Gráfico 5-4:	Pronóstico fréjol negro método Winter	46
Gráfico 6-4:	Pronóstico fréjol negro método Holt	46
Gráfico 7-4:	Pronóstico Cebada perlada método Winter	48
Gráfico 8-4:	Pronóstico de cebada perlada método Holt	48
Gráfico 9-4:	Pronóstico morocho partido método de Winter.....	50
Gráfico 10-4:	Pronóstico morocho partido método de suavización exponencial.....	51
Gráfico 11-4:	Diagrama de Gantt de agosto-septiembre.....	74
Gráfico 12-4:	Diagrama de Gantt de octubre-diciembre.....	74

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ORGANIGRAMA DE NUTRISIM
- ANEXO B:** CÁLCULO DEL TIEMPO REAL DEL ARROZ DE CEBADA
- ANEXO C:** CÁLCULO DEL TIEMPO REAL DE LA MACHICA
- ANEXO D:** CÁLCULO DEL TIEMPO REAL DEL FRÉJOL NEGRO
- ANEXO E:** CÁLCULO DEL TIEMPO REAL DE LA CEBADA PERLADA
- ANEXO F:** CÁLCULO DEL TIEMPO REAL DEL MOROCHO PARTIDO
- ANEXO G:** INDUSTRIAS DE MOLINERÍA
- ANEXO H:** PRONÓSTICO DEL ARROZ DE CEBADA
- ANEXO I:** PRONÓSTICO DE LA MACHICA
- ANEXO J:** PRONÓSTICO DEL FRÉJOL NEGRO
- ANEXO K:** PRONÓSTICO DE LA CEBADA PERLADA
- ANEXO L:** PRONÓSTICO DEL MOROCHO PARTIDO
- ANEXO M:** PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DEL ARROZ DE CEBADA
- ANEXO N:** PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DE LA MACHICA
- ANEXO O:** PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DEL FRÉJOL NEGRO
- ANEXO P:** PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DE LA CEBADA PERLADA
- ANEXO Q:** PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DEL MOROCHO PARTIDO
- ANEXO R:** DIAGRAMA DE GANTT DE JULIO-SEPTIEMBRE
- ANEXO S:** DIAGRAMA DE GANTT DE OCTUBRE - DICIEMBRE

RESUMEN

La finalidad del presente trabajo fue diseñar una estrategia de planificación de la producción en las líneas de harinas y granos de la empresa NUTRISIM S.C. El estudio se inició mediante el análisis de la información del sistema actual de la producción recolectando datos históricos trimestrales de las ventas. Posteriormente se diseñó los modelos de Winter y Holt para el cálculo de pronósticos, continuando con el estudio de tiempos aplicando el método de cronometraje para encontrar la capacidad de producción de la planta, luego se diseñó el plan agregado de producción aplicando las estrategias de persecución y nivelación para reducir costos de producción, inventario, y mejorar la eficiencia de los operarios, así se llegó al plan maestro de la producción (MPS) para organizar cuándo, cuánto y qué producir, finalmente representar los resultados en el diagrama de Gantt para una mejor planificación de los productos estudiados. Los resultados obtenidos en el 2021 fueron la reducción del nivel de inventario en la machica un 94,85%, en el fréjol negro un 16,20%, en la cebada perlada un 89,05%, en el morocho partido un 93,38%; también se incrementó el rendimiento de los operarios de un 74% a 95% en la cebada perlada de julio a septiembre y de octubre a diciembre de un 57% a 85% y en el arroz de cebada se aumentó de un 76% a 91% de julio a septiembre y de octubre a diciembre aumentó de un 87% a 95%. Se concluyó que mediante la aplicación del método de pronóstico de Winter y la estrategia del plan agregado de persecución se obtuvieron resultados satisfactorios en la investigación. Se recomendó tener gran variedad de datos históricos de ventas debido a las fluctuantes demandas que existen, verificar que al momento de graficar el diagrama de Gantt las líneas de producción no coincidan.

Palabras clave: <PRONÓSTICO DE DEMANDA> <ESTRATEGIA DE PERSECUCIÓN> <PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (MPS)> <DIAGRAMA DE GANTT> <INVENTARIO>.



Firmado electrónicamente por:
**HOLGER GERMAN
RAMOS UVIDIA**
0466-DBRA-UPT-2022

2022-03-14

SUMMARY

The purpose of this work was to design a production planning strategy for the flour and grain lines of NUTRISIM S.C. The study began by analyzing the information of the current production system, collecting historical quarterly sales data. Afterward, the Winter and Holt models were designed for the calculation of forecasts, continuing with the study of times by applying the timing method to find the production capacity of the plant, then the aggregate production plan was designed by applying the persecution strategy and leveling to reduce production costs, inventory, and improve the efficiency of the operators, thus reaching the Master Production Schedule (MPS) to organize when, how much and what to produce, finally representing the results in the Gantt diagram for better planning of the products studied. The results obtained in 2021 were the reduction of the inventory level in the machica by 94.85%, in black bean by 16.20%, in pearl barley by 89.05%, in split morocho by 93.38%; The yield of the operators also increased from 74% to 95% in pearl barley from July to September and from October to December from 57% to 85% and in barley rice is increased from 76% to 91% from July to September and from October to December it increased from 87% to 95%. It was concluded that through the application of the Winter forecast method and the strategy of the aggregate chase plan, satisfactory results were obtained in the research. It was recommended to have a great variety of historical sales data due to the fluctuating demands that exist, to verify that at the moment of graphing the Gantt diagram the production lines do not coincide

Keywords: <DEMAND FORECAST> <PERSECUTION STRATEGY> <MASTER PRODUCTION SCHEDULE (MPS) ><GANTT DIAGRAM > < INVENTORY>.

**ALEXANDRA
ELIZABETH
OROZCO
HERNANDEZ** Firmado
digitalmente por
ALEXANDRA
ELIZABETH OROZCO
HERNANDEZ
Fecha: 2022.03.15
15:10:12 -05'00'

INTRODUCCIÓN

La empresa NUTRISIM S.C., se dedica a la fabricación de harinas y granos con una muy variada gama de productos los cuales serán investigados entre ellos: morocho partido, machica, cebada perlada, fréjol negro y arroz de cebada, el mayor comprador es la corporación favorita con un 70%, su producción es bajo pedido por lo cual el problema es la falta de planificación de la producción ya que al momento de su fabricación lo hacen por necesidad más no por programación, por esta razón tienen un inventario en exceso en materia prima y en producto terminado, teniendo en cuenta que también hay productos con riesgo de caducidad; cuentan con varios trabajadores los cuales rotan por las áreas de pulido, cocción, molino, secado y clasificado de granos facilitando su organización.

El actual documento está formado por cuatro capítulos los cuales se han desarrollado de la siguiente forma, el primer capítulo describe la problemática detectada en la empresa NUTRISIM S.C., al disponer de la información necesaria para planificar la producción, además del planteamiento de los objetivos tanto general como específicos.

El segundo capítulo del trabajo técnico está conformado por una revisión bibliográfica y definiciones de los diferentes términos que se utilizan en el desarrollo del estudio de pronóstico, plan agregado de producción, plan maestro de producción y diagrama de Gantt.

En el tercer capítulo se describe la metodología a utilizar en el proyecto, comenzando por identificar el tipo de estudio e investigación, continuando se realizó el registro de los procesos de cada producto, los tiempos que se demoran en cada actividad. Una vez identificado los datos generales se procede a detallar la información que se utilizará en el estudio de pronósticos, en las estrategias del plan agregado y en el plan maestro de producción.

Finalmente, en el cuarto capítulo se obtienen los resultados de la aplicación de los siguientes métodos para los pronósticos los cuales fueron: Winter, Holt y suavización exponencial; para tener un punto de partida en la elaboración de las estrategias del plan agregado como son: persecución o inventario cero y nivelación o fuerza laboral, la misma es complementada con el MPS y el diagrama de Gantt.

CAPITULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

NUTRISIM S.C., es una empresa dedicada a producir productos alimenticios, se encuentra ubicada en la parroquia Belisario Quevedo Cantón Latacunga en la provincia de Cotopaxi, la empresa se fundó en 1983 a partir de la idea que fue consolidada por el Sr. José Simón Frías hijo del Sr. José Simón Amador dueño de la empresa, inició sus actividades con la producción de cebada; siendo su primer producto el arroz de cebada en el año 1985, después de un año de trabajo se impulsó a optimizar los desperdicios (cascara) como subproducto, para ser procesada como balanceado vacuno siendo esta un valor agregado para la empresa. Esta empresa fue constituida de forma jurídica a partir de la sociedad comunitaria la cual está dirigida por el Sr. José Simón Frías quien desempeña la actividad de Gerente con nacionalidad ecuatoriana, teniendo la dirección de sus instalaciones en la parroquia Belisario Quevedo.

La empresa comenzó su producción de arroz de cebada únicamente con operarios que realizaban el trabajo de forma manual, a partir del año 1992 implemento la primera máquina automática llegando a producir mayores cantidades del arroz de cebada y así vender su producto a los supermercados del país; a partir del año 1999 amplió su mercado internacionalmente siendo Chile el primer país de donde se importó la materia prima.

En el transcurso del tiempo la empresa realizaba la mayor parte de procesos de forma manual con poca planificación, en el 2013 se invirtió \$ 400.000,00 aproximadamente para poder automatizar la fábrica y así mejorar su productividad, aumentando la variedad de sus productos entre harinas y granos como: la cebada, maíz, morocho, trigo; llegando hoy en día a procesar más de 60 productos derivados de esta materia prima y también entre ellos hay productos que solo se enfundan como: fréjol negro, garbanzo, almidón de yuca, panela, arveja, lenteja etc. A lo largo del tiempo se ha determinado que aún existe falta de planificación, deficiente gestión de inventario y tiempos de respuesta ineficiente a la gestión de productos caducados, los cuales constituyen elementos para establecer una investigación orientada a una estrategia de planificación de la producción con el fin de reducir costos totales de inventario y mejorar la calidad de inventario.

1.2 Planteamiento del problema

NUTRISIM S.C., actualmente se dedica al procesamiento de una gran variedad de harinas y granos como la cebada, maíz, morocho, trigo; nuestro tema de estudio se enfoca en realizar un plan agregado de la producción para reducir el inventario y costos de producción en el área del producto terminado

por ende se realiza el estudio de mercado de algunos derivados de las materias primas como son los siguientes productos: arroz de cebada, cebada perlada, machica, fréjol negro y morocho partido.

La empresa Nutrisim S.C. debe tener una planificación de la producción dentro de sus instalaciones para tener supervisado cada uno de los procesos y el cumplimiento de los mismo, de igual forma, mejorar su imagen como empresa competente.

La empresa produce sin previa planificación dando como resultado un alto número de inventario, principalmente en el área de almacenamiento de producto final, a su vez existe retorno de productos con fecha de vencimiento próxima ya que su tiempo de expiración es de 6 a 12 meses desde que sale de la empresa; no existe un plan maestro de producción adecuado para saber cuándo, cómo y cuánto producir, tampoco cuenta con un pronóstico de su demanda para planear su producción.

1.3 Delimitación

1.3.1 Geográfica

La empresa NUTRISIM S.C., se encuentra localizado en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Belisario Quevedo-Panamericana Sur Km.6.

1.3.2 Espacial

Empresa NUTRISIM S.C.

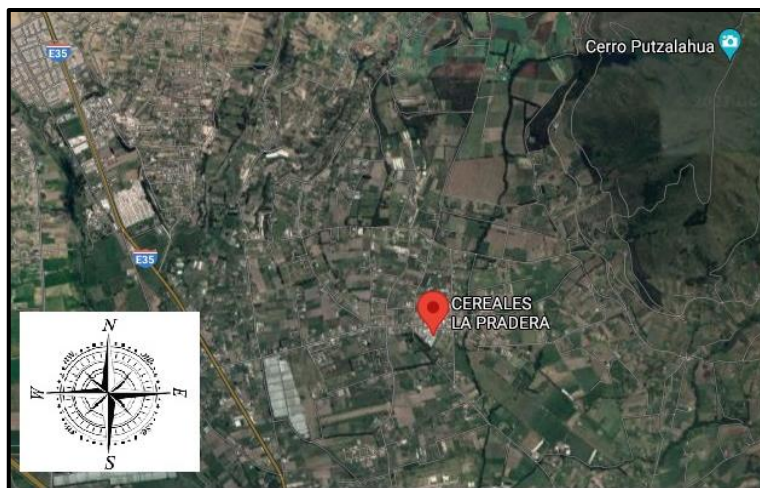


Figura 1-1. Ubicación de la empresa NUTRISIM S.C.

Fuente: Google Maps, 2021.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación práctica

Se justifica el diseño de las estrategias porque a través de esta metodología se aumenta la productividad se reducen los costos y se minimizan los inventarios y por ende se tiene una mejor gestión de los materiales en la empresa, generando beneficios para los clientes.

1.4.2 Justificación metodológica

El plan agregado de producción es una técnica orientada al control de los niveles de inventario y ajustes temporales entre la oferta y la demanda a mediano plazo, cuyo éxito radica en los pronósticos y la gestión de los datos de forma cuantitativa, desde aquí parte el nivel general de producción para aprovechar de mejor manera los recursos, dando paso al plan maestro de producción que permitirá saber cuándo, cuánto y cómo producir mejorando la gestión del flujo de los materiales

1.5 Beneficiarios directos e indirectos

1.5.1 Beneficiarios directos

Este plan agregado de producción beneficia directamente a la organización NUTRISIM S.C., como, administrativos y personal de producción.

1.5.2 Beneficiarios indirectos

Este trabajo técnico de generación basado en el plan agregado tiene como beneficiarios a las diferentes partes externas e internas tales como: clientes, proveedores, contratistas.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Diseñar un plan agregado de producción para mejorar la productividad en las líneas de harinas y granos en NUTRISIM.

1.6.2 Objetivos específicos

- Elaborar un modelo de pronóstico que se ajuste a la demanda de producción de harinas y granos.
- Formular el sistema para la planeación de la producción a través del plan agregado evaluando las variables vinculadas al proceso para optimizar la productividad.
- Proponer el plan agregado de producción verificando los indicadores de gestión de la productividad.
- Realizar la planificación de la producción trimestralmente mediante la aplicación del diagrama de Gantt.

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Antecedentes Investigativos

A continuación, se presentan resultados obtenidos de investigaciones relacionadas directamente con el objetivo de estudio.

Después del análisis del trabajo de titulación denominado: Propuesta para implementar un modelo de planificación y control de la producción en la empresa de muebles el Carrusel Cia. Ltda, se investigó que en este tema existen formas de administrar los elementos en proceso de elaboración y manejo de materiales, determinando las técnicas apropiadas para establecer un sistema actual de control de producción y de esta manera los bienes o servicios resultantes, se produzcan de acuerdo con: las especificaciones en las cantidades, la distribución solicitada, al menor costo, en el lapso señalado para su entrega y las especificaciones de calidad solicitadas. (Criollo, 2010, p. 60)

En el trabajo de titulación denominado: Propuesta para implementar un modelo de planificación y control de la producción en la empresa Isollanata Cia,Ltda, su autor menciona: Este contenido tiene como propósito acelerar y facilitar las labores de planificación y verificación de la elaboración en el área de producción de la fábrica. Dentro de la idea se especifica las labores a ser realizada por los departamentos de comercialización, producción, gestión de calidad, que se ven estrechamente involucrados en el procedimiento de planificación y control. (Lloret Molina, 2014, p. 17)

El autor en esta empresa realiza el trabajo para mejorar sus métodos de operación y ventas, empezando por un análisis FODA y PORTER, son distintas estrategias que se aplican para fortalecer el vínculo con los clientes; para perfeccionar los pedidos a tiempo se utilizó la herramienta “SOLVER” que afirma el abastecimiento de materia prima.

En el trabajo de titulación denominado: Sistema de planeación y control de la producción de la empresa Iberoamericanos de plásticos de calidad Ltda., se aclara la importancia de tener un Sistema de planeación y control de la producción: Reunir datos históricos a través de informes de producción y ventas para comprobar su estado. Determinar la producción de bolsas de plásticos a través de los exámenes de los problemas encontrados para precisar y ordenar el proceso de manufactura. Formular el sistema para la planeación y control de la producción, evaluando las variables vinculadas al proceso de fabricación para optimizar el progreso. Retroalimentar el sistema de planeación y control de la producción por medio de indicadores de gestión para estimar su eficacia. (Ramírez y Salguero, 2012: p. 13)

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Machica

La machica viene de la palabra quechua “Machka”, que es más conocida como harina de cebada. Esta es elaborada generalmente por el siguiente proceso; se parte de tostar la cebada en un horno, después pasa al área de pulido donde se pela la cebada, a continuación, se dirige al área de molido donde se obtiene la harina que posteriormente es enfundada. Este producto principalmente es rico en vitaminas A, B12, C, D, E, como también se sabe que contiene proteínas, calcio y hierro.

Las ventajas de este producto son: Ayuda a controlar la glucemia (azúcar en sangre). Esto es fundamental para los diabéticos y las personas con sobrepeso. Bajo en grasas y rico en ácidos grasos esenciales, vitaminas, fibra, minerales, favorece la función intestinal y protege la salud del corazón. Estimula el crecimiento y mejora el sistema de defensa. Contiene zinc y promueve el crecimiento muscular. (La Pradera, 2019a)

2.2.2 Morocho partido

Este producto proviene 100% del maíz blanco seco, es de color blanco, sabor y olor característicos del maíz blanco. Pasa por un proceso de des germinación y descascarado del maíz, cortado y zarandeado, clasificación y enfundado. Los beneficios de este producto son los siguientes: Debido a que contiene una gran cantidad de fibra, facilita el tránsito intestinal y previene el estreñimiento. Sin gluten, ideal para pacientes celíacos. Proporciona calcio que ayuda con el crecimiento saludable de los huesos y mejora el apetito. Se recomienda cuando existen síntomas de debilidad. (La Pradera, 2019b)

2.2.3 Cebada perlada

Es el grano de la cebada que pasa por un proceso de descascarillado, pulido y enfundado para la comercialización, su sabor y olor es característico de la cebada. Las ventajas de este producto son: promueve la cicatrización de heridas gracias a su alto contenido en zinc, la cebada fortalece huesos y articulaciones, además actúa como antioxidante, para el buen funcionamiento de nervios, músculos y cerebro este promueve la producción de energía. (La Pradera, 2019c)

2.2.4 Arroz de cebada

Es un producto derivado 100% de la cebada, el cual pasa por un proceso de clasificación, pilado, pulido, cortado y tamizado, para finalmente ser enfundado. Los beneficios de este producto son: Debido a su alto contenido de zinc, la cebada promueve la cicatrización de heridas, fortalece los huesos y las articulaciones, actúa como antioxidante y aporta hierro a la dieta. (La Pradera, 2019d)

2.2.5 Fréjol Negro

Su nombre científico es “Phaseolus vulgaris”, el cuál es una variedad de fréjol que tiene una cascara negra brillante. El proceso de este producto es el siguiente: entra a zarandeo para ser clasificado,

luego pasa a limpieza en donde se quitan las impurezas, posteriormente a despedrado, pulido, seleccionado óptico y finalmente al área de enfundado para ser comercializado.

2.2.6 *Inventario*

Es uno de los activos más caros para muchas empresas y representa hasta el 50% de la inversión total de capital. Los gerentes de operaciones reconocen la importancia de una gestión adecuada del inventario. Por un lado, empresas pueden reducir costos reduciendo inventarios. Por otro lado, con la falta de un producto, la producción puede detenerse y los clientes pueden estar insatisfechos (Heizer y Render, 2015: p. 302).

Para el cálculo del inventario se aplica la ecuación (1).

$$Ic = F_t \times \% MAPE \quad (1)$$

Donde:

Ic: Inventario calculado

Ft: Pronóstico trimestral calculado

% MAPE: Desviación absoluta porcentual media (último trimestre)

2.2.7 *Productividad*

La productividad es la relación cuantitativa entre lo que se produce y los recursos utilizados. Para que una empresa crezca y sea rentable, debe ser más productiva, es decir, horas de trabajo. El uso de métodos, estudios de tiempos y sistemas de pago son herramientas importantes para mejorar la productividad. (Novillo, 2016, p. 10–11)

2.2.7.1 *Medición de productividad*

Con las métricas de productividad, puede ver qué tan eficientemente se han utilizado los recursos.

$$Productividad = \frac{unidades\ producidas}{Insumo\ empleado} \quad (2)$$

También existen otros índices que miden la productividad tales como: (Novillo 2016, p. 11)

$$Productividad\ por\ volumen = \frac{unidades\ producidas}{Insumo\ empleado} \quad (3)$$

$$Producción\ por\ hora\ hombre = \frac{unidades\ producidas}{Horas\ hombre\ trabajadas} \quad (4)$$

$$\text{Producción por trabajador} = \frac{\text{Producción}}{\text{Número de trabajadores}} \quad (5)$$

$$\text{Producción por trabajador} = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Unidades producidas}} \quad (6)$$

2.2.8 *Administración de operaciones*

Hace referencia al diseño, dirección y control sistemático de procesos que convierten los insumos en servicios y productos para clientes tanto externos como internos. Se puede decir que, la administración de operaciones está presente en todos los departamentos de una empresa porque cada uno de ellos tiene variedad de procesos. Es necesario que se comprenda los principios de la administración de operaciones en caso de que se aspire a dirigir un departamento o un proceso específico en su disciplina, o si sólo desea comprender la manera de cómo encaja el proceso del cual usted forma parte en la estructura general de la empresa.

Cada rol es especializado porque el conocimiento técnico y las disciplinas tienen áreas clave de responsabilidad, proceso y toma de decisiones.

Los gerentes de operaciones construyen y mantienen relaciones sólidas tanto dentro como fuera de la organización. Los defectos a menudo surgen cuando los trabajos o carreras pasan de la ingeniería de marketing a las operaciones, y los departamentos toman decisiones desde una perspectiva limitada en lugar de los objetivos generales de la organización. O ralentizar el proceso de toma de decisiones. Los gerentes de operaciones también necesitan información sobre las funciones contables y financieras para comprender el desempeño actual. Las métricas financieras ayudan a los gerentes de operaciones a evaluar los costos laborales, los beneficios a largo plazo de la nueva tecnología y las mejoras de calidad. (Krajewski et al., 2013: p. 4)

2.2.8.1 *Planeamiento*

Indica los objetivos del sistema operativo de la organización y el hecho de que se deben seleccionar políticas, programas y procedimientos para lograr estos objetivos. Este paso incluye un esfuerzo para diseñar un plan de producto y un diseño de estrategia sobre cómo desarrollar el proceso de innovación. (Ipinza, 2004a: p. 11)

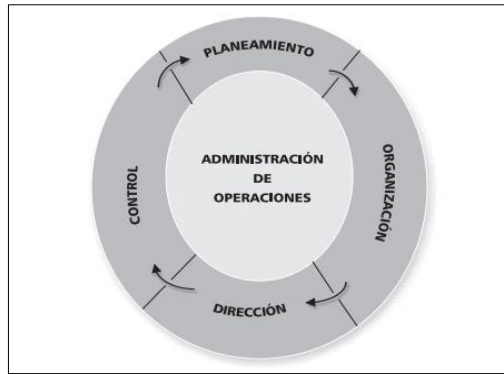


Figura 1-2. Etapas de la administración de operaciones

Fuente: (Ipinza, 2004b: p. 12).

2.2.8.2 *Organización*

Esto establece una estructura de proceso con propósito para el sistema operativo. El sistema operativo define y enumera las actividades necesarias para lograr sus objetivos y especifica los privilegios y responsabilidades necesarios para realizarlos. (Ipinza, 2004c: p. 12)

2.2.8.3 *Dirección*

Ejecuta lo programado y se encarga de operar el sistema operativo. Los resultados se monitorean mientras se ejecuta la función de control. (Ipinza, 2004d: p. 12)

2.2.8.4 *Control*

Asegúrese de que el plan y el programa del sistema operativo se estén ejecutando. La productividad debe medirse y evaluarse en términos de cantidad, calidad, costo y tiempo en la producción de bienes y servicios para asegurar que cumplan con los planes y expectativas. De lo contrario, deberá realizar los ajustes necesarios.

Al realizar las funciones de planificación, organización y control, los gerentes de operaciones se preocupan explícitamente de cómo sus acciones afectan las acciones de sus subordinados y los resultados logrados. También queremos saber cómo este comportamiento podría afectar las prácticas de gestión futuras.

Cuando los gerentes de operaciones usan modelos, a menudo simplifican demasiado las dificultades que pueden enfrentar en el desempeño de sus funciones. (Ipinza, 2004e: p. 13)



Figura 2-2. Funcionamiento de la administración de operaciones

Fuente: (Ipinza, 2004f: p. 13).

2.2.9 *Pronóstico*

Los pronósticos son importantes para todas las organizaciones comerciales y las decisiones de gestión empresarial. Son la base de un plan de negocios a largo plazo. Los pronósticos en el área funcional de la contabilidad financiera es una base de planificación presupuestaria y gestión de costes. El marketing se basa en los pronósticos para planificar nuevos productos, indemnizar a los representantes de ventas y tomar otras decisiones clave. (Chase et al., 2009: p. 468)

2.2.10 *Tipos de pronóstico*

Los pronósticos se pueden clasificar en cuatro categorías básicas: cualitativo, análisis de series de tiempo, causalidad y simulación. Los métodos cualitativos son subjetivos y se basan en estimaciones y opiniones. El análisis de series de tiempo, que es el enfoque principal de este capítulo, se basa en la idea de que puede usar información sobre la demanda pasada para predecir la demanda futura. La información anterior, que se analiza en las siguientes secciones, a menudo se relaciona con muchos factores, como las tendencias de impacto estacional o cíclico. Se asume que los pronósticos causales analizados por regresión lineal están relacionados con los factores subyacentes en el entorno de la demanda. La previsión mediante modelos de simulación puede manejar varios supuestos de condiciones del pronóstico. (Chase et al., 2009: p. 469)

2.2.10.1 *Método de suavizado exponencial estacional de Winters*

Winters es una generalización del método de Holt para determinar pronósticos manejando datos estacionales. Winters es muy similar al método Holt, pero a diferencia este método contiene tres constantes de suavizado con valores de 0 a 1 y una ecuación adicional para manejar la estacionalidad. El método Winters requiere conocer los valores de tres parámetros los cuales son: alfa, beta y gamma. Donde alfa se relaciona con el componente aleatorio, beta se relaciona con el componente de tendencia de la serie de datos históricos y gamma se relaciona con el componente estacional de la

serie. La única forma de encontrar el valor de estos tres parámetros es mediante pruebas de error, hasta que se minimice el MSE. (Miller Jimmy Alarcón, 2009, p. 180)

Las fórmulas que utiliza el método de Winters son:

$$S_t = \gamma * \frac{D_t}{A_T} + (1 - \gamma) * S_{t-n} \quad (7)$$

$$A_t = \alpha * \frac{D_t}{S_{t-n}} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad (8)$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (9)$$

$$F_{t+1} = (A_t + pT_t)S_t \quad (10)$$

En donde:

S_t = Promedio Exponencial de la serie de tiempos

A_t = Demanda desestacionalizada

A_{t-1} = Nivel de referencia de la ecuación de la tendencia

T_t = Estimación de la tendencia

T_{t-1} = Pendiente de la ecuación de la tendencia

E_t = Estimación de estacionalidad

F_{t+1} = Pronóstico de períodos futuros

α = Constante de atenuación exponencial simple

β = Constante de ajuste de tendencia

γ = Constante de ajuste estacional

2.2.10.2 Método de suavizado lineal de Holt

El método de Holt se basa en las ecuaciones del método de suavización exponencial, pero la ventaja característica es que permite generar el número de datos pronosticados que se desee, no sólo el siguiente dato t+1. A continuación se puede ver el modelo del método de pronóstico:

$$S_t = (\alpha * Y_t) + [(1 - \alpha)(S_{t-1})] \quad (11)$$

$$b_t = \beta * (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) \quad (12)$$

$$F_{t+m} = S_t + (b_t m) \quad (13)$$

En donde:

S_t = Valor de Suavizamiento al finalizar el periodo t

b_t = Ajuste de tendencia al finalizar el periodo t

α = Constante de alisamiento

β = Constante de ajuste de tendencia

m = Varía desde 1 hasta m , y determina el número de pronósticos que se deseen

F_{t+m} = Pronostico en el periodo $t + m$

(Miller Jimmy Alarcón 2009, pp. 178–179)

2.2.11 Capacidad de planta

2.2.11.1 Capacidad de diseño

Esta es la capacidad máxima teórica del sistema durante un período de tiempo particular en condiciones ideales. Esto generalmente se expresa como un porcentaje, por ejemplo, las toneladas de acero que se pueden producir en una semana, mes o año. Se puede calcular con la ecuación (14).

(Heizer y Render, 2015: p. 289).

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{\text{Tiempo trabajo (mes)}}{\text{Tiempo por pieza (promedio)}} \quad (14)$$

2.2.11.2 Capacidad efectiva

La mayoría de las organizaciones operan sus instalaciones a menos de su capacidad de diseño. Hacen esto porque saben que se puede ser más eficientes si no llevan sus recursos al límite. En cambio, prefieren operar a aproximadamente el 82% de la capacidad de diseño. Este concepto se llama capacidad efectiva y se puede calcular con la ecuación (15).

$$CP \text{ efectiva} = CP * 0,82 \quad (15)$$

Esta es la capacidad que la empresa trata de lograr dadas las limitaciones operativas actuales. La capacidad efectiva suele ser menor que la capacidad diseñada. Esto se debe a que la instalación puede haber sido diseñada para una versión anterior del producto o para una mezcla de productos diferentes de los que se está produciendo actualmente. (Heizer y Render, 2015: p. 289)

2.2.11.3 Utilización y eficiencia

Son dos indicadores del rendimiento del sistema, particularmente útiles. La utilización es simplemente un porcentaje de la capacidad de diseño que se logra alcanzar, se puede determinar

mediante la ecuación (16). La eficiencia es el porcentaje de capacidad efectiva realmente logrado, como se indica en la ecuación (17). Tener una eficiencia del 100% puede ser un desafío, ya que es casi imposible, dependiendo de cómo se utilice y gestione la instalación. Los gerentes de operaciones tienden a ser evaluados por su efectividad. Gran parte de la clave para aumentar la eficiencia radica no solo en resolver problemas de calidad, sino también en una planificación, capacitación y mantenimiento efectivos. La utilización y la eficiencia se calculan de la siguiente manera: (Heizer y Render: 2015: p. 289).

$$Utilización = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ de\ diseño} \quad (16)$$

$$Eficiencia = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ efectiva} \quad (17)$$

2.2.11.4 Capacidad real

La capacidad diseñada, la eficiencia y la utilización son métricas importantes para los gerentes de operaciones. Sin embargo, los administradores a menudo también necesitan el rendimiento esperado de instalaciones y procesos. Para lograr esto, la producción real (o en este caso el futuro o el pronóstico) se resuelve como se muestra en la ecuación (18).

$$CP\ real = CP\ efectiva * Eficiencia \quad (18)$$

La producción esperada también se denomina capacidad tasada. El conocimiento de la capacidad efectiva y la eficiencia permite a los gerentes encontrar los resultados esperados de sus instalaciones. Es posible que se requiera capacidad adicional si la producción esperada no es suficiente. La mayoría de estos suplementos se enfocan en cómo agregar esa capacidad de manera efectiva y eficiente. (Heizer y Render, 2015: p. 289)

2.2.12 Planeación Agregada de la Producción

La planeación agregada (llamada también programación agregada) busca determinar la cantidad y el marco de tiempo necesario para una proyección futura, la planeación existe corta, media y largo plazo desde 3 a 18 meses. Los jefes de operaciones investigan la mejor manera de satisfacer la demandan mediante los pronósticos ajustados, la mano de obra, los niveles de inventario, el trabajo en tiempo extra, la subcontratación, y otros factores que se pueden controlar. Generalmente el plan agregado de la producción minimiza los costos de fabricación. Otros de los aspectos importantes es la eficacia del operador, bajar los niveles de inventario. Para las empresas manufactureras asocian la estrategia con los planes de producción.(Heizer y Render, 2015: p. 528)

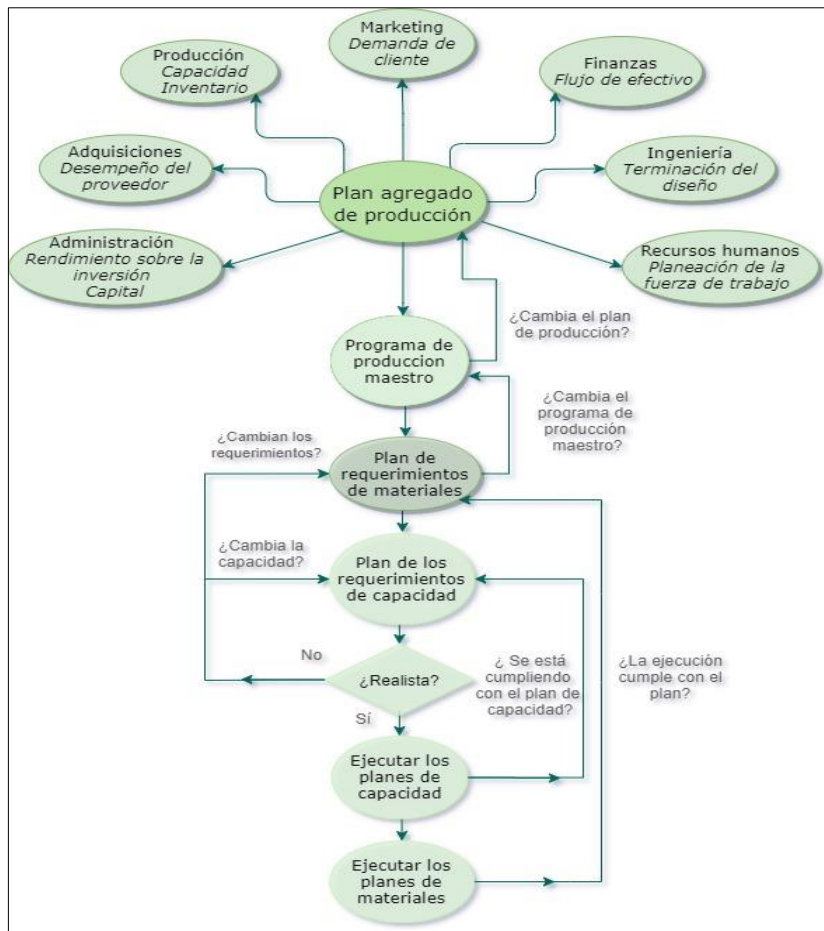


Figura 3-2. Proceso de planeación

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Fuente:(Heizer y Render, 2015: p. 563).

2.2.13 *Objetivos de la planeación agregada*

2.2.13.1 *Objetivo general*

Especificar la combinación de la producción de productos terminados, mano de obra y niveles de inventario para minimizar los costos y cumplir con los pronósticos de demanda.

2.2.13.2 *Objetivos específicos*

- Establecer sus costos y hacer un plan para que pueda satisfacer la demanda esperada.
- Minimizar el número de inventario.
- Maximizar la utilización de la capacidad instalada

2.2.14 *Estrategias para la planeación agregada*

Las estrategias para desarrollar el plan agregado son: persecución, fuerza laboral constante y mixta; la técnica de persecución se enfoca en llevar un inventario cero con despidos y contratos de personal

a comparación de nivelación o plan fuerza laboral el número de inventario varia, pero con personal constante; la estrategia mixta involucra contratos, despidos y también horas extras.

Se realizará una comparación de la técnica de persecución y nivelación o plan de fuerza laboral obteniendo como resultados un balance de costos para elegir la mejor optimización de costos, personal e inventario con la mejor eficiencia.

2.2.14.1 Estrategia de persecución.

La estrategia de "seguimiento" ajusta la producción para satisfacer la demanda. Las estrategias de seguimiento, también conocidas como gestión justo a tiempo, mantienen niveles mínimos de inventario. Esta estrategia reduce la capacidad de una empresa para responder los aumentos inesperados de la demanda y aumenta el riesgo de desabastecimiento, analizando los siguientes factores como: días laborables, demanda, producción promedio por operario, operarios actuales, los costos, inventario y horas de trabajo diario por operario, siguiendo los siguientes pasos se obtendrá una estrategia con los costos para comparar y verificar la mejor técnica con menor costo y mayor utilidad.

Obteniendo como resultado los siguientes datos de producción:

- Unidades de operario está en relación con los días laborables y producción promedio por operario.
- Operarios requeridos es una aproximación al inmediato superior teniendo en cuenta la correlación entre la demanda con las unidades por operario
- Los operarios son contratados cuando los operarios actuales son menores que los que se necesita, como se muestra en la ecuación (19).

$$\text{Operarios contratados} = \text{si}(\text{op. requeridos} > \text{op. actuales}; \text{op. requeridos} - \text{op. actuales}; 0) \quad (19)$$

- Los operarios son despedidos cuando los trabajadores que exceden a los que se necesita para el proceso productivo, como se muestra en la ecuación (20)

$$\text{Operarios despedidos} = \text{si}(\text{op. actuales} > \text{op. requeridos}; \text{op. actuales} - \text{op. requeridos}; 0) \quad (20)$$

- Los diferentes costos se encuentran aplicando las fórmulas que se tienen a continuación:

$$\text{costos por contratar} = \text{op contratados} * \text{costo por contratar un operario} \quad (21)$$

$$\text{costos por despedir} = \text{op despedidos} * \text{costo por despedir un operario} \quad (22)$$

$$\text{costos por mano de obra} = \text{dias laborables} * \text{op utilizados} * \text{costo diario por jornada} \quad (23)$$

$$\text{costos por despedir} = \text{op despedidos} * \text{costo por despedir un operario} \quad (24)$$

$$\text{costos por almacenar} = \text{inventario} * \text{costo por almacenar} \quad (25)$$

$$\text{costos total} = \text{suma de todos los costos} \quad (26)$$

- El rendimiento de los operarios viene en función a la fórmula (27), así obteniendo en números enteros.

$$\text{Rendimiento al 100\%} = \text{dias laborables} * \text{op utilizados} * \text{produccion promedio por operario} \quad (27)$$

Todos estos procedimientos son realizados en Excel mediante un modelo previamente elaborado que intervienen todos los factores explicados.

2.2.14.2 *Estrategia de nivelación o plan de fuerza laboral*

Consiste en determinar una cantidad constante de recursos en un determinado período de planificación. La demanda fluctuará alrededor de la disponibilidad de esos recursos, se utiliza cuando es muy difícil o costoso alterar los recursos de una empresa, la técnica de plan de fuerza laboral es utilizado en sistemas de producción esbelta.

Los datos principales que se debe recopilar son los siguientes: días laborables, demanda, producción promedio por operario, operarios actuales, costo diario por jornada, costo por contratar un operario, costo por despedir un operario, costo por almacenar, costo por faltante en caso de que exista, horas de trabajo diaria e inventario inicial.

Obteniendo como resultado los siguientes datos de producción:

- Unidades de operario está en relación con los días laborables y producción promedio por operario.
- Operarios requeridos es una aproximación al inmediato superior teniendo en cuenta la correlación entre la demanda con las unidades por operario
- El inventario se da, cuando las unidades producidas son mayores que la demanda del mercado, como se indica en la ecuación (28)

$$\text{inventario} = \text{si}(\text{unidades disponibles} > \text{demanda}; \text{unidades producidas} - \text{demanda}; 0) \quad (28)$$

- Las unidades faltantes es cuando la demanda es mayor que las unidades disponibles, como se muestra en la ecuación (29) .

$$\text{unidades faltantes} = \text{si}(\text{demanda} > \text{unidades disponibles}; \text{demanda} - \text{unidades producidas}; 0) \quad (29)$$

- Para encontrar los costos se aplican las mismas ecuaciones de la estrategia de persecución estas son de la (21) a la (27).

Los cálculos son realizados previamente en Excel mediante un modelo ya establecido.

2.2.15 Plan maestro de producción

El plan maestro de producción (MPS) con sus siglas en inglés (Master Production Schedule), se refiere a la cantidad que, cuando y cuanto se debe producir, este plan maestro va de la mano con el plan agregado. Esta planificación abarca también temas como: la demanda de los clientes, planes financieros, marketing, disponibilidad de mano de obra, flujos de inventario, capacidad de planta y disponibilidad de los proveedores. A medida que se observa el proceso de planeación de producción para ejecutar, cada plan con un nivel de jerarquía inferior debe ser aceptable caso contrario debe entrar a una retroalimentación para cumplir con los parámetros; lo esencial del MPS es que analiza productos específicos.

Para el cálculo del MPS se necesita la siguiente información:

- Capacidad de producción
- Inventario Inicial
- Demanda
- Pronóstico

Las fórmulas que se aplican para el cálculo del MPS son:

- Sí, el pronóstico o el pedido de la semana es menor que el inventario inicial el MPS será igual a cero, caso contrario el MPS será igual a la capacidad de producción que tiene la planta, como se indica en la ecuación (30).

$$\text{MPS} = \text{SI}(\text{Inv. Inicial} > (\text{MAX}(\text{Pronósticos}; \text{Pedidos})); 0; \text{Cap. de producción semanal}) \quad (30)$$

- El inventario final es igual a la suma del inventario inicial más el MPS (calculado) menos el máximo número entre el pronóstico y el pedido de esta semana. Como se muestra en la ecuación (31).

$$\text{Inventario Final} = \text{Inv. Inicial} + \text{MPS} - (\text{Max}(\text{Pronostico}; \text{Pedido})) \quad (31)$$

Nota: Estos cálculos son realizados mediante la herramienta Excel con un modelo ya establecido.

2.2.15.1 Fundamentos de un efectivo plan maestro de producción.

Un MPS debe cumplir con ciertos parámetros para que sea efectivo:

- Fijar bases para fortalecer el compromiso con los clientes.
- Aprovechar de manera adecuada la capacidad de la planta.
- Tener claro y cumplir los objetivos de la empresa.
- Realizar los convenios entre la elaboración y los clientes.

2.2.16 Diagrama de Gantt.

También conocido como gráficas de barras, este tipo de diagrama es muy útil porque le ayuda a comprender diferentes programas de producción y cargas de trabajo. Un diagrama de Gantt es un sistema gráfico que funciona en dos dimensiones. El tiempo se coloca en el eje “x” y las actividades que se desarrollan se colocan en los ejes de las “y”. Este gráfico tiene la ventaja de que se puede utilizar como herramienta de planificación y como herramienta de seguimiento y control para ayudar a indicar la secuencia de actividades en todo el paquete de trabajo como se muestra en la figura. (Terrazas, 2011, p. 10)

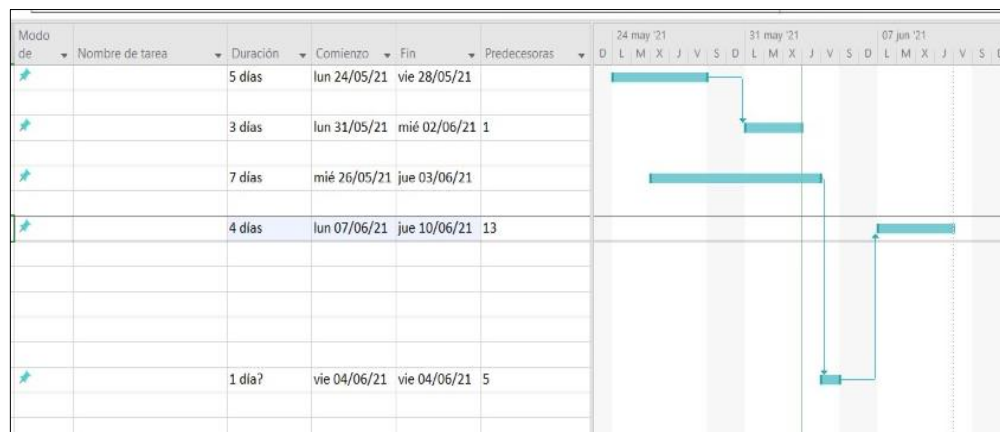


Figura 4-2. Control de operaciones diagrama de Gantt

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Estudio

El presente trabajo es un proyecto técnico, que se basa en los principios de la planificación de operaciones, en el mismo se realiza diferentes análisis que ayudan a detallar las actividades efectuadas, mediante la recopilación de información de la empresa “Nutrisim”, a su vez se evalúan los procesos actualmente gestionados para diagnosticar el modelo dando así a la investigación validez y eficacia.

3.2 Tipo de Investigación

3.2.1 *Investigación Cuantitativa*

Este tipo de investigación se la realiza al momento de recopilar datos históricos de la empresa utilizando diferentes herramientas del campo de la estadística, para que sea posible identificar, evaluar y definir numéricamente diferentes tipos de sistemas de planificación de la producción.

3.2.2 *Investigación Descriptiva*

Se aplica este tipo de investigación por qué comienza con la descripción exacta de actividades, objetos, personas y procesos de principio a fin; mostrando el total de operaciones y actividades generales que las componen.

3.2.3 *Investigación de Campo*

Esta investigación es aplicada al momento de extraer los datos directamente de las áreas de la empresa, la herramienta que se utiliza en esta investigación es la observación directa, dado que al observar al operario en su entorno de trabajo real se puede identificar las ineficiencias que existen en las tareas continuas.

3.3 Técnicas

3.3.1 *Observación directa*

Se realiza este procedimiento para observar a los trabajadores en su puesto de trabajo y recolectar datos, evaluando su desempeño en un periodo de tiempo continuo sin intervenir en sus actividades. Esta actividad se desarrolla en un periodo de dos semanas para que los operarios se sientan cómodos al ser observados y actúen de forma natural, de esta forma se extraerán datos certeros para realizar la investigación de manera adecuada.

3.4 Registro de datos de los productos

Se procedió al registro de los tiempos en condiciones normales del trabajo que realizan los operarios dentro de su puesto de trabajo, se empezó por la machica siendo el producto con mayor tiempo de producción, un trabajador se demora en tostar un saco de 100lb un promedio de 4,28 min a leña, pasando al área de pulido el mismo saco se demora 2 minutos con 25 segundos continuando con el proceso al área de molido en donde tarda 2 minutos con 43 segundos de promedio así terminando en el enfundado con un promedio de 12 minutos con 28 segundos por paca de fundas de 500gr los tiempos se tomaron mediante el instrumento del cronómetro.

El fréjol negro es el producto con el proceso de producción más corto ya que llega al área de clasificación con un tiempo promedio de 1,97 minuto por saco de 100lb pasando al área de empaquetado con un tiempo de 1,30 minutos por funda de 500gr.

El arroz de cebada se empieza por el área de pulido donde se limpia, se corta y se clasifica de la cebada gruesa, todo este proceso se demora un tiempo promedio de 2,22 minutos por cada saco de 100lb, pasando al área de empaquetado con un 1,47 min promedio por cada funda de 500gr en la máquina de enfundado. La cebada gruesa se procesa para la cebada perlada que pasa por el área de clasificado y pulido demorándose 5,38 minutos de tiempo promedio por saco, se traslada al área de enfundado demorándose un 0,79 minuto por funda.

El morocho partido empieza por clasificado demorándose 1,97 minutos de tiempo promedio por saco de 100lb, luego se transporta una distancia de 75 metros para llegar al área de pulido donde se limpia y se corta obteniendo el producto en un promedio de 2,13 minutos por saco, luego pasa al área de enfundado donde se traslada 37 metros y se enfunda en 1,33 minutos aproximadamente por paca de 25 fundas de 500gr, todos estos datos fueron tomados mediante el cronómetro.

Tabla 1-3: Tiempo de producción de productos

PRODUCTO	CANTIDAD	TIEMPO REAL (min)
Machica	1 saco 100 lb	21,24
Fréjol Negro	1 saco de 50lb	3,27
Cebada Perlada	1 saco de 50lb	6,17
Arroz de Cebada	1 saco de 50lb	3,694
Morocho Partido	1 saco de 50lb	5,43

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

3.5 Mapas de operaciones

A continuación, se detallará el diagrama de flujo de los productos estudiados como son: Arroz de cebada, fréjol negro, morocho partido, machica y cebada perlada, todos estos procesos se realizan en jornada de lunes a viernes 8 horas diarias con 10 min de media mañana de 10h00 a 11h00, tienen una hora de almuerzo y se distribuyen con un aforo máximo de 12 personas en el comer de 12h00 a 14h00

entrando a las 08h00 y saliendo a las 17h00 cumpliendo así con su jornada diaria, la producción de cada producto se realiza trimestral.

3.5.1 Diagrama de flujo del proceso de Arroz de cebada

El arroz de cebada tiene un recorrido por las diferentes áreas de la empresa el cuál es el siguiente, el grano del arroz de cebada tiene un proceso de limpieza (zaranda 1) y clasificado en el área clasificado este trabajo lo realizan dos operarios, uno se encarga de poner los sacos y otro de sacarlos; continua a un raspado en el área de pulido, este proceso realizan dos operarios uno se encarga de poner los sacos de 100 lb en un tiempo de 1 minuto con 13 cada saco aproximado, el otro operario a la salida llena sacos de 50lb en 1 minuto con 20 segundos aproximado; en caso de que el grano este húmedo, se lo deja reposar en el área de secado entre 4 horas y 3 horas con 30 minutos dependiendo el grado de humedad de la cebada; posteriormente pasa a ser cortado y tamizado en la zaranda 2 este proceso lo realizan dos operarios donde uno se encarga de poner los sacos de 50 lb en 24 segundos y el otro de sacar cada saco de 50 lb en 1 minuto con 32 segundos aproximado, una vez terminado este proceso, se enfunda el arroz de cebada, este trabajo lo realizan dos operarios, un operario se encarga de poner los sacos de 50 lb en 30 segundos cada uno aproximado y otro operario enfunda pacas de 25 unidades de 500 gr en esto se demora 1 minuto por paca aproximado; estas pacas pasan a una maquina detectora de metales aquí realizan el trabajo dos operarios y se demoran 25 segundos en pasar 12 pacas; finalmente son almacenados en la bodega de producto terminado para ser distribuido

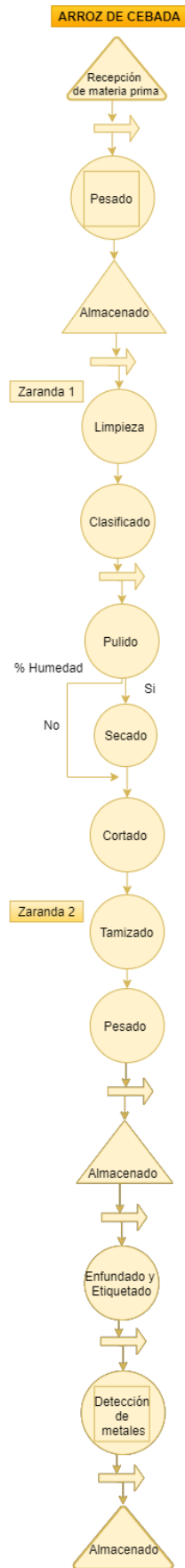


Gráfico 1-3. Diagrama de flujo de procesos del arroz de cebada

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

3.5.2 Diagrama de flujo del proceso de Machica

La machica tiene un largo proceso en el área de producción de la empresa “Nutrisim”, se empieza con tostar la cebada en un horno de leña este trabajo lo realiza solo un operario, el cual procesa 12 sacos de 100lb diarios aproximados; posteriormente pasa al área de pulido para ser limpiado en la zaranda 1 esto realizan dos operarios, uno se encarga de poner cada saco de 100lb en 1 minuto con 13 segundos aproximado, el otro en llenar y sellar sacos de 70 lb en 1 minuto con 24 segundos cada uno; luego va al área de molido y tamizado en el que trabaja solo un operario que se encarga de poner los sacos de 70lb en 42 segundos cada uno y luego de sacar del molino sacos de 50 lb en 4 minutos con 25 segundos aproximado, una vez terminado este proceso se enfunda el producto este trabajo lo realizan dos operarios, un operario se encarga de poner los sacos de 50 lb en 1 minuto con 47 segundos cada uno aproximado y otro operario enfunda pacas de 25 unidades de 500 gr en esto se demora 1 minuto con 8 segundos por paca aproximado; estas pacas pasan a una maquina detectora de metales aquí realizan el o trabajo dos operarios y se demoran 25 segundos en pasar 12 pacas; finalmente son almacenados en la bodega de producto terminado para ser distribuido.

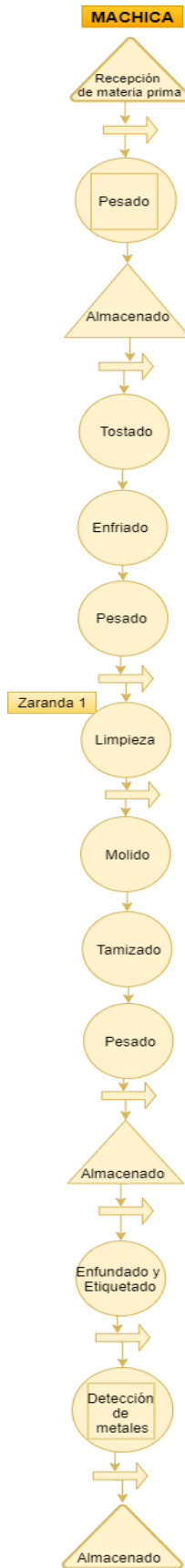


Gráfico 2-3. Diagrama de flujo de procesos machica

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

3.5.3 Diagrama de flujo del proceso del fréjol negro

El fréjol negro es un producto con un corto proceso, entra a zarandeado y limpieza para eliminar impurezas, posteriormente es pulido y seleccionado, en el cual se encargan dos operarios de realizar esta actividad; una vez cumplido este proceso pasa a ser enfundado, este trabajo lo realizan dos operarios, un operario se encarga de poner los sacos de 50 lb en 40 segundos cada uno aproximadamente y otro operario enfunda pacas de 25 unidades de 500 gr en 57 segundos por paca aproximado; estas pacas pasan a una maquina detectora de metales aquí realizan el o trabajo dos operarios y se demoran 25 segundos en pasar 12 pacas; finalmente son almacenados en la bodega de producto terminado para ser distribuido.

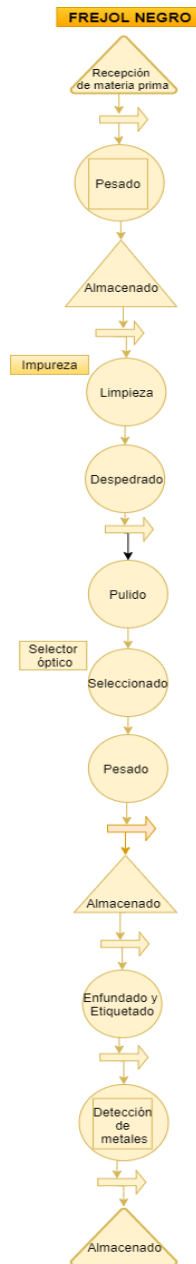


Gráfico 3-3. Diagrama de flujo de procesos del fréjol negro

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

3.5.4 Diagrama de flujo del proceso de la Cebada perlada

La cebada perlada tiene el siguiente proceso, empezando por la recepción de materia prima, este producto debe tener el 13,3% de humedad si viene con mayor porcentaje primero se le traslada al área de secado donde se le deja secar a temperatura ambiente de 3 a 4 horas este proceso es opcional, llevando un lote de 103 sacos de 100 lb para pulirlo donde se trabaja de 3 a 4 operarios incluido los dos de transporte donde un operario pone los sacos de 100lb en la máquina para que se pele en la misma máquina tiene el proceso conjunto al pulido, zarandeado (un operario fijo) todo este proceso se transporta mediante bandas con paletas que llevan el producto hacia la tolva donde otro operario lo llena y sella en sacos de 50 lb, así otro operario lo transporta al área de enfundado demorándose 2 días en todo el proceso del lote, al siguiente día 3 operarios distintos realizan el enfundado empezando por la preparación de la máquina que se demora de 1 a 2 horas en peor de los casos, donde un operario hombre traslada los sacos de 50 lb una distancia de 10 metros para que otro operario siga poniendo en la máquina de enfundado, esta máquina enfunda y sella 25 fundas de 500gr por minuto donde una mujer los coloca en pacas (son 25 fundas de 500gr) para ser trasladado 12 pacas en una carretilla al detector de metales donde se verifica si el morocho partido esta apto para el consumo humano finalizando con el proceso se traslada a la bodega de producto terminado para ser almacenado y despachado.

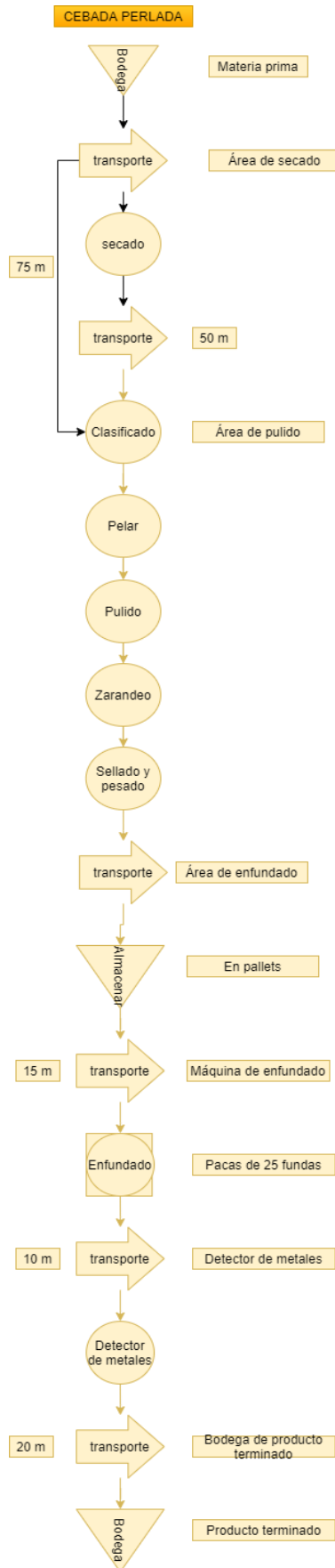


Gráfico 4-3. Diagrama de flujo de procesos del arroz de cebada

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

3.5.5 Diagrama de flujo del proceso del Morocho partido

El proceso del morocho partido comienza por la recepción de materia prima donde se apila en bodega para empezar cuando haya orden de producción por del jefe, una vez emitido la orden un operario traslada 25 metros 6 sacos de 100lb que entran en una carretilla al área de clasificado, en esta área se encuentran de 3 a 4 operarios incluido el de transporte para comenzar colocando en la máquina que es llevada por unas paletas hacia el zarandeo 1, ahí se clasifica las impurezas, el morocho bueno pasa a la óptica donde clasifica para obtener un morocho de color uniforme el que no pasa este control va hacia una lona para desechos, todo este proceso realiza un solo operario al momento de que pasa por la óptica se dirige por las paletas hacia la tolva donde otro operario llena y sella en sacos de 100lb aquí existe un operario que inspecciona, ayuda en las horas de almuerzo y media mañana, este proceso dura 3 días un lote de 136 sacos de 50 kg una vez terminado el lote se transporta al área de pulido donde se trabaja los mismo operarios mientras los 3 operarios preparan las máquinas en un tiempo de 1 hora el otro operario traslada la materia prima del área de clasificado a pulido y lo apila en pallets donde se almacena hasta empezar la producción, un operario coloca los sacos de 100 lb en la máquina para que sean llevados mediante una banda con paletas a pulirse, se corta y se traslada a la zarandeada 2 donde está un operario fijo todo el tiempo ya que tiene que mover para agilizar el proceso, cae a una tolva donde se almacena para un operarios llenen y sellen los sacos de 50 lb que salen mientras van saliendo se transporta una distancia de 37 metros 5 sacos en una carretilla al área de enfundado donde se van apilando en columnas en pallets, este proceso se demora 2 días, al siguiente día 3 operarios distintos realizan el enfundado empezando por la preparación de la máquina que se demora de 1 a 2 horas en peor de los casos, donde un operario hombre traslada los sacos de 50 lb una distancia de 10 metros para que otro operario siga poniendo en la máquina de enfundado, esta máquina enfunda y sella 25 fundas de 500gr por minuto donde una mujer los coloca en pacas (son 25 fundas de 500gr) para ser trasladado 12 pacas en una carretilla al detector de metales donde se verifica si el morocho partido esta apto para el consumo humano finalizando con el proceso se traslada a la bodega de producto terminado para ser almacenado y despachado.



Gráfico 5-3. Diagrama de flujo de procesos del morocho partido

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

3.6 Metodología aplicada al proyecto

La metodología que se aplica para la planeación de la producción del proyecto tiene que cumplir con una secuencia de actividades.

El levantamiento de la información inicia con el uso de ciertas herramientas con el fin de evaluar la condición actual de la empresa, estas herramientas se aplicaron de la siguiente forma; mediante un conversatorio con el gerente de planta se determinó que los productos de mayor interés para la empresa y a los que va dirigido el estudio son: arroz de cebada, cebada perlada, fréjol negro, morocho partido y machica, por su importancia en cuanto a los ingresos que representa a la compañía; de la misma manera otros productos de interés no fueron considerados debido a que el análisis de estos productos es confidencial.

Además, se solicita mediante un oficio al gerente que se autorice poseer la información del proceso que sigue cada producto y las ventas que han sido realizadas en los últimos años en la empresa. Una vez obtenido los datos reales solicitados se realiza un estudio y análisis estadístico para evaluar el estado actual de la empresa.

Se hace una estimación de la demanda a través de un estudio de pronósticos con los datos de ventas trimestrales obtenidos por la empresa, aplicando diferentes métodos como son: Holt, Winter, medias móviles ponderadas, suavización exponencial, y se realiza un proceso comparativo para evaluar el ajuste de cada método con respecto a los otros a través de los indicadores como son el error cuadrático medio (MSE) y el error porcentual absoluto medio (MAPE), para valorar los métodos. Al aplicar estos métodos se determinó que el método de Winter se ajusta de mejor manera al comportamiento de las ventas por lo tanto este método se aplicara para el resto de los productos.

Se aplicaron técnicas de ingeniería de métodos, entre ellas la realización de flujogramas con el fin de identificar la secuencia y las actividades que comprende el proceso, una vez determinado los procesos se aplicó el método de cronometraje para realizar un estudio de tiempos, estos datos se fueron registrando en una hoja de chequeo para evaluar por día los tiempos que se tardan en cada actividad, estos tiempos fueron tomados en minutos.

Para la planeación de producción y método comparativo, se elaboró un estudio preliminar estructurando nuevos procedimientos preliminares con el fin de optimizar la planeación de la producción se aplicó el plan agregado de producción utilizando estrategias de plan de fuerza laboral y de persecución, ayudando así a que se ajuste la producción para satisfacer a la demanda y también a que dentro de la empresa exista mayor agilidad comercial mediante el empeño de los trabajadores. A partir de las estrategias aplicadas se elabora el plan maestro de producción (MPS), aplicando la base de datos Excel, los datos representativos para el estudio son: la capacidad de planta, los pronósticos, la demanda e inventario inicial; determinando así, el qué, cuándo y cuanto se debe producir.

Finalmente, con la planeación operativa se aplica un Diagrama de Gantt, el cual ayuda a facilitar una vista general de la planificación de producción en la empresa “Nutrisim”, aquí se indica que tareas

se tienen que realizar, cuánto dura cada tarea y en qué fecha se deben cumplir, esto se ejecuta con la aplicación del software Project.

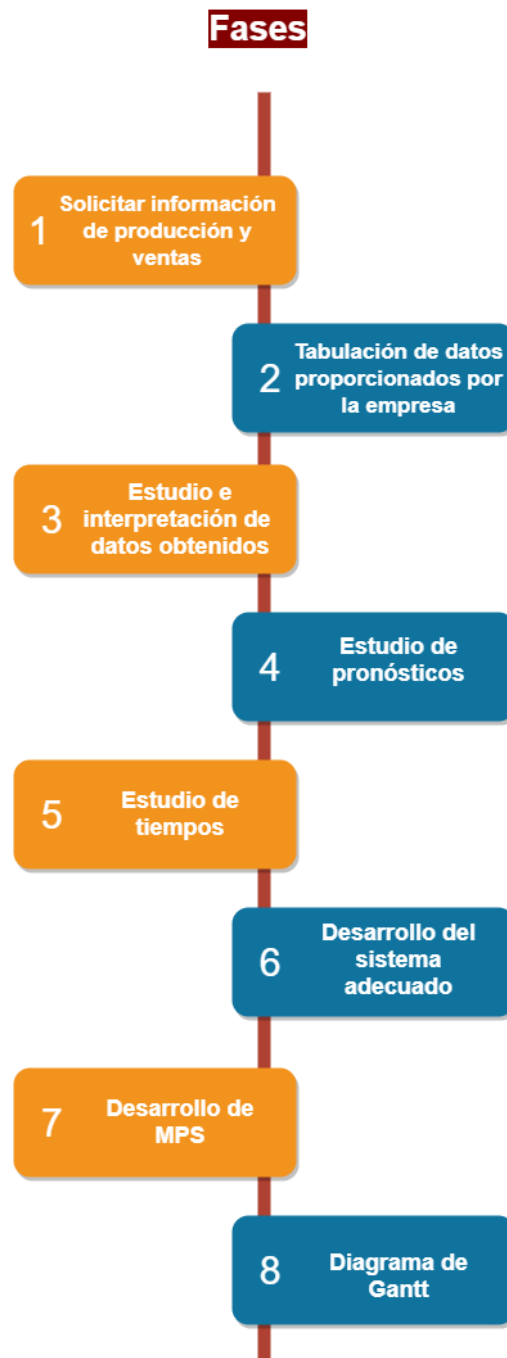


Figura 1-3. Fases del Plan Agregado de Producción

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

3.7 Pasos para el cálculo de pronósticos

Mediante la extracción de información de la base de datos que existe en la empresa, se pudo obtener las ventas que se han realizado en los años anteriores de los productos a estudiar. Una vez obtenidos estos datos se puede realizar el análisis del método de pronósticos más adecuado para cada uno de los productos, en nuestro caso el método que hemos visto que tiene una mayor aproximación es el método de Winter, ya que ha sido el que tiene un menor porcentaje de error.

Los pasos para encontrar los pronósticos y el porcentaje de error es el siguiente:

1. Se realiza una tabla de la demanda relacionando los trimestres vs el año de las ventas.

Tabla 2-3: Trimestres vs el año de las ventas

	Año 1	Año 2
Trimestre 1	T1, A1	T2, A2
Trimestre 2	T2, A1	T2, A2

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

2. Se calcula el promedio trimestral y promedio total, para después dividirlos y así encontrar el promedio exponencial de la serie de tiempos (S_{t-n}). Como se muestra en la ecuación (32):

$$S_{t-n} = \frac{P_{tr}}{P_T} \quad (32)$$

3. Una vez encontrado el S_t , se procede a generar la ecuación (33) de tendencia de la demanda en el programa Excel, para obtener los datos del nivel de referencia de la ecuación de la tendencia (A_{t-1}) y la pendiente de la ecuación de la tendencia (T_{t-1}), con los que se trabajará en el método Winter.

$$y = T_{t-1}(x) + A_{t-1} \quad (33)$$

4. Se establece valores a las tres constantes que se utilizaran estas son: la constante de atenuación exponencial simple (α), la constante de ajuste de tendencia (β) y la constante de ajuste estacional (γ), estos valores pueden variar entre 0 y 1 según se vea conveniente.
5. Con los datos obtenidos se procede a aplicar las fórmulas establecidas en el método de Winter para encontrar nuestro pronóstico.
6. Finalmente, para analizar el porcentaje de error de nuestro pronóstico se aplican las siguientes fórmulas:

Error de pronóstico (e_t):

$$e_t = D_t - F_t \quad (34)$$

Error cuadrático medio (MSE):

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (D_t - F_t)^2}{n} \quad (35)$$

Desviación absoluta media (MAD):

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |D_t - F_t|}{n} \quad (36)$$

Desviación absoluta porcentual media (MAPE):

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|D_t - F_t|}{D_t}}{n} \quad (37)$$

3.7.1 Datos referenciales

Los cálculos de pronósticos necesitan datos históricos como son las ventas de años anteriores por esta razón se recolecta de la base de datos de la empresa la información detallada en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3: Datos históricos de ventas de los productos.

		Datos de Demanda				
		Arroz de cebada	Machica	Fréjol negro	Cebada perlada	Morocho partido
Año	Trimestre					
2017	Ene-Mar				18195	29507
	Abr-Jun				16616	28655
	Jul-Sep				15757	32617
	Oct-Dic				27604	53597
2018	Ene-Mar	33127	40997	10775	10425	24232
	Abr-Jun	38230	40749	2552	16915	26221
	Jul-Sep	37359	41088	2683	16683	30659
	Oct-Dic	44569	36070	3409	16814	24124
2019	Ene-Mar	37127	31104	2720	15893	25102
	Abr-Jun	37788	34692	2806	15683	26524
	Jul-Sep	34441	34577	4187	14195	26519
	Oct-Dic	28148	34057	520	16170	32470
2020	Ene-Mar	10331	36050,5	50176	14838	23230
	Abr-Jun	5342	24443	51855	16405	23824
	Jul-Sep	1563	33381	49875	6575	33470
	Oct-Dic	11673	36168	50913	20196	20689
2021	Ene-Mar	35127	27434	31752	10425	14078
	Abr-Jun	21250	29287	35641	9254	13896

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

3.8 Pasos para el cálculo del plan agregado

Una vez realizado la tabulación de los tiempos obtenidos en los procesos de los productos y extraídos datos de los costos: diarios por jornada, por contratar y despedir personal, precio de venta al público, el costo de producción e inventario se procedió a resolver por las dos estrategias del plan agregado como son: persecución con inventario cero y nivelación también conocido como fuerza constante, una vez resuelto se comparó los costos para escoger el adecuado.

Los pasos para realizar el plan agregado son los siguiente:

1. Números de operarios actuales. – Se obtuvo mediante la observación directa en la empresa.
2. Costo por contratar y despedir un operario. – Esta información brindo el departamento de recursos humanos los cuales se registran en el ministerio de trabajo ANEXO B.
3. Costo diario por jornada. – Se dividió el sueldo del operario para los 31 días de trabajo.
4. Costo por almacenar. – Se encuentra sacando el 20% del precio de venta.
5. Producción promedio por operario. – Después de calcular el tiempo total que tardan en producir un lote se realizó una regla de tres compuesta directa para encontrar la producción diaria por trabajador, como se muestra en la siguiente tabla 4-3.

Tabla 4-3: Modelo de producción de un lote

Producto		Cantidad	
Proceso	Tiempo (Horas)	Días	Operarios
Total			
Horas	Operarios	Unidades	
A	B	C	
8	1	x	

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

La fórmula (38) sirve para el cálculo de unidades diarias producidas por operario:

$$x = \frac{8 * 1 * C}{A * B} \quad (38)$$

6. Los días laborales. – Este dato varía según el producto y la cantidad que se va a procesar, la encontramos en los resultados de la tabla 7-4.

7. La demanda. – Encontramos estos datos a partir del cálculo de pronósticos, en este caso los pronósticos calculados fueron trimestrales, por lo que se vio necesario dividirlos para cada mes y trabajar con estos resultados.
8. Con los datos se procede a realizar los cálculos aplicando las fórmulas ya establecidas para encontrar los operarios: requeridos, actuales, contratados, despedidos, utilizados; unidades producidas y el inventario.
9. Para encontrar los costos del plan agregado de producción se aplican las fórmulas.

3.8.1 Datos referenciales

Los datos que se ocuparon para aplicar los métodos se encontraron a partir de una recolección de información facilitados por la empresa y los tiempos se encontraron de manera cuantitativa observando el recorrido de un lote en las diferentes áreas de la empresa Nutrisim.

3.8.1.1 Arroz de cebada

Tabla 5-3: Tiempos de producción del arroz de cebada.

Producto	Arroz de cebada	Cantidad	103 sacos/100 lb 6542 fundas/500gr
Proceso	Tiempo (Horas)	Días	Operarios
Pulido	12	2	4
Secado	4	1	2
Cortado	4	1	3
Enfundado	6	1	3
Total	26	5	12

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Tabla 6-3: Información del plan agregado de producción del arroz de cebada

INFORMACIÓN		
Producción promedio por operario	168,0	Diario
Operarios actuales	12	Trabajadores
Costo diario por jornal	\$ 13	Diario
Costo por contratar un operario	\$ 407,68	Empleado
Costo por despedir un operario	\$ 407,68	Empleado
Costo por almacenar	\$ 0,164	Unidad
Horas por jornal de trabajo	8	Horas
Inventario inicial	221	Unidades
P.V. P	\$ 0,82	Unidades
Costo	\$ 0,72	Unidades

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

3.8.1.2 *Machica*

Tabla 7-3: Tiempos de producción de la machica

Producto	Machica	Cantidad	100 sacos/100 lb 7475 fundas/500gr
Proceso	Tiempo (Horas)	Días	Operarios
Tostado	72	9	1
Pulido	18	3	4
Molido	17	3	3
Enfundado	8	1	3
Total	115	16	11

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Tabla 8-3: Información del plan agregado de producción de la machica

INFORMACIÓN		
Producción promedio por operario	48,00	Diario
Operarios actuales	11,00	Trabajadores
Costo diario por jornal	13,00	Diario
Costo por contratar un operario	\$ 407,68	Empleado
Costo por despedir un operario	\$ 407,68	Empleado
Costo por almacenar	\$ 0,20	Unidad
Horas por jornal de trabajo	8,00	horas
Inventario inicial	15422,00	Unidades
P.V. P	\$ 1,00	Unidades
Costo	\$ 0,58	Unidades

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

3.8.1.3 *Fréjol negro*

Tabla 9-3: Datos para plan agregado de producción del fréjol negro

Producto	Fréjol Negro	Cantidad	222 sacos/50 lb 9945 fundas/500gr
Proceso	Tiempo (Horas)	Días	Operarios
Clasificación	18	3	2
Enfundado	7	1	3
Total	25	4	5

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Tabla 10-3: Información del plan agregado de producción del fréjol negro

INFORMACIÓN		
Producción promedio por operario	637,0	Diario
Operarios actuales	5	Trabajadores
Costo diario por jornal	\$ 13	Diario
Costo por contratar un operario	\$ 407,68	Empleado
Costo por despedir un operario	\$ 407,68	Empleado
Costo por almacenar	\$ 0,358	Unidad
Horas por jornal de trabajo	8	horas
Inventario inicial	13204	Unidades
P.V. P	\$ 1,79	Unidades
Costo	\$ 0,61	Unidades

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

3.8.1.4 Cebada perlada

Tabla 11-3: Datos para plan agregado de producción de la cebada perlada

Producto	Cebada Perlada	Cantidad	200 sacos/100lb 6571 fundas/500gr
Proceso	Tiempo (Horas)	Días	Operarios
Clasificado	11	2	2
Pulido	30	4	4
Enfundado	5	1	3
Total	46	7	9

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Tabla 12-3: Información del plan agregado de producción de la cebada perlada

INFORMACIÓN		
Producción promedio por operario	163	Diario
Operarios actuales	9	Trabajadores
Costo diario por jornal	13	Diario
Costo por contratar un operario	\$ 407,68	Empleado
Costo por despedir un operario	\$ 407,68	Empleado
Costo por almacenar	\$ 0,22	Unidad
Horas por jornal de trabajo	8	horas
Inventario inicial	3943	Unidades
P.V. P	\$1,11	Unidad

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

3.8.1.5 Morocho partido

Tabla 13-3: Datos para plan agregado de producción del morocho partido

Producto	Morocho Partido	Cantidad	136 sacos/50Kg 23253 fundas/500gr
Proceso	Tiempo (Horas)	Días	Operarios
Clasificado	24	3	2
Pulido	12	2	4
Enfundado	24	3	3
Total	60	8	9

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Tabla 14-3: Información del plan agregado de producción del morocho partido

INFORMACIÓN		
Producción promedio por operario	345	Diario
Operarios actuales	9	trabajadores
Costo diario por jornal	13	Diario
Costo por contratar un operario	\$ 407,68	Empleado
Costo por despedir un operario	\$ 407,68	Empleado
Costo por almacenar	\$ 0,26	Unidad
Horas por jornal de trabajo	8	horas
Inventario inicial	8322	Unidades
P.V. P	\$ 1,29	Unidad

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

3.9 Datos para cálculo del inventario

Los datos que se ocuparon para el inventario inicial propuesto se encontraron a partir del cálculo de pronósticos, el cual arroja un porcentaje de error que sirve para mantener un índice de inventario.

Tabla 15-3: Datos para encontrar el inventario del año 2021

	Pronostico Jul-Sep	Porcentaje
Arroz de cebada	18315,73	19%
Machica	31885,56	2%
Fréjol negro	24470,09	45%
Cebada Perlada	9771,30	4%
Morocho partido	16670,86	3%

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

3.10 Pasos para el cálculo del plan maestro de producción (MPS)

Una vez obtenido los resultados del plan agregado siendo el general, lo utilizamos en el MPS obteniendo los siguientes pasos para la planeación.

1. Se obtiene la demanda semanal dividiendo la demanda mensual para 4, la cual se encuentra en el plan agregado.
2. Se detallan los datos que se van a utilizar como son: la demanda semanal, el inventario inicial y la capacidad de producción.
3. Se aplican las fórmulas descritas anteriormente para calcular el inventario inicial en las siguientes semanas, el inventario final y el MPS de cada semana.
4. Finalmente se evalúan los resultados encontrados en el MPS.

3.10.1 Datos referenciales

Los datos que se han utilizado para resolver los MPS del año 2021 y evaluar los resultados de cada producto son los que se muestran en la tabla 16-3:

Tabla 16-3: Datos para la elaboración del MPS

Producto	Demanda				Lote de producción	Capacidad de producción	Tiempo de producción	Inventario Inicial
	Trimestral Jul-Sep	Semanal Jul-Sep	Trimestral Oct- Dic	Semanal Oct- Dic				
Machica	31886	2657	31128	2594	100 sacos/100lb	7475	16 Días (aprox.)	15422
Frejol Negro	24470	2039	23649	1971	222 sacos/50lb	9945	4 Días (aprox.)	13204
Arroz de Cebada	18316	1526	21068	1756	103 sacos/100lb	6542	5 Días (aprox.)	221
Morocho partido	16671	1389	17689	1474	136 sacos/110lb	23253	8 Días (aprox.)	8322
Cebada perlada	9771	814	15043	1254	200 sacos/100 lb	6571	7 Días (aprox.)	3943

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

El presente trabajo se ha desarrollado de la siguiente manera; se identificó la problemática de la empresa la cual se describe en el primer capítulo del documento, ya que la empresa no dispone de una planificación se planteó los objetivos, continuamos con la revisión bibliográfica detallada en el segundo capítulo del proyecto técnico, avanzando al tercer capítulo donde se identificó la metodología aplicada al proyecto empezando con la recopilación de información tanto administrativo como operativo. En este capítulo se identificará el método adecuado para realizar los pronósticos a partir de los datos de ventas de años anteriores para continuar con la estrategia adecuada del plan agregado del método de comparación entre la estrategia de persecución y nivelación, posteriormente se realiza el plan maestro de la producción para planear los plazos de producción de los cinco productos estrella mediante el software Project.

4.1 Cálculo de pronósticos

4.1.1 Pronóstico Arroz de Cebada

Una vez tabulado los datos se procedió a realizar una comparación entre el método de Holt y Winter, para ver cuál método arroja mejores resultados, como se muestra en la siguiente tabla 1-4.

Tabla 1-4: Pronóstico del Arroz de Cebada

Resultado de pronóstico							
Producto:			Arroz de cebada				
Cantidad			500gr				
Método Winter				Método Holt			
Año	Trimestre	PRONÓSTICO	MAD	MAPE	PRONÓSTICO	MAD	MAPE
2018	Ene-Mar	30827,98	2299,02	7%	76026,69	42899,69	130%
	Abr-Jun	36192,39	2168,32	6%	75698,80	40184,25	114%
	Jul-Sep	35416,84	2092,93	6%	76886,52	39965,34	111%
	Oct-Dic	42335,31	2128,12	6%	72663,92	36997,73	99%
2019	Ene-Mar	34829,30	2162,04	6%	76202,12	37413,21	100%
	Abr-Jun	35751,16	2141,17	6%	66341,37	35936,57	96%
	Jul-Sep	32499,33	2112,67	6%	63380,40	34936,97	94%
	Oct-Dic	25913,56	2127,89	6%	57467,45	34234,78	96%
2020	Ene-Mar	8031,54	2146,96	8%	48573,71	34680,11	126%
	Abr-Jun	3302,73	2136,19	11%	28207,19	33498,62	156%
	Jul-Sep	-381,18	2118,73	21%	19622,57	32095,07	247%
	Oct-Dic	9437,80	2128,44	21%	13737,65	29592,53	228%
2021	Ene-Mar	32830,94	2141,33	20%	22062,34	28321,16	213%
	Abr-Jun	19213,13	2133,87	19%	45179,23	28007,45	206%
	Jul-Sep	18315,73			32847,98		
	Oct-Dic	21068,72					

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Los resultados obtenidos en la tabla 17-4, indican que, en el año 2021 en el trimestre de abril a junio, por el método de Winter se encuentra el MAPE del 19% y por el método de Holt tenemos un porcentaje de 206%, el menor valor porcentual arroja errores aptos para validar el método de Winter. Es decir que la desviación absoluta porcentual media (MAPE) va disminuyendo conforme exista mayor cantidad de datos de la demanda, como existe un porcentaje de 19% es un valor aceptable para los pronósticos ya que sigue disminuyendo con respecto al tercer y cuarto trimestre del 2020 y a futuro se obtendrá un error mínimo. Este método ha sido eficaz ya que los datos tienen una secuencia cíclica es decir que las ventas en cada trimestre se relacionan a las de años anteriores.

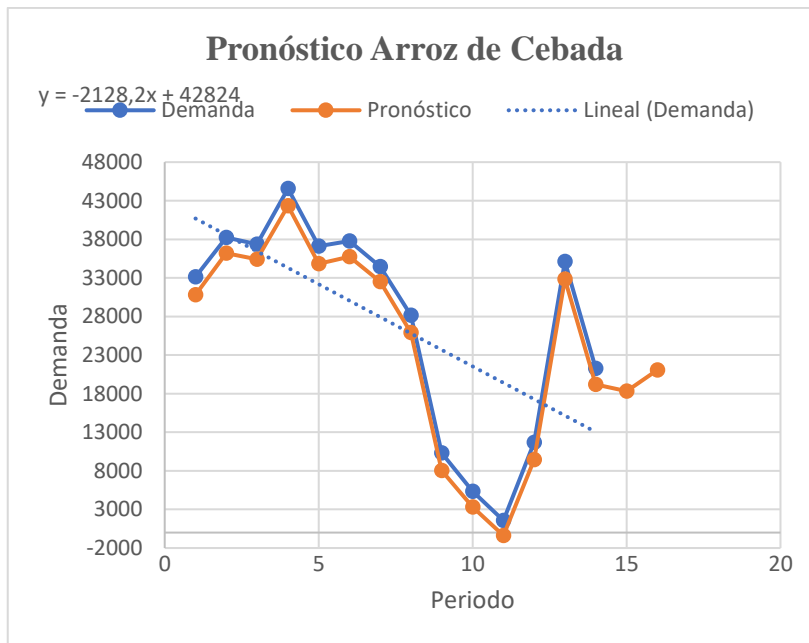


Gráfico 1-4. Pronóstico método de Winter del arroz de cebada

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el Gráfico 1-4 podemos observar que los pronósticos encontrados se van ajustando a la demanda y para el año 2021 se encontró que en el tercer trimestre de julio a septiembre tenemos un pronóstico de 18316 fundas aproximadamente y para el cuarto trimestre de octubre a diciembre tenemos un pronóstico de 21069 fundas aproximadamente de Arroz de Cebada.

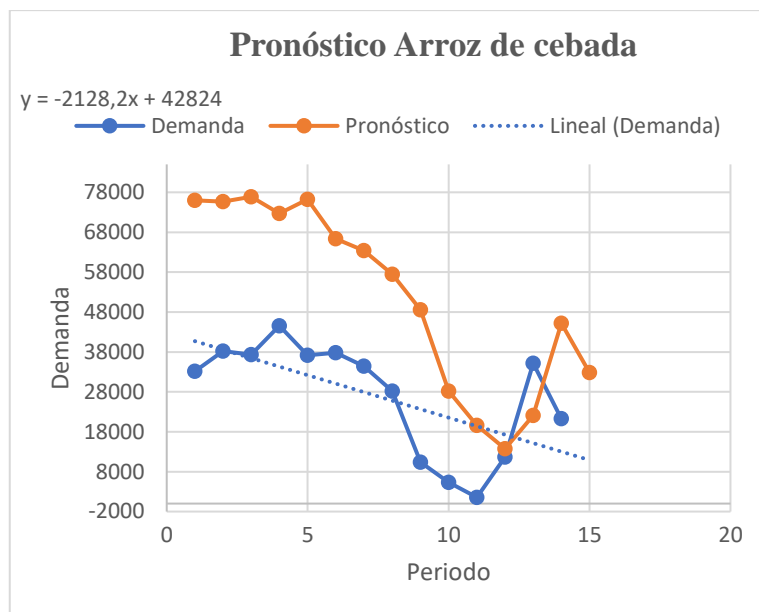


Gráfico 2-4. Pronóstico método de holt del arroz de cebada

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021

En el Gráfico 2-4 se observa que los pronósticos no se ajustan al modelo, por esta razón se descarta la aplicación del método Holt,

Conclusión

En las gráficas 1-4 y 2-4 confirman que el método de Winter es el apropiado ya que tiene un ajuste considerable con respecto al método de Holt porque el pronóstico se ajusta a la demanda, corrobora con los datos de la tabla 17-4 en su porcentaje de 19% y 206% respectivamente, con una diferencia significativa dando mayor aceptación al método de Winter, y 2134 unidades de exceso que vendría siendo el stock de seguridad, pero ajustando a la experiencia de la empresa se debe tener 30 pacas de 25 unidades como mínimo en stock.

4.1.2 Pronóstico de Machica

Con los datos tabulados se realizó el cálculo de los pronósticos aplicando algunos métodos para luego ser comparados y escoger el más adecuado. Estos métodos fueron: el método de Holt y el método de Winter como se muestra en la siguiente tabla 2-4:

Tabla 2-4: Pronóstico de la Machica

Resultado de pronóstico							
Producto:			Machica				
Cantidad			500gr				
Método Winter				Método Holt			
Año	Trimestre	PRONÓSTICO	MAD	MAPE	PRONÓSTICO	MAD	MAPE
2018	Ene-Mar	40052,50	944,50	2%	39958,77	1038,23	3%
	Abr-Jun	39948,33	872,58	2%	40236,87	775,18	2%
	Jul-Sep	40810,43	674,24	2%	40322,22	772,04	2%
	Oct-Dic	35470,93	655,45	2%	40743,55	1747,42	5%
2019	Ene-Mar	30187,36	707,69	2%	36779,63	2533,06	7%
	Abr-Jun	33107,86	853,76	2%	30852,31	2750,83	8%
	Jul-Sep	33874,09	832,21	2%	31555,71	2789,47	8%
	Oct-Dic	32968,02	864,31	2%	32493,18	2636,26	8%
2020	Ene-Mar	34903,07	895,77	3%	32931,48	2689,90	8%
	Abr-Jun	24442,94	806,20	2%	35051,47	3481,76	11%
	Jul-Sep	31619,43	893,05	3%	26388,93	3800,88	12%
	Oct-Dic	35007,41	915,34	3%	29964,81	4001,07	13%
2021	Ene-Mar	27371,46	849,74	2%	34556,13	4241,15	14%
	Abr-Jun	28216,87	865,48	2%	29442,95	3949,35	13%
	Jul-Sep	31885,56			28472,05		
	Oct-Dic	31127,86					

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Los resultados obtenidos en la tabla 18-4, indican que, en el año 2021 en el trimestre de abril a junio, por el método de Winter se encuentra el MAPE del 2% y por el método de Holt tenemos un porcentaje de 13%, el menor valor porcentual arroja un mínimo de errores aptos para validar el método de Winter. Es decir que la desviación absoluta porcentual media (MAPE) se ha mantenido en un porcentaje mínimo de error, como se observa en el segundo trimestre del año 2021 hay un porcentaje del 2%. Este método ha sido eficiente para saber nuestro pronóstico, ya que los datos tienen una secuencia cíclica es decir que las ventas en cada trimestre se relacionan a las de años anteriores.

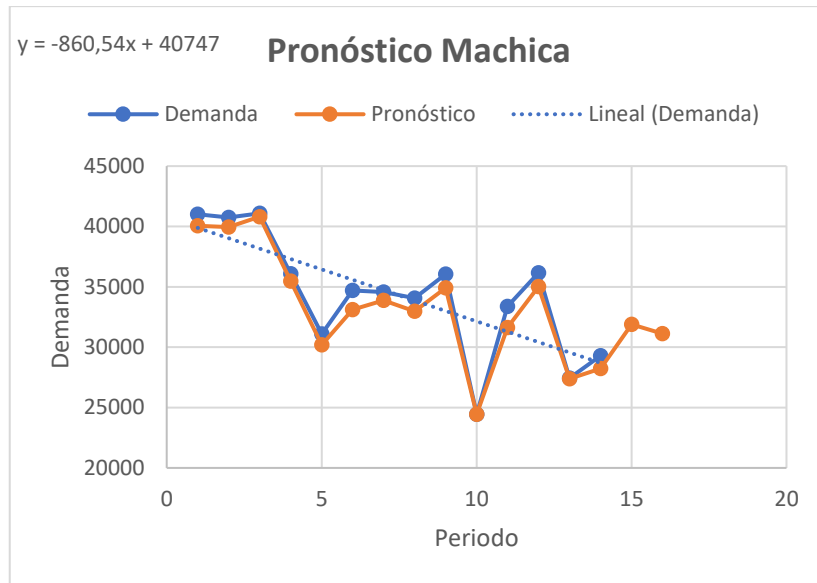


Gráfico 3-4: Pronóstico machica método Winter

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el Gráfico 3-4 podemos observar que los pronósticos calculados se han ajustado a la demanda y para el año 2021 se encontró que en el tercer trimestre que corresponde de julio a septiembre tenemos un pronóstico de 31886 fundas aproximadamente de 500 gr y para el cuarto trimestre de octubre a diciembre tenemos un pronóstico de 31128 fundas aproximadamente de 500gr de Machica.

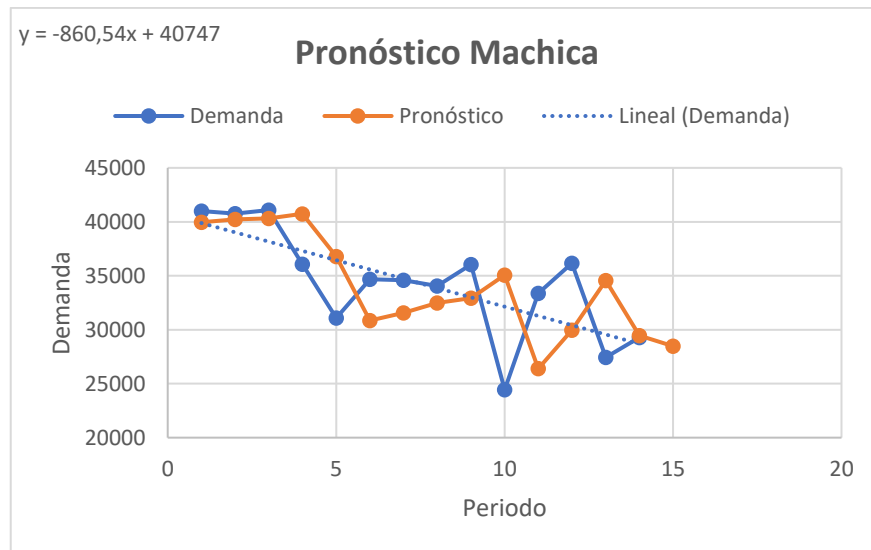


Gráfico 4-4: Pronóstico machica método Holt

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el Gráfico 4-4 se observa que los pronósticos se ajustan al modelo, pero no lo suficiente, por esta razón se descarta la aplicación del método Holt.

Conclusión:

En las gráficas 3-4 y 4-4 confirman que el método de Winter es el apropiado ya que tiene un ajuste considerable con respecto al método de Holt porque el pronóstico si ajusta a la demanda considerablemente, corrobora con los datos de la tabla 18-4 en su porcentaje de 2% y 13% respectivamente, con una diferencia significativa dando mayor aceptación al método de Winter, y 865 unidades de exceso que vendría siendo el stock de seguridad, ajustando a la experiencia de la empresa en tener 800 unidades como mínimo en stock.

4.1.3 Pronóstico de Fréjol Negro

Con la tabulación de datos se realizó el cálculo de los pronósticos aplicando algunos métodos para ser comparados y escoger el más adecuado. Estos métodos fueron: el método de suavización exponencial, el método de Holt y el método de Winter.

El método que se ajustó más a la demanda fue el método de Winter como se muestra en la siguiente tabla 3-4:

Tabla 3-4: Pronóstico de Fréjol Negro

Resultado de pronóstico							
Producto:		Fréjol negro					
Cantidad		500gr					
Método Winter				Método Holt			
Año	Trimestre	PRONÓSTICO	MAD	MAPE	PRONÓSTICO	MAD	MAPE
2018	Ene-Mar	18290,39	7515,39	70%	9290,35	1484,65	14%
	Abr-Jun	9092,91	7028,15	163%	17731,80	8332,22	304%
	Jul-Sep	5211,15	5528,15	140%	15920,48	9967,31	367%
	Oct-Dic	4844,18	4504,91	116%	11711,20	9551,03	336%
2019	Ene-Mar	3559,41	3771,81	99%	7474,26	8591,68	304%
	Abr-Jun	2966,60	3169,94	83%	3508,12	7276,75	258%
	Jul-Sep	4588,78	2774,49	73%	983,21	6694,90	232%
	Oct-Dic	387,76	2444,21	67%	776,61	5890,11	209%
2020	Ene-Mar	59096,60	3163,81	61%	-865,74	10906,96	197%
	Abr-Jun	66663,71	4328,30	58%	30085,89	11993,18	181%
	Jul-Sep	60368,69	4888,79	55%	54623,76	11334,59	166%
	Oct-Dic	58935,38	5149,92	51%	67492,96	11771,71	155%
2021	Ene-Mar	31802,69	4757,67	47%	71693,70	13938,63	153%
	Abr-Jun	30031,00	4818,55	45%	57053,24	14472,46	146%
	Jul-Sep	24470,09			44645,27		
	Oct-Dic	23649,46					

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Los resultados obtenidos en la tabla 19-4, indican que, en el año 2021 en el trimestre de abril a junio, por el método de Winter se encuentra el MAPE del 45% y por el método de Holt tenemos un porcentaje de 146%, podemos ver que el menor valor porcentual va disminuyendo con respecto al tiempo, es decir que el método de Winter es el adecuado. En este producto existe una mayor variación de los porcentajes debido a que las ventas de los años anteriores a cambiado con respecto a la demanda actual.

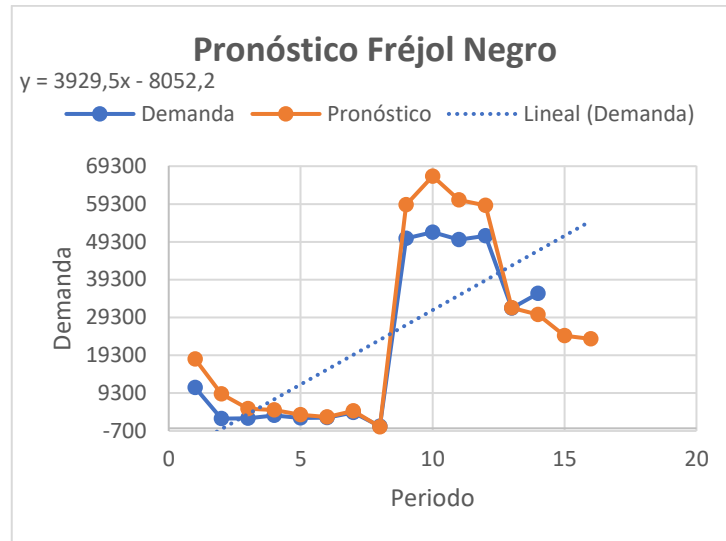


Gráfico 5-4: Pronóstico fréjol negro método Winter

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el Gráfico 5-4 podemos observar que los pronósticos se van ajustado a la demanda y más en el último año, para el año 2021 se encontró que en el tercer trimestre que corresponde de Julio a septiembre existe un pronóstico de 24470 fundas aproximadamente de 500 gr y para el cuarto trimestre de octubre a diciembre tenemos un pronóstico de 23649 fundas aproximadamente de 500gr de Fréjol Negro.

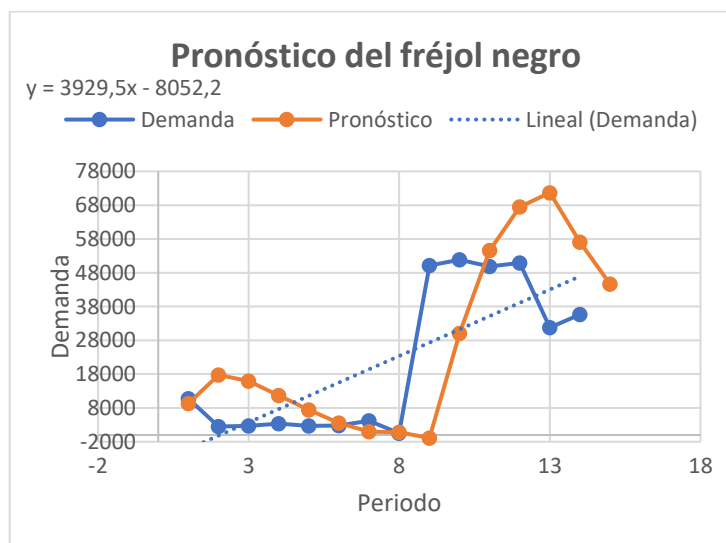


Gráfico 6-4: Pronóstico fréjol negro método Holt

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021

En el Gráfico 6-4 se observa que los pronósticos no se ajustan al modelo, por esta razón se descarta la aplicación del método Holt,

Conclusión:

En las gráficas 5-4 y 6-4 confirman que el método de Winter es el apropiado ya que tiene un ajuste considerable con respecto al método de Holt porque el pronóstico si ajusta a la demanda considerablemente, corrobora con los datos de la tabla 19-4 en su porcentaje de 45% y 146% respectivamente, con una diferencia significativa dando mayor aceptación al método de Winter, y 4818 unidades de exceso que vendría siendo el stock de seguridad, pero ajustando a la experiencia de la empresa se debe tener 30 pacas de 25 unidades como mínimo en stock.

4.1.4 Pronóstico de cebada perlada

Con la tabulación de datos se realizó el cálculo de los pronósticos aplicando algunos métodos para ser comparados y escoger el más adecuado. Estos métodos fueron: el método de Holt y el método de Winter, como se muestra en la tabla 4-4.

Tabla 4-4: Pronóstico de Cebada Perlada

Resultado de pronóstico							
Producto:		Cebada perlada					
Cantidad		500gr					
Método Winter				Método Holt			
Año	Trimestre	PRONÓSTICO	MAD	MAPE	PRONÓSTICO	MAD	MAPE
2017	Ene-Mar	17783,45	411,55	2%	17856,12	338,88	2%
	Abr-Jun	16551,12	238,21	1%	17614,21	668,55	4%
	Jul-Sep	15218,99	338,15	2%	16226,72	602,27	4%
	Oct-Dic	26927,28	422,79	2%	15110,53	3575,07	14%
2018	Ene-Mar	10907,61	434,75	3%	25692,20	5913,50	41%
	Abr-Jun	15466,22	603,76	4%	13635,29	5474,53	37%
	Jul-Sep	16213,83	584,53	4%	15249,96	4897,18	33%
	Oct-Dic	17292,19	571,24	3%	15872,89	4402,67	30%
2019	Ene-Mar	14984,88	608,67	4%	16349,11	3964,16	27%
	Abr-Jun	15619,58	554,14	3%	15751,49	3574,59	24%
	Jul-Sep	14009,88	520,60	3%	15410,82	3360,16	23%
	Oct-Dic	16178,19	477,90	3%	14011,70	3260,01	22%
2020	Ene-Mar	14022,20	503,86	3%	15427,70	3054,62	20%
	Abr-Jun	16269,30	477,54	3%	14795,97	2951,34	20%
	Jul-Sep	6986,81	473,16	3%	16041,17	3385,66	28%
	Oct-Dic	18056,71	577,29	4%	7546,07	3964,68	30%
2021	Ene-Mar	10381,12	545,92	3%	17188,72	4129,33	32%
	Abr-Jun	11206,27	624,05	4%	11821,44	4042,6	32%
	Jul-Sep	9771,30			8852,39		
	Oct-Dic	15043,21					

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Los resultados obtenidos en la tabla 4-4, por el método de Winter se observa que la desviación media absoluta (MAD) es menor al método de Holt, es decir son menos unidades de error entre la demanda y el pronóstico, por otro lado, se corrobora que la desviación absoluta porcentual media (MAPE) es una diferencia muy significativa entre ambos métodos de 4% al 32% respectivamente, dando, así como conclusión, que el método Winter tiene mejor aprobación y ajuste con un 4 %.

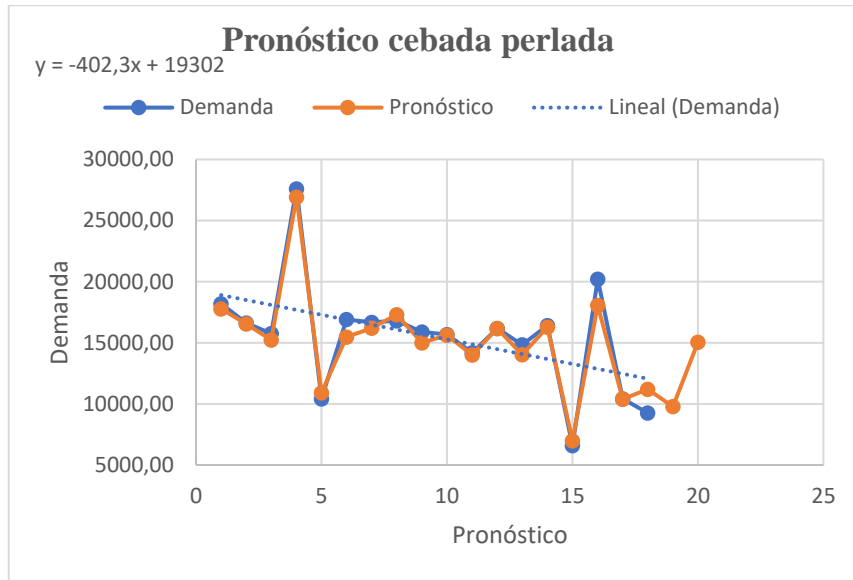


Gráfico 7-4: Pronóstico Cebada perlada método Winter

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el Gráfico 7-4 podemos observar que los pronósticos se ajustan desde el primer año, para el año 2021 se encontró que en el tercer trimestre que corresponde de julio a septiembre existe un pronóstico de 9772 fundas aproximadamente de 500 gr y para el cuarto trimestre de octubre a diciembre tenemos un pronóstico de 15044 fundas aproximadamente de 500gr de cebada perlada.

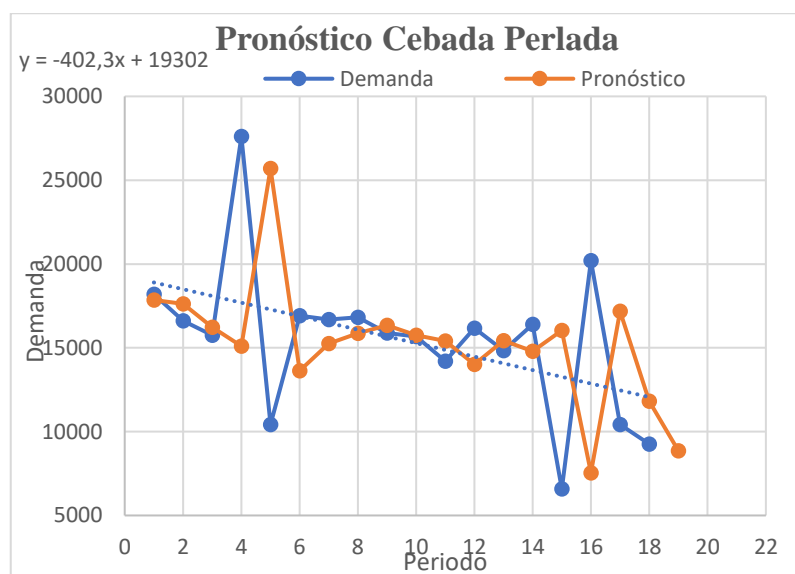


Gráfico 8-4: Pronóstico de cebada perlada método Holt

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021

En el Gráfico 8-4 se observa que los pronósticos tienen un ajuste, pero no el necesario para optar como método, ya que tiene una dispersión visible del pronóstico con respecto a la demanda.

Conclusión:

En las gráficas 7-4 y 8-4 confirman que el método de Winter es el apropiado ya que tiene un ajuste considerable con respecto al método de Holt porque el pronóstico se acerca a la demanda, corrobora con los datos de la tabla 4-4 en su porcentaje de 4% y 32% respectivamente, con una diferencia significativa dando mayor aceptación al método de Winter, y 624 unidades de exceso que vendría siendo el stock de seguridad, teniendo una congruencia con la experiencia del ingeniero a cargo de producción en tener 600 unidades como mínimo en stock.

4.1.5 Pronóstico del morocho partido.

Con la tabulación de datos se realizó el cálculo de los pronósticos aplicando algunos métodos para ser comparados y escoger el más adecuado. Estos métodos fueron: el método de suavización exponencial y el método de Winter como se muestra en la siguiente tabla 5-4:

Tabla 5-4: Pronóstico del morocho partido

Resultado de pronóstico							
Producto:		Morocho partido					
Cantidad		500gr					
		Método Winter			Método Suavización exponencial		
Año	Trimestre	PRONÓSTICO	MAD	MAPE	PRONÓSTICO	MAD	MAPE
2017	Ene-Mar	28750,02	756,98	3%			
	Abr-Jun	27911,61	750,18	3%			
	Jul-Sep	31647,55	823,27	3%	32543,93	73,07	0%
	Oct-Dic	51966,37	1025,11	3%	35631,49	9019,29	17%
2018	Ene-Mar	24232,00	820,09	2%	24862,92	6223,17	12%
	Abr-Jun	25345,12	829,39	2%	26596,88	4761,34	9%
	Jul-Sep	29681,00	850,62	3%	30013,11	3938,25	8%
	Oct-Dic	23069,42	876,11	3%	32501,19	4678,07	12%
2019	Ene-Mar	23852,78	917,57	3%	22629,61	4362,98	12%
	Abr-Jun	25797,81	898,43	3%	24152,93	4113,99	12%
	Jul-Sep	25870,47	875,71	3%	27190,41	3731,48	11%
	Oct-Dic	31216,79	907,17	3%	29370,88	3668,24	11%
2020	Ene-Mar	22552,16	889,53	3%	20396,29	3869,65	12%
	Abr-Jun	23189,89	871,29	3%	21708,98	3999,18	12%
	Jul-Sep	32644,15	868,26	3%	24367,70	4391,73	13%
	Oct-Dic	20311,66	837,57	3%	26240,57	4474,57	14%
2021	Ene-Mar	13160,44	842,28	3%	18162,98	4448,60	15%
	Abr-Jun	12925,80	849,39	3%	19265,03		
	Jul-Sep	16670,86			21545,00		
	Oct-Dic	17688,78			23110,27		

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Los resultados obtenidos en la tabla 5-4, por el método de Winter se observa que la desviación media absoluta (MAD) es menor al método de suavización exponencial, es decir son menos unidades de error entre la demanda y el pronóstico, por otro lado, se corrobora que la desviación absoluta porcentual media (MAPE) es una diferencia muy significativa entre ambos métodos de 6% al 15% respectivamente, dando, así como conclusión, que el método Winter tiene mejor aprobación y ajuste con un 6%.

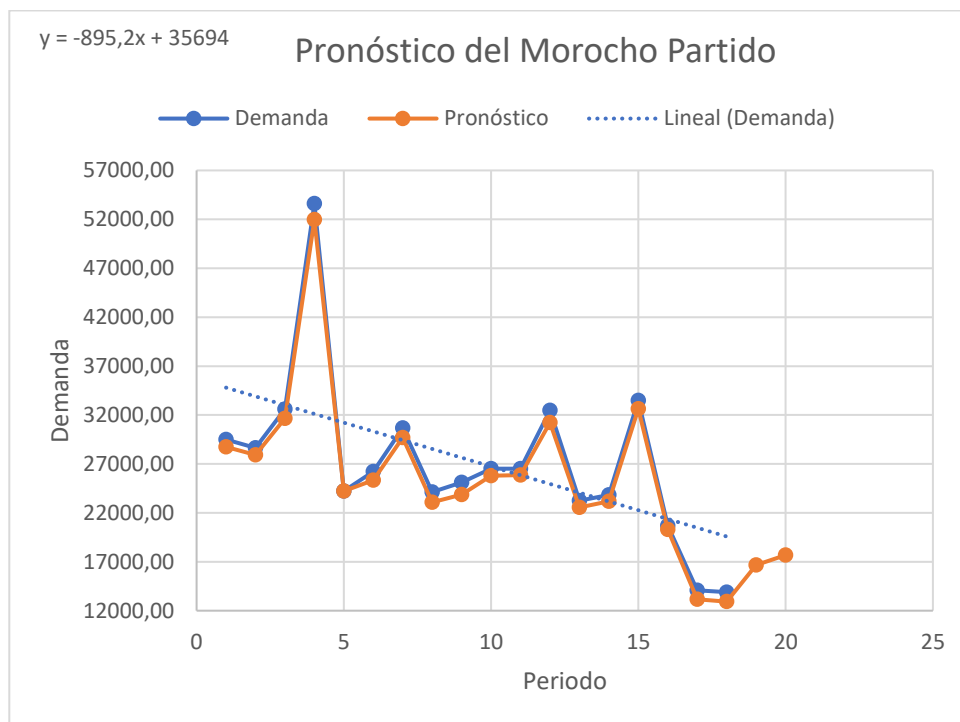


Gráfico 9-4. Pronóstico morocho partido método de Winter

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el Gráfico 9-4 podemos observar que los pronósticos se ajustan desde el primer año, obteniendo un pico muy alto en el último trimestre del 2017 con una venta de 53597 fundas, el siguiente año se va ajustando nuevamente obteniendo una tendencia bajista, en este producto en el año 2020 donde se inició la pandemia no fluctuó con gran variación en las ventas se puede decir que se mantuvo dentro del margen normal, obteniendo así en el tercer trimestre del 2021 en los meses de julio a septiembre un pronóstico de 16671 fundas aproximadamente, en el último trimestre del mismo año de octubre a diciembre se obtiene 17689 fundas de cebada perlada en una presentación de 500gr.

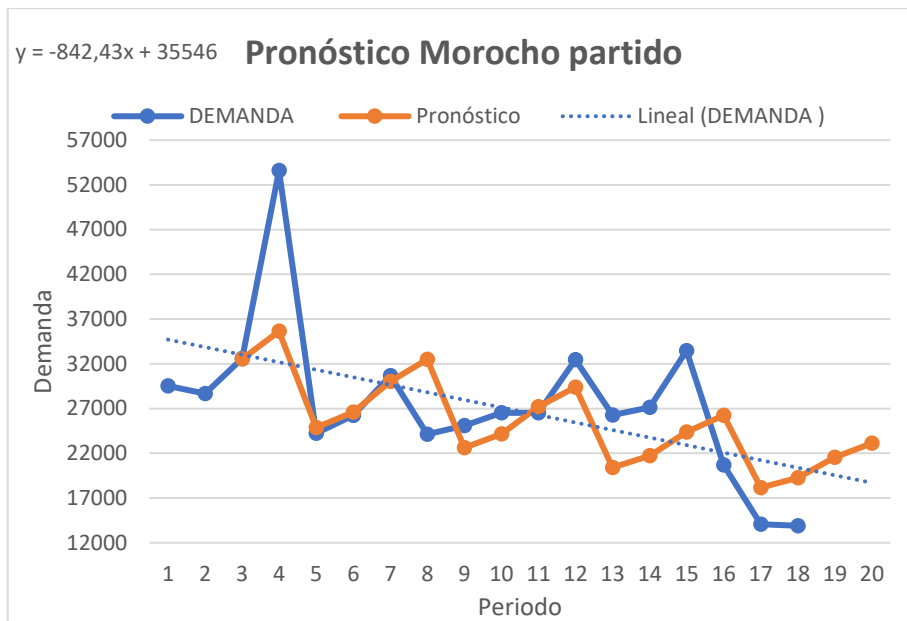


Gráfico 10-4: Pronóstico morocho partido método de suavización exponencial

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el Gráfico 10-4 se observa que los pronósticos tienen un ajuste, pero no el necesario para optar como método, ya que tiene una dispersión visible de la demanda con respecto al pronóstico de 19 265 a 13896 unidades respectivamente.

Conclusión:

En las gráficas 9-4 y 10-4 confirman que el método de Winter es el apropiado ya que tiene un ajuste considerable con respecto al método de suavización exponencial porque el pronóstico se acerca a la demanda, corrobora con los datos de la tabla 5-4 en su porcentaje de 6% y 15% respectivamente, con una diferencia significativa dando mayor aceptación al método de Winter, y 1649 unidades de exceso que vendría siendo el stock de seguridad, teniendo una congruencia con la experiencia del ingeniero a cargo de producción en tener 800 unidades como mínimo en stock.

4.2 Cálculo del plan agregado

4.2.1 Plan agregado del Arroz de Cebada

4.2.1.1 Método de Persecución

Una vez recolectado los datos de información se procede a elaborar el modelo como se muestra en la tabla 6-4.

Tabla 6-4: Plan agregado método de persecución de arroz de cebada

ESTRATEGIA DE PERSECUCIÓN							
Arroz de Cebada							
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
DIAS LABORABLES	4	4	4	4	4	4	24
DEMANDA	6105	6105	6105	7023	7023	7023	39384
UNIDADES POR OPERARIO	672	672	672	672	672	672	4032
OPERARIOS REQUERIDOS	10,0	10,0	10,0	11,0	11,0	11,0	63
OP. ACTUALES	12	10	10	10	11	11	
OP. CONTRATADOS	0	0	0	1	0	0	1
OPERARIOS DESPEDIDOS	2	0	0	0	0	0	2
OPERARIOS UTILIZADOS	10	10	10	11	11	11	63
UNIDADES PRODUCIDAS	6105	6105	6105	7023	7023	7023	39384
INVENTARIO	0	0	0	0	0	0	0
COSTO DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN							TOTAL
POR CONTRATAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 408	\$ -	\$ -	\$ 408
POR DESPEDIR	\$ 815	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 815
POR MANO DE OBRA	\$ 520	\$ 520	\$ 520	\$ 572	\$ 572	\$ 572	\$ 3.276
DE ALMACENAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COSTO TOTAL	\$ 1.335	\$ 520	\$ 520	\$ 980	\$ 572	\$ 572	\$ 4.499
RENDIMIENTO AL 100%	6720	6720	6720	7392	7392	7392	
RENDIMIENTO	91%	91%	91%	95%	95%	95%	93%

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el primer trimestre de julio a septiembre para elaborar 6105 fundas cada mes laborando 4 días por mes se necesita 110 operarios produciendo cada operario 672 fundas, en el último trimestre del año 2021 se necesita elaborar 7023 fundas cada mes en los 4 días laborables con 11 operarios, se obtiene así un inventario en cero, en el modelo indica que se debe despedir dos operarios en el tercer trimestre y uno para el último trimestre del año, sin embargo estos pueden realizar actividades en otras áreas ocupándose así al 100% en su rendimiento. El costo total es igual al costo por mano de obra que es de \$3276, no se toma en cuenta el costo por contratar y despedir porque se ocupan todos los operarios distribuidos en el resto de las áreas de la empresa.

4.2.1.2 Método de Nivelación

Una vez recolectado los datos de información se procede a elaborar el modelo como se muestra en la tabla 7-4.

Tabla 7-4: Plan agregado método de nivelación de arroz de cebada

ESTRATEGIA DE NIVELACIÓN							
Arroz de Cebada							
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
DIAS LABORABLES	4	4	4	4	4	4	24
DEMANDA	6105	6105	6105	7023	7023	7023	39384
UNIDADES POR OPERARIO	672	672	672	672	672	672	4032
OPERARIOS REQUERIDOS	10	10	10	11	11	11	63
OP. ACTUALES	12	10	10	10	11	11	64
OP. CONTRATADOS	0	0	0	1	0	0	1
OPERARIOS DESPEDIDOS	2	0	0	0	0	0	2
OPERARIOS UTILIZADOS	10	10	10	11	11	11	10,5
UNIDADES PRODUCIDAS	6720	6720	6720	7392	7392	7392	42336
UNIDADES DISPONIBLES	6941	7556	8171	9458	9827	10196	52149
INVENTARIO	836	1451	2066	2435	2804	3173	12765
COSTO DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN							TOTAL
POR CONTRATAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 408	\$ -	\$ -	\$ 408
POR DESPEDIR	\$ 815	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 815
POR MANO DE OBRA	\$ 520	\$ 520	\$ 520	\$ 572	\$ 572	\$ 572	\$ 3.276
DE ALMACENAR	\$ 137	\$ 238	\$ 339	\$ 399	\$ 460	\$ 520	\$ 2.093
COSTO TOTAL	\$ 1.472	\$ 758	\$ 859	\$ 1.379	\$ 1.032	\$ 1.092	\$ 6.593
RENDIMIENTO AL 100%	6720	6720	6720	7392	7392	7392	
RENDIMIENTO	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el primer trimestre de julio a septiembre para elaborar 6105 fundas cada mes laborando 4 días por mes se necesita 10 operarios produciendo cada operario 672 fundas, en el último trimestre del año 2021 se necesita elaborar 7023 fundas cada mes en los 4 días laborables con 11 operarios, se obtiene un inventario al final del año 2021 de 3089 en el modelo indica que se debe despedir dos operarios en el primer trimestre y en el segundo contratar uno sin embargo estos pueden realizar actividades en otras áreas ocupándose así al 100% en su rendimiento. El costo total es igual a la suma del costo por mano de obra más el costo por almacenar, da así un total **\$5369**, sin tomar en cuenta el costo por contratar y despedir porque se ocupan todos los operarios.

Conclusión:

Después del análisis de ambas estrategias, el modelo de persecución o de inventario cero arroja mejores resultados con un costo total de **\$3276**, teniendo en cuenta que el porcentaje de variabilidad del pronóstico viene a ser el stock de seguridad de inventario corroborando con la experiencia de la empresa de tener como mínimo 750 unidades o 30 pacas de 25 unidades cada una.

4.2.2 Plan agregado de producción de la machica

4.2.2.1 Método de persecución

Una vez recolectado los datos de información se procede a elaborar el modelo como se muestra en la tabla 8-4.

Tabla 8-4: Plan agregado método de persecución de la machica

ESTRATEGIA DE PERSECUCIÓN							
Machica							
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
DIAS LABORABLES	21	21	21	20	20	20	123
DEMANDA	10629	10629	10629	10376	10376	10376	63015
UNIDADES POR OPERARIO	1008	1008	1008	960	960	960	5904
OPERARIOS REQUERIDOS	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	66
OP. ACTUALES	11	11	11	11	11	11	
OP. CONTRATADOS	0	0	0	0	0	0	0
OPERARIOS DESPEDIDOS	0	0	0	0	0	0	0
OPERARIOS UTILIZADOS	11	11	11	11	11	11	66
UNIDADES PRODUCIDAS	10629	10629	10629	10376	10376	10376	63015
INVENTARIO	0	0	0	0	0	0	0
COSTO DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN							TOTAL
POR CONTRATAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR DESPEDIR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR MANO DE OBRA	\$ 3.003	\$ 3.003	\$ 3.003	\$ 2.860	\$ 2.860	\$ 2.860	\$ 17.589
DE ALMACENAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COSTO TOTAL	\$ 3.003	\$ 3.003	\$ 3.003	\$ 2.860	\$ 2.860	\$ 2.860	\$ 17.589
RENDIMIENTO AL 100%	11088	11088	11088	10560	10560	10560	
RENDIMIENTO	96%	96%	96%	98%	98%	98%	97%

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el primer trimestre de julio a septiembre para elaborar 10629 fundas cada mes laborando 21 días por mes se necesita 11 operarios, produciendo cada operario 48 fundas diariamente, en el último trimestre del año 2021 se necesita elaborar 10376 fundas cada mes en 20 días laborables con 11 operarios, obteniendo así un inventario en cero, en caso de que haya una alta demanda se aumentarán los días laborables y tendremos a los trabajadores al 100% en su rendimiento. El costo total es igual al costo por mano de obra que es de \$17589, porque se ocupan a los operarios existentes.

4.2.2.2 Método de nivelación

Una vez recolectado los diferentes datos se procede a elaborar el modelo como se muestra en la tabla 9-4.

Tabla 9-4: Plan agregado método de nivelación de la machica

ESTRATEGIA DE NIVELACIÓN							
Machica							
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
DIAS LABORABLES	21	21	21	20	20	20	123
DEMANDA	10629	10629	10629	10376	10376	10376	63015
UNIDADES POR OPERARIO	1008	1008	1008	960	960	960	5904
OPERARIOS REQUERIDOS	11	11	11	11	11	11	66
OP. ACTUALES	11	11	11	11	11	11	66
OP. CONTRATADOS	0	0	0	0	0	0	0
OPERARIOS DESPEDIDOS	0	0	0	0	0	0	0
OPERARIOS UTILIZADOS	11	11	11	11	11	11	11
UNIDADES PRODUCIDAS	11088	11088	11088	10560	10560	10560	64944
UNIDADES DISPONIBLES	26510	26969	27428	27359	27543	27727	163536
INVENTARIO	15881	16340	16799	16983	17167	17351	100521
COSTO DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN							TOTAL
POR CONTRATAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR DESPEDIR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR MANO DE OBRA	\$ 3.003	\$ 3.003	\$ 3.003	\$ 2.860	\$ 2.860	\$ 2.860	\$ 17.589
DE ALMACENAR	\$ 3.176	\$ 3.268	\$ 3.360	\$ 3.397	\$ 3.433	\$ 3.470	\$ 20.104
COSTO TOTAL	\$ 6.179	\$ 6.271	\$ 6.363	\$ 6.257	\$ 6.293	\$ 6.330	\$ 37.693
RENDIMIENTO AL 100%	11088	11088	11088	10560	10560	10560	
RENDIMIENTO	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el primer trimestre de julio a septiembre para elaborar 10629 fundas cada mes laborando 21 días por mes se necesita 11 operarios produciendo cada operario 48 fundas, en el último trimestre del año 2021 se necesita elaborar 10376 fundas cada mes en 20 días laborables con 11 operarios, obteniendo así un inventario al final del año 2021 de 17351 y un rendimiento del 100%. El costo total es igual a la suma del costo por mano de obra más el costo por almacenar, da así un total \$37693, sin tomar en cuenta el costo por contratar y despedir porque se ocupan todos los operarios existentes.

Conclusión:

Después del análisis de ambas estrategias, el modelo de persecución o de inventario cero arroja mejores resultados con un costo total de **\$17589**, teniendo en cuenta que el porcentaje de variabilidad del pronóstico viene a ser el stock de seguridad de inventario corroborando con la experiencia de la empresa de tener como mínimo 600 unidades o 25 pacas de 25 unidades cada paca.

4.2.3 Plan agregado de producción del fréjol negro

4.2.3.1 Método de persecución

Una vez recolectado los datos requeridos se procede a elaborar el modelo como se muestra en la tabla 10-4.

Tabla 10-4: Plan agregado método de persecución del fréjol negro

ESTRATEGIA DE PERSECUCIÓN							
Frejol Negro							
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
DIAS LABORABLES	3	3	3	3	3	3	18
DEMANDA	8157	8157	8157	7883	7883	7883	48120
UNIDADES POR OPERARIO	1911	1911	1911	1911	1911	1911	11466
OPERARIOS REQUERIDOS	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	30
OP. ACTUALES	5	5	5	5	5	5	
OP. CONTRATADOS	0	0	0	0	0	0	0
OPERARIOS DESPEDIDOS	0	0	0	0	0	0	0
OPERARIOS UTILIZADOS	5	5	5	5	5	5	30
UNIDADES PRODUCIDAS	8157	8157	8157	7883	7883	7883	48120
INVENTARIO	0	0	0	0	0	0	0
COSTO DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN							TOTAL
POR CONTRATAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR DESPEDIR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR MANO DE OBRA	\$ 195	\$ 195	\$ 195	\$ 195	\$ 195	\$ 195	1.170
DE ALMACENAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COSTO TOTAL	\$ 195	\$ 195	\$ 195	\$ 195	\$ 195	\$ 195	1.170
RENDIMIENTO AL 100%	9555	9555	9555	9555	9555	9555	
RENDIMIENTO	85%	85%	85%	83%	83%	83%	84%

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el primer trimestre de julio a septiembre para elaborar 8157 fundas cada mes laborando 3 días por mes se necesita 5 operarios produciendo cada operario 637 fundas, en el último trimestre del año 2021 se necesita elaborar 7883 fundas cada mes en 3 días laborables con 5 operarios, obteniendo así un inventario en cero, en el modelo indica que se ocupan los operarios al 100% en su rendimiento. El costo total es igual al costo por mano de obra que es de \$1170.

4.2.3.2 Método de nivelación

Una vez recolectado los datos requeridos se procede a elaborar el modelo como se muestra en la tabla 11-4.

Tabla 11-4: Plan agregado método de nivelación del fréjol negro

ESTRATEGIA DE NIVELACIÓN							
Frejol Negro							
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
DIAS LABORABLES	3	3	3	3	3	3	18
DEMANDA	8157	8157	8157	7883	7883	7883	48120
UNIDADES POR OPERARIO	1911	1911	1911	1911	1911	1911	11466
OPERARIOS REQUERIDOS	5	5	5	5	5	5	30
OP. ACTUALES	5	5	5	5	5	5	30
OP. CONTRATADOS	0	0	0	0	0	0	0
OPERARIOS DESPEDIDOS	0	0	0	0	0	0	0
OPERARIOS UTILIZADOS	5	5	5	5	5	5	5
UNIDADES PRODUCIDAS	9555	9555	9555	9555	9555	9555	57330
UNIDADES DISPONIBLES	22759	24157	25555	26953	28625	30297	158346
INVENTARIO	14602	16000	17398	19070	20742	22414	110226
COSTO DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN							TOTAL
POR CONTRATAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR DESPEDIR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR MANO DE OBRA	\$ 195	\$ 195	\$ 195	\$ 195	\$ 195	\$ 195	\$ 1.170
DE ALMACENAR	\$ 5.228	\$ 5.728	\$ 6.228	\$ 6.827	\$ 7.426	\$ 8.024	\$ 39.461
COSTO TOTAL	\$ 5.423	\$ 5.923	\$ 6.423	\$ 7.022	\$ 7.621	\$ 8.219	\$ 40.631
RENDIMIENTO AL 100%	9555	9555	9555	9555	9555	9555	
RENDIMIENTO	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el primer trimestre de julio a septiembre para elaborar 8157 fundas cada mes laborando 3 días por mes se necesita 5 operarios produciendo cada operario 637 fundas, en el último trimestre del año 2021 se necesita elaborar 7883 fundas cada mes en 3 días laborables con 5 operarios, obteniendo así un inventario al final del año 2021 de 22414 en el modelo indica que el operario se ocupa así al 100% en su rendimiento. El costo total es igual a la suma del costo por mano de obra más el costo por almacenar, da así un total \$40631, sin tomar en cuenta el costo por contratar y despedir porque se ocupan todos los operarios.

Conclusión:

Después del análisis de ambas estrategias, el modelo de persecución o de inventario cero arroja mejores resultados con un costo total de **\$1170**, teniendo en cuenta que el porcentaje de variabilidad del pronóstico viene a ser el stock de seguridad de inventario corroborando con la experiencia de la empresa de tener como mínimo 750 unidades o 30 pacas de 25 unidades cada una.

4.2.4 Plan agregado de producción de la cebada perlada

4.2.4.1 Método de persecución

Una vez con los datos que se requiere para la elaboración del modelo se procede a realizarlo como se muestra en la tabla 12-4

Tabla 12-4: Plan agregado método de persecución de la cebada perlada

ESTRATEGIA DE PERSECUCIÓN							
Cebada Perlada							
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
DIAS LABORABLES	3	3	3	6	6	6	27
DEMANDA	3257	3257	3257	5014	5014	5014	24815
UNIDADES POR OPERARIO	489	489	489	978	978	978	4401
OPERARIOS REQUERIDOS	7	7	7	6	6	6	
OP. ACTUALES	9	7	7	7	6	6	
OP. CONTRATADOS	0	0	0	0	0	0	
OPERARIOS DESPEDIDOS	2	0	0	1	0	0	
OPERARIOS UTILIZADOS	7	7	7	6	6	6	
UNIDADES PRODUCIDAS	3257	3257	3257	5014	5014	5014	
INVENTARIO	0	0	0	0	0	0	
COSTO DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN							TOTAL
POR CONTRATAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR DESPEDIR	\$ 815	\$ -	\$ -	\$ 408	\$ -	\$ -	\$ 1.223
POR MANO DE OBRA	\$ 273	\$ 273	\$ 273	\$ 468	\$ 468	\$ 468	\$ 2.223
DE ALMACENAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COSTO TOTAL	1088,36	273	273	875,68	468	468	\$ 3.446
RENDIMIENTO AL 100%	3423	3423	3423	5868	5868	5868	
RENDIMIENTO	95%	95%	95%	85%	85%	85%	90%

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el primer trimestre de julio a septiembre para elaborar 3257 fundas cada mes trabajando 3 días al mes se necesita 7 operarios produciendo cada operario 489 fundas, en el último trimestre del año 2021 se necesita elaborar 5014 fundas cada mes en 3 días laborables con 6 operarios, obteniendo así un inventario en cero, en el modelo indica que se debe despedir dos operario en el primer trimestre y un operario en el segundo trimestre, sin embargo estos pueden realizar actividades en otras áreas ocupándose así al 100% en su rendimiento. El costo total es igual al costo por mano de obra que es de \$2223, no se toma en cuenta el costo por contratar y despedir porque se ocupan todos los operarios distribuidos en el resto de las áreas de la empresa.

4.2.4.2 Método de nivelación

Una vez con los datos que se requiere para la elaboración del modelo se procede a realizarlo como se muestra en la tabla 13-4.

Tabla 13-4: Plan agregado método de nivelación de la cebada perlada

ESTRATEGIA DE NIVELACIÓN. Plan de fuerza laboral constante.							
Cebada Perlada							
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
DIAS LABORABLES	3	3	3	6	6	6	\$ 27
DEMANDA	3257	3257	3257	5014	5014	5014	\$ 24.815
UNIDADES POR OPERARIO	489	489	489	978	978	978	\$ 4.401
OPERARIOS REQUERIDOS	6	6	6	6	6	6	\$ 6
OP. ACTUALES	9	6	6	6	6	6	
OP. CONTRATADOS	0	0	0	0	0	0	
OPERARIOS DESPEDIDOS	3	0	0	0	0	0	
OPERARIOS UTILIZADOS	6	6	6	6	6	6	
UNIDADES PRODUCIDAS	2934	2934	2934	5868	5868	5868	
UNIDADES DISPONIBLES	6877	6554	6231	8842	9695	10549	
INVENTARIO	3620	3297	2974	3827	4681	5534	\$ 23.933
COSTO DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN							TOTAL
POR CONTRATAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR DESPEDIR	\$ 1.223	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.223
POR MANO DE OBRA	\$ 234	\$ 234	\$ 234	\$ 468	\$ 468	\$ 468	\$ 2.106
DE ALMACENAR	\$ 804	\$ 732	\$ 660	\$ 850	\$ 1.039	\$ 1.229	\$ 5.313
COSTO TOTAL	\$ 2.261	\$ 966	\$ 894	\$ 1.318	\$ 1.507	\$ 1.697	\$ 8.642
RENDIMIENTO AL 100%	2934	2934	2934	5868	5868	5868	
RENDIMIENTO	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el primer trimestre de julio a septiembre para elaborar 3251 fundas cada mes trabajando 3 días al mes se necesita 6 operarios produciendo cada operario 489 fundas, en el último trimestre del año 2021 se necesita elaborar 5014 fundas cada mes en 6 días laborables con 6 operarios, obteniendo así un inventario al final del año 2021 de 5534 unidades, en el modelo indica que se debe despedir un operario en desde el mes de julio sin embargo este puede realizar actividades en otras áreas ocupándose así al 100% en su rendimiento. El costo total es igual a la suma del costo por mano de obra más el costo por almacenar, da así un total **\$7419**, sin tomar en cuenta el costo por contratar y despedir porque se ocupan todos los operarios.

Conclusión:

Después del análisis de ambas estrategias, el modelo de persecución o de inventario cero dio mejores resultados con un costo total de **\$2023**, teniendo en cuenta que el porcentaje de variabilidad del pronóstico es el stock de seguridad de inventario corroborando con la experiencia del ingeniero a cargo del área de producción de tener como mínimo 600 unidades o 25 pacas de 25 unidades cada paca.

4.2.5 Plan agregado de producción del morocho partido

4.2.5.1 Método de persecución

Una vez con los datos que se requiere para la elaboración del modelo se procede a realizarlo como se muestra en la tabla 14-4

Tabla 14-4: Plan agregado método de persecución del morocho partido

ESTRATEGIA DE PERSECUCIÓN							
Morocho partido							
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
DIAS LABORABLES	2	2	2	2	2	2	12
DEMANDA	5557	5557	5557	5896	5896	5896	34360
UNIDADES POR OPERARIO	690	690	690	690	690	690	4140
OPERARIOS REQUERIDOS	9	9	9	9	9	9	
OP. ACTUALES	9	9	9	9	9	9	
OP. CONTRATADOS	0	0	0	0	0	0	
OPERARIOS DESPEDIDOS	0	0	0	0	0	0	
OPERARIOS UTILIZADOS	9	9	9	9	9	9	
UNIDADES PRODUCIDAS	5557	5557	5557	5896	5896	5896	34360
INVENTARIO	0	0	0	0	0	0	0
COSTO DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN							
							TOTAL
POR CONTRATAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR DESPEDIR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR MANO DE OBRA	\$ 234	\$ 234	\$ 234	\$ 234	\$ 234	\$ 234	\$ 1.404
DE ALMACENAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COSTO TOTAL	\$ 234	\$ 234	\$ 234	\$ 234	\$ 234	\$ 234	\$ 1.404
RENDIMIENTO AL 100%	6210	6210	6210	6210	6210	6210	
RENDIMIENTO	89%	89%	89%	95%	95%	95%	92%

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el primer trimestre de julio a septiembre para elaborar 5557 fundas cada mes trabajando 2 días al mes se necesita 9 operarios produciendo cada operario 690 fundas, en el último trimestre del año 2021 se necesita elaborar 5896 fundas cada mes en 2 días laborables con 9 operarios, obteniendo así un inventario en cero, ocupando en su totalidad a los trabajadores obteniendo un costos por contratar y despedir operarios en \$0, dando así un costo total de **\$1404** con un 92% de rendimiento total de los trabajadores en los dos trimestres del año 2021.

4.2.5.2 Método de nivelación

Una vez con los datos que se requiere para la elaboración del modelo se procede a realizarlo como se muestra en la tabla 15-4

Tabla 15-4: Plan agregado método de nivelación del morocho partido

ESTRATEGIA DE NIVELACIÓN. Plan de fuerza laboral constante.							
Morocho partido							
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
DIAS LABORABLES	2	2	2	2	2	2	\$ 12
DEMANDA	5557	5557	5557	5896	5896	5896	\$ 34.360
UNIDADES POR OPERARIO	690	690	690	690	690	690	\$ 4.140
OPERARIOS REQUERIDOS	8	8	8	8	8	8	\$ 8
OP. ACTUALES	9	8	8	8	8	8	
OP. CONTRATADOS	0	0	0	0	0	0	
OPERARIOS DESPEDIDOS	1	0	0	0	0	0	
OPERARIOS UTILIZADOS	8	8	8	8	8	8	
UNIDADES PRODUCIDAS	5520	5520	5520	5520	5520	5520	
UNIDADES DISPONIBLES	13842	13805	13768	13731	13355	12979	
INVENTARIO	8285	8248	8211	7835	7459	7082	\$ 47.120
COSTO DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN							TOTAL
POR CONTRATAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR DESPEDIR	\$ 408	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 408
POR MANO DE OBRA	\$ 208	\$ 208	\$ 208	\$ 208	\$ 208	\$ 208	\$ 1.248
DE ALMACENAR	\$ 2.138	\$ 2.128	\$ 2.118	\$ 2.021	\$ 1.924	\$ 1.827	\$ 12.157
COSTO TOTAL	\$ 2.753	\$ 2.336	\$ 2.326	\$ 2.229	\$ 2.132	\$ 2.035	\$ 13.813
RENDIMIENTO AL 100%	5520	5520	5520	5520	5520	5520	
RENDIMIENTO	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

En el primer trimestre de julio a septiembre para elaborar 5557 fundas cada mes trabajando 2 días al mes se necesita 9 operarios produciendo cada operario 690 fundas, en el último trimestre del año 2021 se necesita elaborar 5896 fundas cada mes en 2 días laborables con 9 operarios, obteniendo así un inventario al final del año 2021 de 7082 unidades, en el modelo indica que se debe despedir un operario en desde el mes de julio sin embargo este puede realizar actividades en otras áreas ocupándose así al 100% en su rendimiento. El costo total es igual a la suma del costo por mano de obra más el costo por almacenar, da así un total **\$1345**, sin tomar en cuenta el costo por contratar y despedir porque se ocupan todos los operarios.

Conclusión:

Después del análisis de ambas estrategias, el modelo de persecución o de inventario cero dio mejores resultados con un costo total de **\$1404**, teniendo en cuenta que el porcentaje de variabilidad del pronóstico es el stock de seguridad de inventario corroborando con la experiencia del ingeniero a cargo del área de producción de tener como mínimo 800 unidades o 32 pacas de 25 unidades cada paca.

4.3 Cálculo de reducción de inventario

Tabla 16-4: Cálculo del índice de reducción de inventario

	Índice de reducción de inventario			
	Actual	Calculado	Diferencia	% Reducción
Arroz de cebada	221	3502,56	-3281,56	-1484,87%
Machica	15422	794,86	14627,14	94,85%
Fréjol negro	13204	11064,43	2139,57	16,20%
Cebada Perlada	3943	431,76	3511,24	89,05%
Morocho partido	8322	550,75	7771,25	93,38%

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Como se observa en la tabla 16-4 se ha calculado el inventario inicial para cada uno de los productos en el trimestre de julio- septiembre para relacionar con el inventario existente, el cual da como resultado: para el arroz de cebada hay un incremento de inventario debido a la alta demanda en este periodo en relación al inventario actual, para la machica si se ha reducido de manera notable el inventario en un 94,85% ya que pasa de 15422 unidades a 795 unidades, para el fréjol negro se ha reducido un 16,20% es decir de 13204 unidades a 11064 unidades, la cebada perlada se ha reducido 89,05% porque pasa de 3943 unidades a 432 unidades y finalmente el morocho partido se ha reducido un 93,38% ya que de 8322 unidades se reduce a un inventario de 550,75 unidades.

4.4 Cálculo del MPS

4.4.1 Cálculo del arroz de cebada

Una vez con los datos que se requiere para la elaboración del modelo se procede al análisis de los resultados como se muestra en la tabla 17-4

Tabla 17-4: Resultados del MPS del arroz de cebada

Arroz de Cebada					
Trimestre 3			Trimestre 4		
Mes	Semana	MPS	Mes	Semana	MPS
Julio	1	6542	Octubre	1	6542
	2	0		2	0
	3	0		3	0
	4	0		4	0
Agosto	1	6542	Noviembre	1	6542
	2	0		2	0
	3	0		3	0
	4	0		4	0
Septiembre	1	6542	Diciembre	1	6453
	2	0		2	0
	3	0		3	0
	4	0		4	0

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

El MPS da como resultados, que se debería producir las primeras semanas de julio, agosto y septiembre 6542 unidades abasteciendo al tercer trimestre del año, para el último trimestre se debe producir: las primeras semanas de octubre y noviembre otras 6542 unidades y la primera semana de diciembre se debe producir 6453 fundas para no tener un alto inventario a fin de año.

4.4.2 Cálculo de la machica

Una vez con los datos que se requiere para la elaboración del modelo se procede al análisis de los resultados como se muestra en la tabla 18-4

Tabla 18-4: Resultados del MPS de la machica

Machica					
Trimestre 3			Trimestre 4		
Mes	Semana	MPS	Mes	Semana	MPS
Julio	1	0	Octubre	1	0
	2	0		2	0
	3	0		3	7475
	4	0		4	0
Agosto	1	0	Noviembre	1	0
	2	7475		2	7475
	3	0		3	0
	4	0		4	0
Septiembre	1	7475	Diciembre	1	7475
	2	0		2	0
	3	0		3	2743
	4	7475		4	0

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

El MPS da como resultados, que se debería producir la segunda semana de agosto, la primera y la última semana de septiembre 7475 unidades abasteciendo al tercer trimestre del año, para el último trimestre se debe producir: la tercera semana de octubre 7475 unidades, la segunda semana de noviembre otras 7475 unidades y la tercera semana de diciembre producir 2743 fundas para no tener un alto inventario a fin de año.

4.4.3 Cálculo del fréjol negro

Una vez con los datos que se requiere para la elaboración del modelo se procede al análisis de los resultados como se muestra en la tabla 19-4:

Tabla 19-4: Resultados del MPS del fréjol negro

Fréjol Negro					
Trimestre 3			Trimestre 4		
Mes	Semana	MPS	Mes	Semana	MPS
Julio	1	0	Octubre	1	0
	2	0		2	0
	3	0		3	0
	4	0		4	0
Agosto	1	0	Noviembre	1	9945
	2	0		2	0
	3	9945		3	0
	4	0		4	0
Septiembre	1	0	Diciembre	1	0
	2	0		2	5080
	3	0		3	0
	4	9945		4	0

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

El MPS da como resultados, que se debería producir la tercera semana de agosto, y la última semana de septiembre 9945 unidades, abasteciendo al tercer trimestre del año, para el último trimestre se debe producir: la primera semana de noviembre otras 9945 unidades y la segunda semana de diciembre producir 5080 fundas para no tener un alto inventario a fin de año.

4.4.4 *Cálculo de la cebada perlada*

Una vez con los datos que se requiere para la elaboración del modelo se procede al análisis de los resultados como se muestra en la tabla 20-4

Tabla 20-4: Resultados del MPS de la cebada perlada

Cebada Perlada					
Trimestre 3			Trimestre 4		
Mes	Semana	MPS	Mes	Semana	MPS
Julio	1	0	Octubre	1	6571
	2	0		2	0
	3	0		3	0
	4	0		4	0
Agosto	1	6571	Noviembre	1	0
	2	0		2	6571
	3	0		3	0
	4	0		4	0
Septiembre	1	0	Diciembre	1	0
	2	0		2	0
	3	0		3	1159
	4	0		4	0

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

El MPS da como resultados, que se debería producir la primera semana de agosto 6571 unidades abasteciendo todo el trimestre de julio a septiembre, la primera semana de octubre se debe producir nuevamente la capacidad de producción de 6571 fundas conjunto con la segunda semana de noviembre ya que la demanda sube en el trimestre de octubre a diciembre, en el mes de diciembre se realiza un ajuste y producir 1159 fundas para no tener un inventario robusto a fin de año y conseguir el inventario mínimo.

4.4.5 Cálculo del morocho partido

Una vez con los datos que se requiere para la elaboración del modelo se procede al análisis de los resultados como se muestra en la tabla 21-4

Tabla 21-4: Resultados del MPS del morocho partido

Morocho Partido					
Trimestre 3			Trimestre 4		
Mes	Semana	MPS	Mes	Semana	MPS
Julio	1	0	Octubre	1	0
	2	0		2	0
	3	0		3	0
	4	0		4	0
Agosto	1	0	Noviembre	1	0
	2	23253		2	0
	3	0		3	0
	4	0		4	0
Septiembre	1	0	Diciembre	1	0
	2	0		2	0
	3	0		3	2785
	4	0		4	0

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021

El MPS da como resultados, que se debería producir la segunda semana de agosto 23253 unidades abasteciendo hasta la segunda semana de diciembre, en el mes de diciembre se realiza un ajuste y producir 2758 fundas para no tener un inventario robusto a fin de año.

4.5 Desarrollo diagrama de Gantt

En base al MPS obtenido se realiza la planificación en los dos últimos trimestres del año 2021, verificando que los procesos realizados en el área de clasificado, pulido y enfundado no coincidan entre ellas, porque se utilizan a los mismos operarios.

4.5.1 Diagrama de Gantt Arroz de cebada

En el año 2021 en el tercer trimestre de julio a septiembre se obtuvieron los resultados de la tabla 22-4:

Tabla 22-4: Planeación de julio- septiembre de arroz de cebada

Arroz de cebada			
Horario laboral	8h00-17h00		
Julio			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Pulido	2 días	1-jul-21	2-jul-21
Secado	1 día	5-jul-21	5-jul-21
cortado	1 día	6-jul-21	6-jul-21
Enfundado	1 día	7-jul-21	7-jul-21
Agosto			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Pulido	2 días	10-ago-21	11-ago-21
Secado	1 día	12-ago-21	12-ago-21
cortado	1 día	23-ago-21	23-ago-21
Enfundado	1 día	25-ago-21	25-ago-21
Septiembre			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Pulido	2 días	6-sep-21	7-sep-21
Secado	1 día	8-sep-21	8-sep-21
cortado	1 día	9-sep-21	9-sep-21
Enfundado	1 día	10-sep-21	10-sep-21

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Como se observa en la tabla 22-4 se ha realizado la planificación del arroz de cebada, da como resultado que en el mes de julio comienzan las actividades el 1 de julio del 2021 y termina el 7 de julio, para el mes de agosto se inicia el 10 de agosto y termina el 25 de agosto, para el mes de septiembre se inicia el 6 de septiembre y se termina el 10 de septiembre, de forma gráfica podemos ver los resultados en el ANEXO R.

En el año 2021 en el cuarto trimestre de octubre a diciembre se obtuvieron los resultados de la tabla 23-4:

Tabla 23-4: Planeación de octubre-diciembre de arroz de cebada

Arroz de cebada			
Horario laboral	8h00-17h00		
Octubre			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Pulido	2 días	25-oct-21	26-oct-21
Secado	1 día	27-oct-21	27-oct-21
cortado	1 día	28-oct-21	28-oct-21
Enfundado	1 día	29-oct-21	29-oct-21
Noviembre			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Pulido	2 días	19-nov-21	22-nov-21
Secado	1 día	23-nov-21	23-nov-21
cortado	1 día	24-nov-21	24-nov-21
Enfundado	1 día	25-nov-21	25-nov-21
Diciembre			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Pulido	2 días	21-dic-21	22-dic-21
Secado	1 día	23-dic-21	23-dic-21
cortado	1 día	29-dic-21	29-dic-21
Enfundado	1 día	30-dic-21	30-dic-21

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Como se observa en la tabla 23-4 se ha realizado la planificación del arroz de cebada, da como resultado que en el mes de octubre se comienzan las actividades el 25 de octubre y termina el 29 de octubre del 2021, para el mes de noviembre se inicia el 19 de noviembre y termina el 25 de noviembre, para el mes de diciembre se inicia el 21 de diciembre y se termina el 30 de diciembre, de forma gráfica podemos ver los resultados en el ANEXO S.

4.5.2 Diagrama de Gantt de la machica

En el año 2021 en el tercer trimestre de julio a septiembre se obtuvieron los resultados de la tabla 24-4:

Tabla 24-4: Planeación de agosto-septiembre de arroz de cebada

Machica			
Horario laboral	8h00-17h00		
Agosto			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Tostado	9 días	2-ago-21	12-ago-21
Pulido	3 días	13-ago-21	17-ago-21
Molido	3 días	18-ago-21	20-ago-21
Enfundado	1 día	23-ago-21	23-ago-21
Septiembre			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Tostado	9 días	1-sep-21	13-sep-21
Pulido	3 días	14-sep-21	16-sep-21
Molido	3 días	17-sep-21	21-sep-21
Enfundado	1 día	22-sep-21	22-sep-21
Tostado	9 días	14-sep-21	24-sep-21
Pulido	3 días	27-sep-21	29-sep-21
Molido	3 días	30-sep-21	4-oct-21
Enfundado	1 día	5-oct-21	5-oct-21

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Como se observa en la tabla 24-4 se ha realizado la planificación de la machica, da como resultado que en el mes de agosto comienzan las actividades el 2 de agosto y termina el 23 de agosto, para el mes de septiembre se inicia el 1 de septiembre y se termina el 22 de septiembre, de forma gráfica podemos ver los resultados en el ANEXO R.

En el año 2021 en el cuarto trimestre de octubre a diciembre se obtuvieron los resultados de la tabla 25-4:

Tabla 25-4: Planeación de octubre- diciembre de machica

Machica			
Horario laboral	8h00-17h00		
Octubre			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Tostado	9 días	1-oct-21	14-oct-21
Pulido	3 días	15-oct-21	19-oct-21
Molido	3 días	20-oct-21	22-oct-21
Enfundado	1 día	25-oct-21	25-oct-21
Noviembre			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Tostado	9 días	3-nov-21	15-nov-21
Pulido	3 días	16-nov-21	18-nov-21
Molido	3 días	19-nov-21	23-nov-21
Enfundado	1 día	24-nov-21	24-nov-21
Diciembre			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Tostado	9 días	16-nov-21	26-nov-21
Pulido	3 días	29-nov-21	1-dic-21
Molido	3 días	2-dic-21	6-dic-21
Enfundado	1 día	7-dic-21	7-dic-21
Tostado	9 días	29-nov-21	9-dic-21
Pulido	3 días	10-dic-21	14-dic-21
Molido	3 días	15-dic-21	17-dic-21
Enfundado	1 día	20-dic-21	20-dic-21

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Como se observa en la tabla 25-4 se ha realizado la planificación de la machica, da como resultado que en el mes de octubre se comienzan las actividades el 1 de octubre y termina el 25 de octubre del 2021, para el mes de noviembre se inicia el 3 de noviembre y termina el 24 de noviembre, para el mes de diciembre se inicia en noviembre el día 16 la operación de tostado y se termina el 7 de diciembre, para producir un segundo lote a partir del 29 de noviembre hasta el 20 de diciembre del 2021, de forma gráfica podemos ver los resultados en el ANEXO S.

4.5.3 Diagrama de Gantt de Fréjol negro

En el año 2021 en el tercer trimestre de julio a septiembre se obtuvieron los resultados de la tabla 26-4:

Tabla 26-4: Planeación de agosto-septiembre de fréjol negro

Fréjol Negro			
Horario laboral	8h00-17h00		
Agosto			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Clasificado	3 días	18-ago-21	20-ago-21
Enfundado	1 día	24-ago-21	24-ago-21
Septiembre			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Clasificado	3 días	1-sep-21	3-sep-21
Enfundado	1 día	6-sep-21	6-sep-21

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Como se observa en la tabla 26-4 se ha realizado la planificación del fréjol negro, da como resultado que en el mes de agosto comienzan las actividades el 18 de agosto y termina el 24 de agosto, para el mes de septiembre se inicia el 1 de septiembre y se termina el 6 de septiembre, de forma gráfica podemos ver los resultados en el ANEXO R.

En el año 2021 en el cuarto trimestre de octubre a diciembre se obtuvieron los resultados de la tabla 27-4:

Tabla 27-4: Planeación de noviembre-diciembre de fréjol negro

Fréjol Negro			
Horario laboral	8h00-17h00		
Noviembre			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Clasificado	3 días	11-nov-21	15-nov-21
Enfundado	1 día	16-nov-21	16-nov-21
Diciembre			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Clasificado	3 días	23-dic-21	28-dic-21
Enfundado	1 día	29-dic-21	29-dic-21

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Como se observa en la tabla 27-4 se ha realizado la planificación del fréjol negro da como resultado que en el mes de noviembre se comienzan las actividades el 11 de noviembre y termina el 16 de noviembre, para el mes de diciembre se inicia el 23 de diciembre y se termina el 29 de diciembre, de forma gráfica podemos ver los resultados en el ANEXO S.

4.5.4 Diagrama de Gantt de Cebada perlada

En el año 2021 en el tercer trimestre de julio a septiembre se obtuvieron los siguientes resultados de la tabla 28-4.

Tabla 28-4: Planeación de octubre de cebada perlada

Cebada Perlada			
Horario laboral 8h00-17h00			
Agosto			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Clasificación	2 días	2-ago-21	3-ago-21
Pulido	4 días	4-ago-21	9-ago-21
Enfundado	1 día	10-ago-21	10-ago-21

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Como se observa en la tabla 28-4 se ha realizado la planificación de la cebada perlada, da como resultado que en el mes de agosto se comienzan las actividades el 2 de agosto y termina el 10 de agosto del 2021, se realiza una sola producción ya que abastece los meses de julio-septiembre, de forma gráfica podemos ver los resultados en el ANEXO R.

En el año 2021 en el cuarto trimestre de octubre a diciembre se obtuvieron los resultados de la tabla 29-4:

Tabla 29-4: Planeación de octubre-diciembre de cebada perlada

Cebada Perlada			
Horario laboral 8h00-17h00			
Octubre			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Clasificación	2 días	1-oct-21	4-oct-21
Pulido	4 días	5-oct-21	11-oct-21
Enfundado	1 día	12-oct-21	12-oct-21
Noviembre			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Clasificación	2 días	3-nov-21	4-nov-21
Pulido	4 días	5-nov-21	10-nov-21
Enfundado	1 día	11-nov-21	11-nov-21

Diciembre

Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Clasificación	2 días	2-dic-21	3-dic-21
Pulido	4 días	6-dic-21	9-dic-21
Enfundado	1 día	10-dic-21	10-dic-21

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Como se observa en la tabla 29-4 se ha realizado la planificación de la cebada perlada, da como resultado que en el mes de octubre se comienzan las actividades el 1 de octubre y termina el 12 de octubre del 2021, para el mes de noviembre se inicia el 3 de noviembre y termina el 11 de noviembre, para el mes de diciembre se inicia el 2 de diciembre y se termina el 10 de diciembre, de forma gráfica podemos ver los resultados en el ANEXO S.

4.5.5 Diagrama de Gantt Morocho partido

En el año 2021 en el tercer trimestre de julio a septiembre se obtuvieron los siguientes resultados de la tabla 30-4.

Tabla 30-4: Planeación de agosto de morocho partido

Morocho Partido			
Horario laboral	8h00-17h00		
Agosto			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Clasificación	2 días	24-ago-21	25-ago-21
Pulido	2 días	26-ago-21	27-ago-21
Enfundado	3 días	30-ago-21	1-sep-21

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Como se observa en la tabla 30-4 se ha realizado la planificación del morocho partido, da como resultado que en el mes de agosto se comienzan las actividades el 24 de agosto y termina el 1 de septiembre del 2021, se realiza una sola producción ya que abastece los meses de julio-septiembre, de forma gráfica podemos ver los resultados en el ANEXO R.

En el año 2021 en el cuarto trimestre de octubre a diciembre se obtuvieron los resultados de la tabla 31-4:

Tabla 31-4: Planeación de agosto de morocho partido

Morocho Partido			
Horario laboral	8h00-17h00		
Diciembre			
Actividad	Duración	Fecha inicio	Fecha fin
Clasificación	2 días	15-dic-21	16-dic-21
Pulido	2 días	17-dic-21	20-dic-21
Enfundado	3 días	21-dic-21	23-dic-21








Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

Como se observa en la tabla 31-4 se ha realizado la planificación del morocho partido, da como resultado que en el mes de diciembre se comienzan las actividades el 15 de diciembre y termina el 23 de diciembre del 2021, se realiza una sola producción ya que abastece los meses de octubre-noviembre, de forma gráfica podemos ver los resultados en el ANEXO S.

Conclusión:

La herramienta Project ayuda a realizar la planificación en cada uno de los trimestres identificando de forma gráfica las fechas en las que se debe producir cada producto como se muestra en las gráficas 11-4 y 12-4, de forma más detallada podemos encontrar en el ANEXO R y ANEXO S, en los que se indica la producción de cada producto y cada una de sus actividades, identificando cada área de producción con distintos colores como se muestra en la tabla 32-4:

Tabla 32-4: Colores utilizados en el diagrama de Gantt

Area	Proceso	Color	
Clasificado	Clasificado	Amarillo	
Pulido	Pulido	Amarillo	
	Cortado	Amarillo	
Enfundado	Enfundado	Plomo	
Secado	Secado	Azul	
Molido	Molido	Anaranjado	
Tostado	Tostado	Café	
Producto		Verde	

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

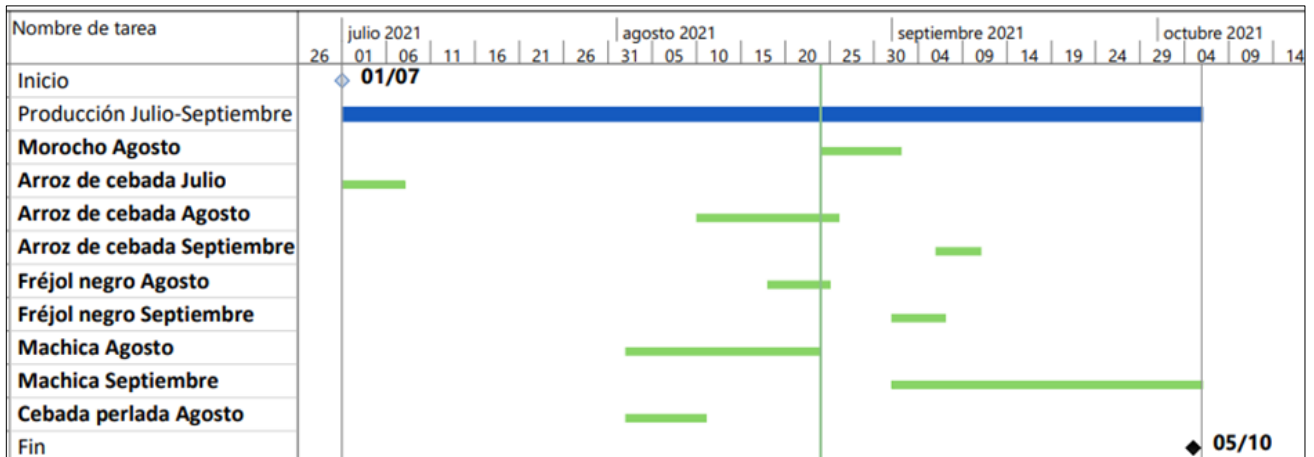


Gráfico 11-4: Diagrama de Gantt de julio-septiembre.

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

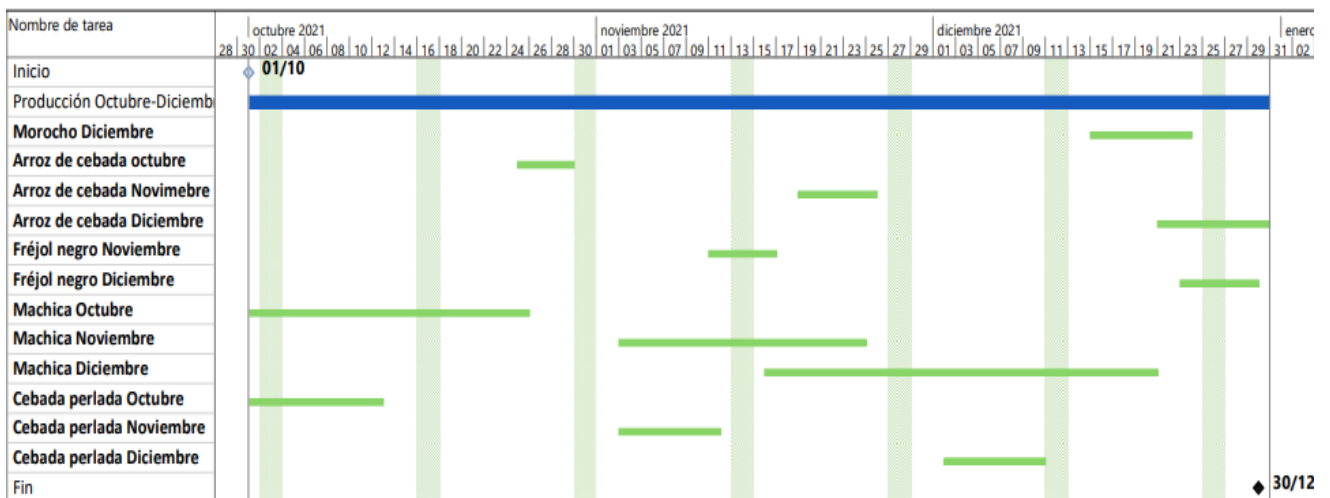


Gráfico 12-4: Diagrama de Gantt de octubre-diciembre

Realizado por: Cisneros John, Fierro María, 2021.

CONCLUSIONES

- Se elaboró los modelos de pronósticos que se ajusten a la demanda de las líneas de producción de harinas y granos mediante el método de Winter con los resultados para el arroz de cebada de un 19% de la desviación absoluta porcentual media (MAPE) dando un pronóstico en el trimestre de julio-septiembre 18316 fundas de 500gr, octubre-diciembre 21069 fundas; machica un 2% de MAPE dando un pronóstico en el trimestre de julio-septiembre 31886 fundas, octubre-diciembre 31128 fundas; fréjol negro un 45% de MAPE dando un pronóstico en el trimestre de julio-septiembre 24470 fundas, octubre-diciembre 23649 fundas; cebada perlada un 4% de MAPE dando un pronóstico en el trimestre de julio-septiembre 9771 fundas, octubre-diciembre 15043 fundas; morocho partido un 3% de la desviación absoluta porcentual media dando un pronóstico en el trimestre de julio-septiembre 16671 fundas, octubre-diciembre 17689 fundas.
- Se formuló el sistema para la planeación de la producción a través del plan agregado evaluando las variables vinculadas las cuales fueron el número de producción diario por operario, operarios requeridos, utilizando para el arroz de cebada 12 operarios produciendo 168 unidades por operario, machica 11 operarios produciendo 48 unidades por operario, fréjol negro 5 operarios produciendo 637 unidades por operario, cebada perlada con 5 operarios produciendo 163 unidades cada operario y en el morocho partido se utiliza 9 operarios produciendo 345 unidades cada operario, optimizando así la productividad y recursos.
- Se propuso el plan agregado de producción verificando los indicadores de gestión de productividad comparando las estrategias de persecución y nivelación dando como resultado el modelo de inventario cero o persecución para el arroz de cebada un costo de \$3276; para la machica \$17589; fréjol negro \$1170; cebada perlada \$2223 y del morocho partido \$1404, dando así una optimización de costos entre ambas estrategias. Otro de los indicadores de gestión de productividad evaluado es el inventario ya que se ha reducido significativamente el stock de los productos como: machica un 94,85%, fréjol negro 16,20%, cebada perlada 89,05% y morocho partido 93,38%; a excepción del arroz de cebada que ha aumentado su inventario debido a la alta demanda.
- Se realizó la planificación de la producción trimestralmente mediante la aplicación del diagrama de Gantt colocando la producción de acuerdo con el MPS, teniendo en cuenta que no debe coincidir entre las áreas de clasificado y pulido porque son los mismos operarios que realizan las actividades de los diferentes productos, en el área de enfundado los productos pasan por la misma maquinaria excepto la machica habiendo operarios fijos en dicha maquinaria.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda en la realización del estudio de pronóstico tener una gran cantidad de datos de demandas en años anteriores para tener un mejor ajuste entre la demanda y el pronóstico, y tratar de aproximar a 0 la desviación absoluta porcentual media.
- Se recomienda reducir el inventario considerando el stock de seguridad encontrado en el modelo del plan agregado corroborando con la experiencia de la persona a cargo dentro de la empresa para así reducir los costos por almacenar.
- Se recomienda que al momento de realizar el diagrama de Gantt de cada producto se tome en cuenta que en las líneas de producción son las mismas y puede coincidir con las de otros productos.

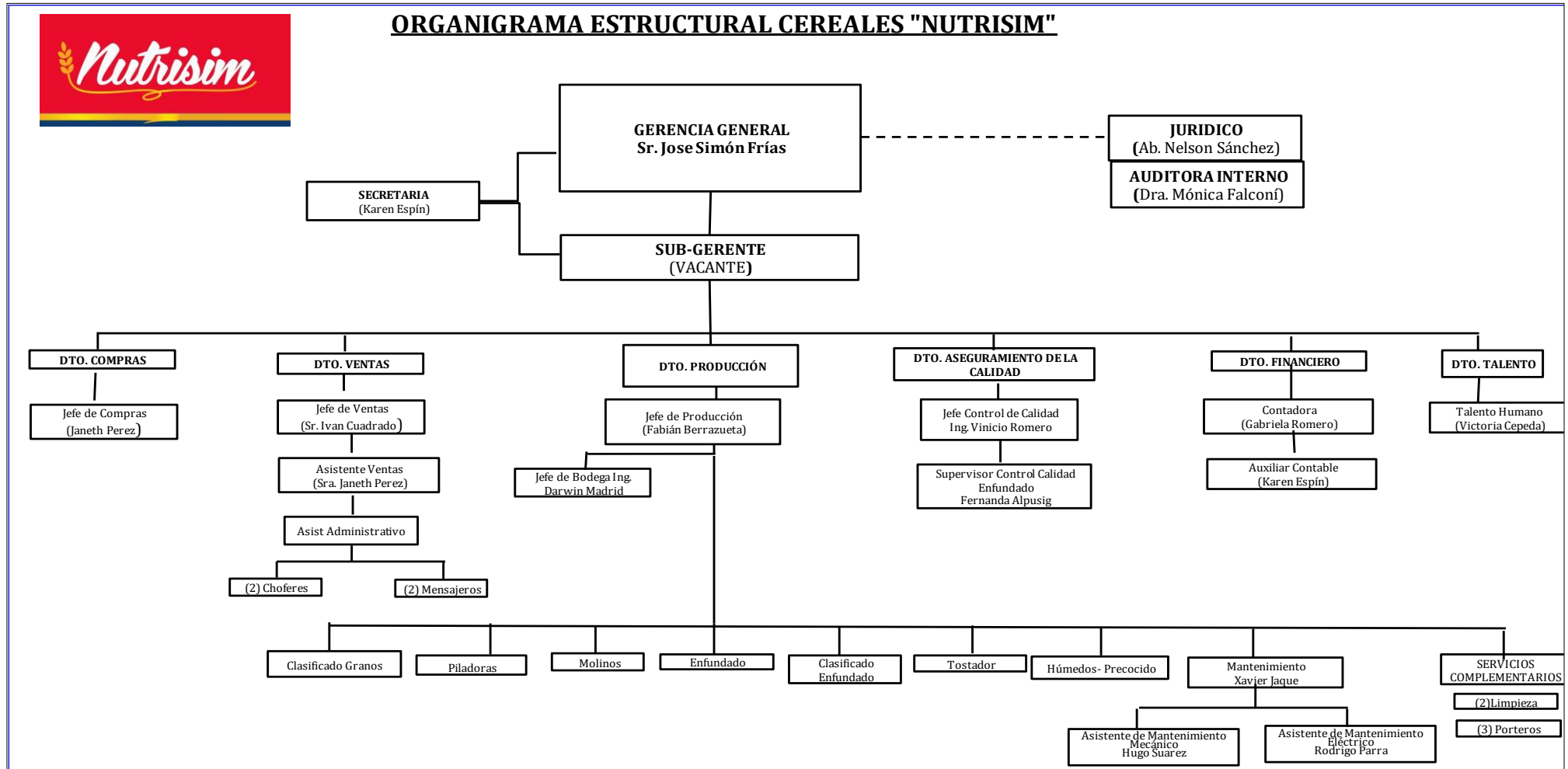
BIBLIOGRAFÍA

- CHASE, R., ROBERT, J. & AQUILANO, N.** *Administración de operaciones producción y cadena de suministro*. D.F- México. McGRAW-HILL, 2009. ISBN 978-970-10-7027-7, p. 468.
- HEIZER, J. & RENDER, B.** *Principios de Administración de operaciones*. 8va. Madrid-España: Pearson, 2015. ISBN 978-84-832-2533-2, pp. 289-563.
- IPINZA, F.** *Administración y dirección de la producción*. 2da. Perú: Pearson, 2004. ISBN 970-26-0543-1, pp. 11-13.
- KRAJEWSKI, L., MALHOTRA, M. & RITZMAN, L.** *Administración de operaciones*. 10ma. México: Pearson, 2013. ISBN 978-6073221221, p. 4.
- LA PRADERA.** *Arroz de cebada*. Ecuador. [blog]. [Consulta: 5 junio 2021]. Disponible en: <https://lapradera.ec/procesados/164-arroz-de-cebada-500g.html>
- LA PRADERA.** *Cebada Perlada*. [blog]. [Consulta: 5 junio 2021]. Disponible en: <https://lapradera.ec/procesados/167-cebada-perlada-cortada-500g.html>
- LA PRADERA.** *Machica*. [blog]. [Consulta: 5 junio 2021]. Disponible en: <https://lapradera.ec/procesados/170-machica-harina-de-cebada-tostada-500g.html>
- LA PRADERA.** *Morocho Partido*. [blog]. [Consulta: 5 junio 2021]. Disponible en: <https://lapradera.ec/procesados/172-morocho-partido-500g.html>
- LLORET MOLINA, J.F.** Propuesta para implementar un modelo de planificación y control de la producción en la empresa Isollanata Cia, Ltda. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana, Industrial, Ecuador. p. 17. [2 junio 2021] Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6990/1/UPS-CT003647.pdf>
- MILLER JIMMY ALARCÓN.** “Calificación Del Método De Pronóstico De Torres”. *Bibliat* [En línea], 2009, (Colombia) 5 (9), p. 180. [Consulta: 15 julio 2021]. ISSN 2145-3101. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/es/revista/poliantea-bogota/articulo/calificacion-del-metodo-de-pronostico-de-torres-segunda-parte>
- NOVILLO, S.M.B.** Propuesta de mejoramiento del proceso productivo del tónico de la tuna mediante el estudio de métodos y medición del trabajo en la empresa vita tuna del cantón guano. [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Politécnica de Chimborazo, Postgrados, Ecuador. 2016. pp. 10-11. [10 junio 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4632>
- RAFAEL TERRAZAS PASTOR.** “Planificación y programación de operaciones”. *Revista perspectivas* [En línea], 2011, (Bolivia) sn (18), p. 10. [Consulta: 20 julio 2021]. ISSN 1994-3733. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332011000200002
- RAMÍREZ, F. & SALGUERO, A.O.** *Sistema de planeación y control de la producción de la empresa Iberoamericanos de plásticos de calidad Ltda*. [En línea] (Trabajo de titulación).

(Ingeniería) Universidad Libre, Ingeniería, Colombia. 2012. p. 13. [3 junio 2021]. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/9288>

CRIOLLO, H.M. Propuesta para implementar un modelo de planificación y control de la producción en la empresa de muebles el carrusel Cia, Ltda. [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Sergio Arboleda, Postgrados, Colombia. 2016. p. 69. [1 junio 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/918/13/UPS-CT001913.pdf>

ANEXO A ORGANIGRAMA DE NUTRISIM



ANEXO B CÁLCULO DEL TIEMPO REAL DEL ARROZ DE CEBADA

HOJA DE OBSERVACION																					
HOJA 1 DE 1 HOJAS										FECHA: 2021/5/3											
EXPERIENCIA EN LA TAREA:										MATERIAL: Arroz de cebada sin secar (50lb)											
CAPATAZ:										DEPARTAMENTO N°:											
INICIO:	FIN:	TIEMPO TRANSCURRIDO:	UNIDADES TERMINADAS: 10				TIEMPO REAL: POR:100 : 15			NÚMERO DE MÁQUINAS ATENDIDAS: 1											TIEMPO ELEGIDO:
ELEMENTOS		VELOCIDAD	AVANCE	Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	Entra sacos a pulido y cortado			T	1,695	0,6	0,2	0,2	0,2	0,665	0,64	0,64	0,69	0,79	0,66	0,29	0,79	0,19	0,24	0,564667	
				L	1,695	4,875	7,945	10,82	13,495	17,55	21,19	25,26	31,7	35,7	39,1	42,5	46,2	49	52,6		
2	Sale saco cortado			T	1,66	1,5	1,3	1	1,8	1,6	1,9	3,4	1,4	1,3	1,7	1,5	1,6	1,9	1,3	1,657333	
				L	3,355	6,375	9,245	11,82	15,295	19,15	23,09	28,66	33,1	37	40,8	44	47,8	50,9	53,9		
3	Entra saco a enfundado			T	0,25	0,2	0,22	0,24	0,25	0,2	0,29	1,1	0,21	0,21	0,23	0,27	0,26	0,26	0,25	0,296	
				L	3,605	6,575	9,465	12,06	15,545	19,35	23,38	29,76	33,3	37,2	41	44,3	48,1	51,2	54,2		
4	Sale saco enfundados			T	0,5	1,02	1,01	1,09	1,18	1,04	1,1	1,08	1,5	1,03	1,05	1	0,58	1,06	1,09	1,022	
				L	4,105	7,595	10,48	13,15	16,725	20,39	24,48	30,84	34,8	38,3	42,1	45,3	48,7	52,2	55,3		
5	Detector de metales			T	0,17	0,15	0,14	0,15	0,16	0,16	0,14	0,15	0,16	0,17	0,15	0,16	0,14	0,15	0,16	0,154	
				L	4,275	7,745	10,62	13,3	16,885	20,55	24,62	30,99	34,9	38,4	42,2	45,4	48,8	52,4	55,4		
																				3,694	
TIEMPO ELEGIDO:		VALORACIÓN: 100%		TIEMPO NORMAL: 3,694				TOTAL DE LOS SUPLEMENTOS:				TIEMPO TIPO:									
DIBUJO DE LA OPERACIÓN:				HERRAMIENTAS , PLANTILLAS , CALIBRES:																	

ANEXO C CÁLCULO DEL TIEMPO REAL DE LA MACHICA

HOJA DE OBSERVACION																				
HOJA 1 DE 1 HOJAS										FECHA: 2021/3/29										
EXPERIENCIA EN LA TAREA:										MATERIAL: Machica (100 lb)										
CAPATAZ:										DEPARTAMENTO Nº:										
INICIO:	FIN:	TIEMPO TRANSCURRIDO:	UNIDADES TERMINADAS: 10	TIEMPO REAL: POR:100 : 115	NÚMERO DE MÁQUINAS ATENDIDAS: 1															TIEMPO ELEGIDO:
ELEMENTOS		VELOCIDAD	AVANCE	Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TIEMPO ELEGIDO:
1	Tostar machica			T	5,29	4,67	5,2	5,175	3,27	3	4,04	5,035	3,74	4,58	3,12	2,08	5,01	5,59	4,51	4,286333
				L	5,29	30,991	48,85	66,82	86,585	106,288	123,166	150,2	181	210	229	244	266	289	307	
2	Poner saco en pulido			T	2,54	2,5	2,38	3,08	1,16	2,2	1,04	9,04	2,06	2,32	0,98	2,16	0,8	0,6	0,9	2,250667
				L	7,83	33,491	51,23	69,9	87,745	108,488	124,206	159,2	183	212	230	247	267	289	308	
3	Sale saco en area de pulido			T	2,00	1,56	1,79	1,77	1,90	1,67	1,86	1,84	1,74	1,74	1,80	1,79	1,76	1,71	1,70	1,775238
				L	9,83	35,049	53,02	71,67	89,645	110,159	126,064	161	185	214	232	248	269	291	309	
4	Pone saco en molido			T	0,57	0,64	0,64	0,43	0,64	0,36	1,79	0,71	0,50	0,61	0,60	0,56	0,60	0,60	0,66	0,660952
				L	10,40143	35,691	53,66	72,1	90,288	110,516	127,849	161,8	185	214	232	249	270	292	310	
5	Sale saco molido			T	8,62	6,66	6,4	6,4	8,1	6,3	12,06	13,16	13	8,2	7	8,22	8,5	8,3	6,44	8,490667
				L	19,02143	42,351	60,06	78,5	98,388	116,816	139,909	174,9	198	222	239	257	278	300	316	
6	Entra saco a enfundado			T	6,6	0,66	1,06	4,2	4,3	1,06	4,6	1,1	6,08	2,52	2,5	3,1	4,26	1,08	0,98	2,94
				L	25,62143	43,011	61,12	82,7	102,69	117,876	144,509	176	204	225	242	260	282	301	317	
6	Sale pacas de 25 fundas			T	0,55	0,48	0,35	0,47	0,46	1,1	0,46	1,05	0,53	0,5	0,59	1,02	0,49	1,15	1,04	0,682667
				L	26,17143	43,491	61,47	83,17	103,15	118,976	144,969	177,1	205	225	242	261	283	302	318	
7	Detector de metales			T	0,15	0,16	0,17	0,15	0,14	0,15	0,16	0,16	0,14	0,15	0,16	0,15	0,14	0,15	0,15	0,152
				L	26,32143	43,651	61,64	83,32	103,29	119,126	145,129	177,2	205	226	242	261	283	302	319	
TIEMPO ELEGIDO:		VALORACIÓN: 100%		TIEMPO NORMAL: 21,24				TOTAL DE LOS SUPLEMENTOS:				TIEMPO TIPO:				21,23852				
DIBUJO DE LA OPERACIÓN:				HERRAMIENTAS , PLANTILLAS , CALIBRES:																

ANEXO D CÁLCULO DEL TIEMPO REAL DEL FRÉJOL NEGRO

HOJA DE OBSERVACION																				
HOJA 1 DE 1 HOJAS										FECHA: 2021/4/26										
EXPERIENCIA EN LA TAREA:										MATERIAL: Frejol Negro (50lb)										
CAPATAZ:										DEPARTAMENTO N°:										
INICIO:	FIN:	TIEMPO TRANSCURRIDO:	UNIDADES TERMINADAS: 10	TIEMPO REAL: POR:100 : 115	NÚMERO DE MÁQUINAS ATENDIDAS: 1															TIEMPO ELEGIDO
ELEMENTOS		VELOCIDAD	AVANCE	N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Entra saco a clasificado			T	1,03	1,24	1,34	0,37	1,11	1,06	0,52	1,1	0,6	1,3	0,6	1	1,2	1,3	1,3	1,004667
				L	1,03	3,73	8,52	10,36	16,01	18,99	22,66	25,83	29,3	32,7	34,7	36,9	40,3	43,1	47,5	
2	Sale saco de clasificado			T	0,49	2,18	0,49	1,35	1,1	2,26	1,26	0,4	1,1	0,5	0,4	1,1	0,5	1	0,6	0,971333
				L	1,52	5,91	9,01	11,71	17,11	21,25	23,92	26,23	30,4	33,1	35	38	40,8	44,1	48,1	
3	Sale saco de enfundado			T	0,41	0,56	0,41	1,52	0,33	0,37	0,34	1,16	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	1	0,4	0,572
				L	1,93	6,47	9,42	13,23	17,44	21,62	24,26	27,39	30,8	33,5	35,4	38,5	41,2	45,1	48,5	
4	Sale saco de enfundado			T	0,41	0,56	0,41	1,52	0,33	0,37	0,34	1,16	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	1	0,4	0,572
				L	2,34	7,03	9,83	14,75	17,77	21,99	24,6	28,55	31,2	33,9	35,7	39	41,7	46,1	48,9	
5	Detector de metales			T	0,15	0,15	0,16	0,15	0,16	0,15	0,13	0,15	0,16	0,17	0,15	0,16	0,14	0,15	0,16	0,152667
				L	2,49	7,18	9,99	14,9	17,93	22,14	24,73	28,7	31,3	34,1	35,9	39,1	41,8	46,3	49,1	
																				3,27267
TIEMPO ELEGIDO:		VALORACIÓN: 100%		TIEMPO NORMAL: 3,27					TOTAL DE LOS SUPLEMENTOS:					TIEMPO TIPO:						
DIBUJO DE LA OPERACIÓN:				HERRAMIENTAS , PLANTILLAS , CALIBRES:																

ANEXO E CÁLCULO DEL TIEMPO REAL DE LA CEBADA PERLADA

HOJA DE OBSERVACION																					
HOJA 1 DE 1 HOJAS										FECHA: 2021/3/29											
EXPERIENCIA EN LA TAREA:										MATERIAL: Cebada perlada (50lb)											
CAPATAZ:										DEPARTAMENTO Nº:											
INICIO:	FIN:	TIEMPO TRANSCURRIDO:	UNIDADES TERMINADAS: 10				TIEMPO REAL: POR:100 : 115			NÚMERO DE MÁQUINAS ATENDIDAS: 1											TIEMPO ELEGIDO:
ELEMENTOS		VELOCIDAD	AVANCE	Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	Entra saco a clasificado			T	0,39	1,4	1,19	1,25	1,3	1,25	1,32	1,35	1,28	1,15	1,16	1,19	1,38	1,4	1,22	1,2126667	
				L	0,39	4,4	10,58	14,66	18,98	32,26	36,32	42,45	49,6	54,3	59,9	66,7	73,5	82,9	89		
2	Sale saco clasificado			T	0,5	1,2	0,47	0,59	9,37	1,15	2,2	2,4	0,57	1,4	3,3	3,04	5,2	2	1,2	2,3026667	
				L	0,89	5,5	11,05	15,25	28,35	33,41	38,52	44,85	50,2	55,7	63,2	69,7	78,7	84,9	90,2		
3	Poner el saco en el pulido			T	0,35	2,1	1,09	1,22	0,52	0,49	0,54	1,34	1,22	1,28	1,19	1,05	1,09	1,15	1,11	1,0493333	
				L	1,24	7,6	12,14	16,47	28,87	33,9	39,06	46,19	51,4	57	64,4	70,8	79,8	86,1	91,3		
4	Sacar el saco del pulido			T	0,44	1,1	0,53	0,56	1,4	0,43	1,28	0,5	1,1	1,13	0,43	0,55	1,15	1,05	0,57	0,8146667	
				L	1,68	8,7	12,67	17,03	30,27	34,33	40,34	46,69	52,5	58,1	64,8	71,3	80,9	87,1	91,8		
5	Poner en el enfundado			T	0,25	0,2	0,22	0,24	0,25	0,2	0,29	1,1	0,21	0,21	0,23	0,27	0,26	0,26	0,25	0,296	
				L	1,93	8,9	12,89	17,27	30,52	34,53	40,63	47,79	52,7	58,3	65	71,6	81,2	87,4	92,1		
15	Sacar del enfundado			T	1,06	0,5	0,52	0,41	0,49	0,47	0,47	0,51	0,48	0,39	0,47	0,49	0,37	0,33	0,45	0,4933333	
				L	2,99	9,4	13,41	17,68	31,01	35	41,1	48,3	53,2	58,7	65,5	72,1	81,5	87,7	92,5		
																				6,1686667	
TIEMPO ELEGIDO:		VALORACIÓN: 100%		TIEMPO NORMAL: 6,17				TOTAL DE LOS SUPLEMENTOS:				TIEMPO TIPO:									
DIBUJO DE LA OPERACIÓN:				HERRAMIENTAS , PLANTILLAS , CALIBRES:																	

ANEXO F CÁLCULO DEL TIEMPO REAL DEL MOROCHO PARTIDO

HOJA DE OBSERVACION																					
HOJA 1 DE 1 HOJAS										FECHA: 2021/3/29											
EXPERIENCIA EN LA TAREA:										MATERIAL: Morocho partido (50lb)											
CAPATAZ:										DEPARTAMENTO Nº:											
INICIO:	FIN:	TIEMPO TRANSCURRIDO:	UNIDADES TERMINADAS: 10				TIEMPO REAL: POR:100 : 115	NÚMERO DE MÁQUINAS ATENDIDAS: 1													TIEMPO ELEGIDO:
ELEMENTOS		VELOCIDAD	AVANCE	Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TIEMPO ELEGIDO:	
1	Entra saco a clasificado			T	1,03	1,2	1,34	0,37	1,11	1,06	0,52	1,1	0,57	1,34	0,58	1,04	1,2	1,3	1,27	1,0046667	
				L	1,03	4,5	10,98	16,1	22,83	28,49	34,8	40,3	45,5	51,8	55,8	61	67	71,8	77,2		
2	Sale saco clasificado			T	0,49	2,2	0,49	1,35	1,1	2,26	1,26	0,4	1,1	0,45	0,35	1,1	0,47	1	0,57	0,9713333	
				L	1,52	6,7	11,47	17,45	23,93	30,75	36,06	40,7	46,6	52,3	56,2	62,1	67,4	72,8	77,8		
3	Poner el saco en el pulido			T	0,44	0,5	0,58	0,56	0,59	1,07	0,55	0,59	0,55	0,58	1,02	1,04	1,03	0,59	1,02	0,7146667	
				L	1,96	7,2	12,05	18,01	24,52	31,82	36,61	41,29	47,2	52,8	57,2	63,2	68,5	73,4	78,8		
4	Sacar el saco del pulido			T	0,53	1,3	2,45	2,38	1,48	1,22	1,2	1,49	1,57	1,18	1,52	1,3	1,19	1,25	1,23	1,416	
				L	2,49	8,4	14,5	20,39	26	33,04	37,81	42,78	48,8	54	58,7	64,5	69,6	74,6	80		
5	Poner en el enfundado			T	0,25	0,2	0,22	0,24	0,25	0,2	0,29	1,1	0,21	0,21	0,23	0,27	0,26	0,26	0,25	0,296	
				L	2,74	8,6	14,72	20,63	26,25	33,24	38,1	43,88	49	54,2	59	64,8	69,9	74,9	80,3		
15	Sacar del enfundado			T	0,5	1	1,01	1,09	1,18	1,04	1,1	1,08	1,5	1,03	1,05	1	0,58	1,06	1,09	1,022	
				L	3,24	9,6	15,73	21,72	27,43	34,28	39,2	44,96	50,5	55,3	60	65,8	70,5	75,9	81,4		
																				5,4246667	
TIEMPO ELEGIDO:		VALORACIÓN:	100%	TIEMPO NORMAL: 5,43				TOTAL DE LOS SUPLEMENTOS:				TIEMPO TIPO:									
DIBUJO DE LA OPERACIÓN:				HERRAMIENTAS , PLANTILLAS , CALIBRES:																	

ANEXO G INDUSTRIAS DE MOLINERÍA

CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2021
JEFE DE DPTOS. ADMINISTRATIVOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	B1	INDUSTRIAS DE PRODUCTOS DE MOLINERÍA	0504153111389	419,66
JEFE DE DPTOS. TÉCNICOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	B1	INDUSTRIAS DE PRODUCTOS DE MOLINERÍA	0504153111390	419,66
SUPERVISORES TÉCNICOS DE: CONTROL DE CALIDAD, LABORATORIO, MANTENIMIENTO, PLANTA, PRODUCCIÓN / PROCESOS; Y, DEMÁS SECCIONES PROPIAS DE LA INDUSTRIA	B2	EN EL SECTOR DE INDUSTRIAS DE PRODUCTOS DE MOLINERÍA	0520000000062	418,66
ELECTRICISTA, MECÁNICO DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	C2	EN EL SECTOR DE INDUSTRIAS DE PRODUCTOS DE MOLINERÍA	0504153111398	415,67
OPERADORES TÉCNICOS DE: MONTACARGA, SECCIÓN LIMPIEZA, PLANTA DE ENERGÍA, MÁQUINA DE PAQUETES (EMPAQUETADOR); Y, DEMÁS EQUIPOS ESPECIALIZADOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	C2	INDUSTRIAS DE PRODUCTOS DE MOLINERÍA	0504153111399	415,67
AYUDANTE DE ELECTRICISTA, MECÁNICO DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	D2	EN EL SECTOR DE INDUSTRIAS DE PRODUCTOS DE MOLINERÍA	0504153111415	411,67
CILINDRERO, PLANSISTERO, SILERO	D2	INDUSTRIAS DE PRODUCTOS DE MOLINERÍA	0504153111403	411,67
AYUDANTE DE PLANTA Y PROCESOS ESPECIALIZADOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	E2	INDUSTRIAS DE PRODUCTOS DE MOLINERÍA	0504153111413	407,68
COSEDOR DE SACOS DE HARINA, EMBOLSADOR, PESADOR, AGUADOR	E2	INDUSTRIAS DE PRODUCTOS DE MOLINERÍA	0504153111417	407,68
TRabajador de LIMPIEZA DE MATERIA PRIMA	E2	INDUSTRIAS DE PRODUCTOS DE MOLINERÍA	0504153111426	407,68

ANEXO H PRONÓSTICO DEL ARROZ DE CEBADA

Ventas															Inicio	Resultados	
Producto:	Arroz de cebada																
Cantidad	500gr																
Año	Trimestre	Periodo	DEMANDA	At	Tt	St	Ft	et	et^2	abs (e)	MSE	MAD	%	MAPE			
	1					1,08											
	2					0,96											
	3					0,91											
	4			42824,00	-2128,20	1,05											
2018	Ene-Mar	1	33127	30680,05	-2129,20	1,08	30827,98	2299,02	5285496,29	2299,02	5285496,29	2299,02	0,07	7%			
	Abr-Jun	2	38230	39927,02	-2128,06	0,96	36192,39	2037,61	4151873,78	2037,61	4718685,03	2168,32	0,05	6%			
	Jul-Sep	3	37359	40929,05	-2127,75	0,91	35416,84	1942,16	3771973,54	1942,16	4403114,54	2092,93	0,05	6%			
	Oct-Dic	4	44569	42447,83	-2127,39	1,05	42335,31	2233,69	4989391,42	2233,69	4549683,76	2128,12	0,05	6%			
2019	Ene-Mar	5	37127	34384,58	-2127,98	1,08	34829,30	2297,70	5279432,60	2297,70	4695633,53	2162,04	0,06	6%			
	Abr-Jun	6	37788	39465,40	-2127,26	0,96	35751,16	2036,84	4148733,42	2036,84	4604483,51	2141,17	0,05	6%			
	Jul-Sep	7	34441	37732,21	-2127,22	0,91	32499,33	1941,67	3770089,86	1941,67	4485284,42	2112,67	0,06	6%			
	Oct-Dic	8	28148	26808,35	-2128,10	1,05	25913,56	2234,44	4992736,23	2234,44	4548715,89	2127,89	0,08	6%			
2020	Ene-Mar	9	10331	9567,89	-2129,61	1,08	8031,54	2299,46	5287526,67	2299,46	4630805,98	2146,96	0,22	8%			
	Abr-Jun	10	5342	5579,13	-2129,80	0,96	3302,73	2039,27	4158636,59	2039,27	4583589,04	2136,19	0,38	11%			
	Jul-Sep	11	1563	1712,36	-2129,97	0,91	-381,18	1944,18	3779845,68	1944,18	4510521,46	2118,73	1,24	21%			
	Oct-Dic	12	11673	11117,45	-2128,82	1,05	9437,80	2235,20	4996102,71	2235,20	4550986,57	2128,44	0,19	21%			
2021	Ene-Mar	13	35127	32532,31	-2126,46	1,08	32830,94	2296,06	5271904,84	2296,06	4606441,82	2141,33	0,07	20%			
	Abr-Jun	14	21250	22193,28	-2127,28	0,96	19213,13	2036,87	4148828,94	2036,87	4573755,18	2133,87	0,10	19%			
	Jul-Sep	15					18315,73										
	Oct-Dic	16					21068,72										

$\alpha=$	1	TRIMESTRE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	Promedio	St	St-n
$\beta=$	0,0001	T1	33127	37127	10331	35127	28928,00	1,08	1,08
$\gamma=$	0,1000	T2	38230	37788	5342	21250	25652,50	0,95	0,96
		T3	37359	34441	1563		24454,33	0,91	0,91
		T4	44569	28148	11673		28130,00	1,05	1,05
		Promedio T	26862,50					3,99	4,00

ANEXO I PRONÓSTICO DE LA MACHICA

Ventas			Inicio												Resultados											
Producto:	Machica																									
Cantidad	500gr																									
Año	Trimestre		DEMANDA	At	Tt	St	Ft	et	et^2	abs (e)	MSE	MAD	%	MAPE												
	1					0,98																				
	2					0,94																				
	3					1,05																				
	4			40747	-860,54	1,03																				
2018	Ene-Mar	1	40997	41459,95	-703,22	0,98	40052,50	944,50	892071,36	944,50	892071,36	944,50	0,02	2%												
	Abr-Jun	2	40749	43134,85	-465,45	0,94	39948,33	800,67	641067,39	800,67	766569,37	872,58	0,02	2%												
	Jul-Sep	3	41088	39507,82	-781,55	1,05	40810,43	277,57	77043,31	277,57	536727,35	674,24	0,01	2%												
	Oct-Dic	4	36070	35622,47	-1091,88	1,02	35470,93	599,07	358882,57	599,07	492266,16	655,45	0,02	2%												
2019	Ene-Mar	5	31104	32022,83	-1342,61	0,98	30187,36	916,64	840228,67	916,64	561858,66	707,69	0,03	2%												
	Abr-Jun	6	34692	36100,32	-800,69	0,94	33107,86	1584,14	2509489,16	1584,14	886463,74	853,76	0,05	2%												
	Jul-Sep	7	34577	33235,24	-1007,10	1,05	33874,09	702,91	494088,64	702,91	830410,16	832,21	0,02	2%												
	Oct-Dic	8	34057	33104,80	-919,45	1,03	32968,02	1088,98	1185868,50	1088,98	874842,45	864,31	0,03	2%												
2020	Ene-Mar	9	36051	36092,42	-528,81	0,98	34903,07	1147,43	1316598,53	1147,43	923926,46	895,77	0,03	3%												
	Abr-Jun	10	24443	27290,28	-1356,00	0,93	24442,94	0,06	0,00	0,06	831533,81	806,20	0,00	2%												
	Jul-Sep	11	33381	30994,12	-850,10	1,05	31619,43	1761,57	3103121,96	1761,57	1038041,83	893,05	0,05	3%												
	Oct-Dic	12	36168	34555,87	-408,99	1,03	35007,41	1160,59	1346973,88	1160,59	1063786,16	915,34	0,03	3%												
2021	Ene-Mar	13	27434	28740,98	-949,49	0,98	27371,46	62,54	3911,65	62,54	982257,35	849,74	0,00	2%												
	Abr-Jun	14	29287	30877,88	-640,90	0,94	28216,87	1070,13	1145171,42	1070,13	993894,07	865,48	0,04	2%												
	Jul-Sep	15					31885,56																			
	Oct-Dic	16					31127,86																			

$\alpha=$	0,86
$\beta=$	0,10
$\gamma=$	0,20

TRIMESTRE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	Año 5	Promedio	St	
T1	40997	31104	36051	27434		33896,38	0,99	0,98
T2	40749	34692	24443	29287		32292,75	0,94	0,94
T3	41088	34577	33381			36348,67	1,06	1,05
T4	36070	34057	36168			35431,67	1,03	1,03
Promedio T	34292,68						4,02	4,00

ANEXO J PRONÓSTICO DEL FRÉJOL NEGRO

Ventas					Inicio	Resultados									
Producto:	Fréjol Negro														
Cantidad	500gr														
Año	Trimestre	Periodo	Demanda	At	Tt	St	Ft	et	et^2	abs (e)	MSE	MAD	%	MAPE	
	1					1,13									
	2					1,10									
	3					0,90									
	4			-8052,2	3929,5	0,87									
2018	Ene-Mar	1	10775	7469,39	8682,26	1,13	18290,39	-7515,39	56481070,79	7515,39	56481070,79	7515,39	0,70	70%	
	Abr-Jun	2	2552	4391,29	3860,51	1,10	9092,91	-6540,91	42783482,14	6540,91	49632276,47	7028,15	2,56	163%	
	Jul-Sep	3	2683	3777,69	2026,13	0,90	5211,15	-2528,15	6391520,27	2528,15	35218691,07	5528,15	0,94	140%	
	Oct-Dic	4	3409	4209,76	1372,56	0,87	4844,18	-1435,18	2059734,30	1435,18	26928951,88	4504,91	0,42	116%	
2019	Ene-Mar	5	2720	2879,00	264,20	1,13	3559,41	-839,41	704611,92	839,41	21684083,88	3771,81	0,31	99%	
	Abr-Jun	6	2806	2635,96	56,23	1,10	2966,60	-160,60	25792,16	160,60	18074368,60	3169,94	0,06	83%	
	Jul-Sep	7	4187	4367,54	743,13	0,90	4588,78	-401,78	161427,27	401,78	15515376,98	2774,49	0,10	73%	
	Oct-Dic	8	520	1275,95	-829,11	0,87	387,76	132,24	17488,03	132,24	13578140,86	2444,21	0,25	67%	
2020	Ene-Mar	9	50176	37729,49	14456,78	1,13	59096,60	-8920,60	79577047,99	8920,60	20911352,76	3163,81	0,18	61%	
	Abr-Jun	10	51855	47827,55	12669,70	1,10	66663,71	-14808,71	219297817,38	14808,71	40749999,22	4328,30	0,29	58%	
	Jul-Sep	11	49875	56289,84	10944,66	0,90	60368,69	-10493,69	110117458,53	10493,69	47056131,89	4888,79	0,21	55%	
	Oct-Dic	12	50913	59955,52	7960,28	0,87	58935,38	-8022,38	64358544,57	8022,38	48497999,61	5149,92	0,16	51%	
2021	Ene-Mar	13	31752	34020,65	-5936,73	1,13	31802,69	-50,69	2569,84	50,69	44767581,94	4757,67	0,00	47%	
	Abr-Jun	14	35641	31705,13	-4452,03	1,10	30031,00	5610,00	31472116,84	5610,00	43817905,86	4818,55	0,16	45%	
	Jul-Sep	15					24470,09								
	Oct-Dic	16					23649,46								

$\alpha=$	0,85	TRIMESTRE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	Promedio	St	
$\beta=$	0,41	T1	10775	2720	50176	31752	23855,75	1,11	1,13
$\gamma=$	0	T2	2552	2806	51855	35641	23213,50	1,08	1,10
		T3	2683	4187	49875		18915,00	0,88	0,90
		T4	3409	520	50913		18280,67	0,85	0,87
									3,93
									4,00
		Promedio T	21418,86						

ANEXO K PRONÓSTICO DE LA CEBADA PERLADA

Ventas			Inicio		Resultados										
Producto:	Cebada perlada														
Cantidad	500gr														
Año	Trimestre		DEMANDA	At	Tt	St	Ft	et	et^2	abs (e)	MSE	MAD	%	MAPE	
	1					0,89									
	2					0,96									
	3					0,85									
	4			19302	-402,3	1,29									
2017	Ene-Mar	1	18195,00	20058,97	-170,45	0,90	17783,45	411,55	169371,49	411,55	169371,49	411,55	0,02	2%	
	Abr-Jun	2	16616,00	17831,98	-581,76	0,96	16551,12	64,88	4209,06	64,88	86790,27	238,21	0,00	1%	
	Jul-Sep	3	15757,00	18239,45	-383,91	0,85	15218,99	538,01	289455,72	538,01	154345,42	338,15	0,03	2%	
	Oct-Dic	4	27604,00	20636,54	172,29	1,30	26927,28	676,72	457956,59	676,72	230248,21	422,79	0,02	2%	
2018	Ene-Mar	5	10425,00	13475,54	-1294,37	0,88	10907,61	-482,61	232908,07	482,61	230780,18	434,75	0,05	3%	
	Abr-Jun	6	16915,00	16580,59	-414,48	0,96	15466,22	1448,78	2098959,33	1448,78	542143,38	603,76	0,09	4%	
	Jul-Sep	7	16683,00	18870,57	126,41	0,86	16213,83	469,17	220122,48	469,17	496140,39	584,53	0,03	4%	
	Oct-Dic	8	16814,00	14159,29	-841,13	1,29	17292,19	-478,19	228662,21	478,19	462705,62	571,24	0,03	3%	
2019	Ene-Mar	9	15893,00	17058,40	-93,08	0,89	14984,88	908,12	824682,77	908,12	502925,30	608,67	0,06	4%	
	Abr-Jun	10	15683,00	16420,80	-201,98	0,96	15619,58	63,42	4022,55	63,42	453035,03	554,14	0,00	3%	
	Jul-Sep	11	14195,00	16501,55	-145,44	0,86	14009,88	185,12	34269,15	185,12	414965,40	520,60	0,01	3%	
	Oct-Dic	12	16170,00	13320,16	-752,63	1,28	16178,19	-8,19	67,02	8,19	380390,54	477,90	0,00	3%	
2020	Ene-Mar	13	14837,67	15879,16	-90,30	0,89	14022,20	815,47	664990,61	815,47	402282,85	503,86	0,05	3%	
	Abr-Jun	14	16404,67	16796,30	111,19	0,96	16269,30	135,37	18323,84	135,37	374857,21	477,54	0,01	3%	
	Jul-Sep	15	6575,00	9519,76	-1366,36	0,84	6986,81	-411,81	169589,14	411,81	361172,67	473,16	0,06	3%	
	Oct-Dic	16	20196,00	14253,52	-146,34	1,29	18056,71	2139,29	4576563,14	2139,29	624634,57	577,29	0,11	4%	
2021	Ene-Mar	17	10425,00	12163,49	-535,07	0,89	10381,12	43,88	1925,32	43,88	588004,62	545,92	0,00	3%	
	Abr-Jun	18	9254,00	10007,76	-859,20	0,96	11206,27	-1952,27	3811349,28	1952,27	767079,32	624,05	0,21	4%	
	Jul-Sep	19					9771,30								
	Oct-Dic	20					15043,21								
α=	0,8			TRIMESTRE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	Año 5	Promedio	St				
β=	0,2			T1	18195	10425	15893	14838	10425	13955,13	0,90	0,89			
γ=	0,1			T2	16616	16915	15683	16405	9254	14974,53	0,97	0,96			
				T3	15757	16683	14195	6575		13302,50	0,86	0,85			
				T4	27604	16814	16170	20196		20196,00	1,30	1,29			
										4,03	4,00				
				Promedio T	15480,13										

ANEXO L PRONÓSTICO DEL MOROCHO PARTIDO

Ventas														
Producto:	Morochó partido		Inicio						Resultados					
Cantidad	500gr													
Año	Trimestre	Periodo	DEMANDA	At	Tt	St	Ft	et	et^2	abs (e)	MSE	MAD	%	MAPE
	1					0,84								
	2					0,86								
	3					1,11								
	4			35694	-895,2	1,18								
2017	Ene-Mar	1	29507,00	35097,52	-879,98	0,84	28750,02	756,98	573013,00	756,98	573013,00	756,98	0,03	3%
	Abr-Jun	2	28655,00	33317,01	-925,87	0,86	27911,61	743,39	552623,68	743,39	562818,34	750,18	0,03	3%
	Jul-Sep	3	32617,00	29468,15	-1074,82	1,11	31647,55	969,45	939829,13	969,45	688488,60	823,27	0,03	3%
	Oct-Dic	4	53597,00	44180,50	-270,33	1,19	51966,37	1630,63	2658970,21	1630,63	1181109,01	1025,11	0,03	3%
2018	Ene-Mar	5	24232,00	29826,59	-988,01	0,84	24232,00	0,00	0,00	0,00	944887,20	820,09	0,00	2%
	Abr-Jun	6	26221,00	30330,31	-911,99	0,86	25345,12	875,88	767161,51	875,88	915266,26	829,39	0,03	2%
	Jul-Sep	7	30659,00	27649,59	-1002,12	1,11	29681,00	978,00	956478,41	978,00	921153,71	850,62	0,03	3%
	Oct-Dic	8	24124,00	20747,28	-1302,79	1,18	23069,42	1054,58	1112139,88	1054,58	945026,98	876,11	0,04	3%
2019	Ene-Mar	9	25102,00	29282,68	-801,45	0,84	23852,78	1249,22	1560557,30	1249,22	1013419,24	917,57	0,05	3%
	Abr-Jun	10	26524,00	30625,64	-692,17	0,86	25797,81	726,19	527354,14	726,19	964812,73	898,43	0,03	3%
	Jul-Sep	11	26519,00	24220,09	-983,32	1,11	25870,47	648,53	420590,71	648,53	915338,00	875,71	0,02	3%
	Oct-Dic	12	32470,00	27148,04	-784,00	1,19	31216,79	1253,21	1570526,41	1253,21	969937,03	907,17	0,04	3%
2020	Ene-Mar	13	23230,00	27586,87	-721,69	0,84	22552,16	677,84	459468,42	677,84	930670,22	889,53	0,03	3%
	Abr-Jun	14	23824,00	27579,60	-685,28	0,86	23189,89	634,11	402093,91	634,11	892914,77	871,29	0,03	3%
	Jul-Sep	15	33470,00	29901,32	-532,05	1,11	32644,15	825,85	682030,97	825,85	878855,85	868,26	0,02	3%
	Oct-Dic	16	20689,00	18236,27	-1099,37	1,18	20311,66	377,34	142386,16	377,34	832826,49	837,57	0,02	3%
2021	Ene-Mar	17	14078,00	16789,54	-1117,07	0,84	13160,44	917,56	841924,75	917,56	833361,68	842,28	0,07	3%
	Abr-Jun	18	13896,00	16084,00	-1096,10	0,86	12925,80	970,20	941279,30	970,20	839357,10	849,39	0,07	3%
	Jul-Sep	19					16670,86							
	Oct-Dic	20					17688,78							

α=	0,934445888	TRIMESTRE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	Promedio	St
β=	0,050958647	T1	29507	24232	25102	23230	14078	23229,80	0,85
γ=	0,099590127	T2	28655	26221	26524	23824	13896	23824,00	0,88
		T3	32617	30659	26519	33470		30816,25	1,13
		T4	53597	24124	32470	20689		32720,00	1,20
								4,07	4,00

Promedio T	27189,67
------------	----------

ANEXO M PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DEL ARROZ DE CEBADA

Semanas	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Inventario Inicial	221	5237	3710	2184	658	5673	4147	2621	1094	6110	4584	3057	1531	6317	4562	2806	1050	5837	4081	2325	570	5267	3511	1756
Pronóstico	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1756	1756	1756	1756	1756	1756	1756	1756	1756	1756	1756	1756
Pedidos	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1526	1756	1756	1756	1756	1756	1756	1756	1756	1756	1756	1756	1756
Inventario final	5237	3710	2184	658	5673	4147	2621	1094	6110	4584	3057	1531	6317	4562	2806	1050	5837	4081	2325	570	5267	3511	1756	0
MPS	6542	0	0	0	6542	0	0	0	6542	0	0	0	6542	0	0	0	6542	0	0	0	6453	0	0	0

ANEXO N PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DE LA MACHICA

Semanas	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Inventario Inicial	15422	12765	10108	7450	4793	2136	6954	4296	1639	6457	3800	1142	5960	3366	772	5653	3059	465	5346	2752	158	5039	2445	2594
Pronóstico	2657	2657	2657	2657	2657	2657	2657	2657	2657	2657	2657	2657	2594	2594	2594	2594	2594	2594	2594	2594	2594	2594	2594	2594
Pedidos	2657	2657	2657	2657	2657	2657	2657	2657	2657	2657	2657	2657	2594	2594	2594	2594	2594	2594	2594	2594	2594	2594	2594	2594
Inventario final	12765	10108	7450	4793	2136	6954	4296	1639	6457	3800	1142	5960	3366	772	5653	3059	465	5346	2752	158	5039	2445	2594	0
MPS	0	0	0	0	0	7475	0	0	7475	0	0	7475	0	0	7475	0	0	7475	0	0	7475	0	2743	0

ANEXO O PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DEL FRÉJOL NEGRO

Semanas	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Inventario Inicial	13204	11165	9126	7087	5047	3008	969	8875	6836	4797	2757	718	8624	6653	4683	2712	741	8715	6745	4774	2803	832	3942	1971
Pronóstico	2039	2039	2039	2039	2039	2039	2039	2039	2039	2039	2039	2039	1971	1971	1971	1971	1971	1971	1971	1971	1971	1971	1971	1971
Pedidos	2039	2039	2039	2039	2039	2039	2039	2039	2039	2039	2039	2039	1971	1971	1971	1971	1971	1971	1971	1971	1971	1971	1971	1971
Inventario final	11165	9126	7087	5047	3008	969	8875	6836	4797	2757	718	8624	6653	4683	2712	741	8715	6745	4774	2803	832	3942	1971	0
MPS	0	0	0	0	0	0	9945	0	0	0	0	9945	0	0	0	0	9945	0	0	0	0	5080	0	0

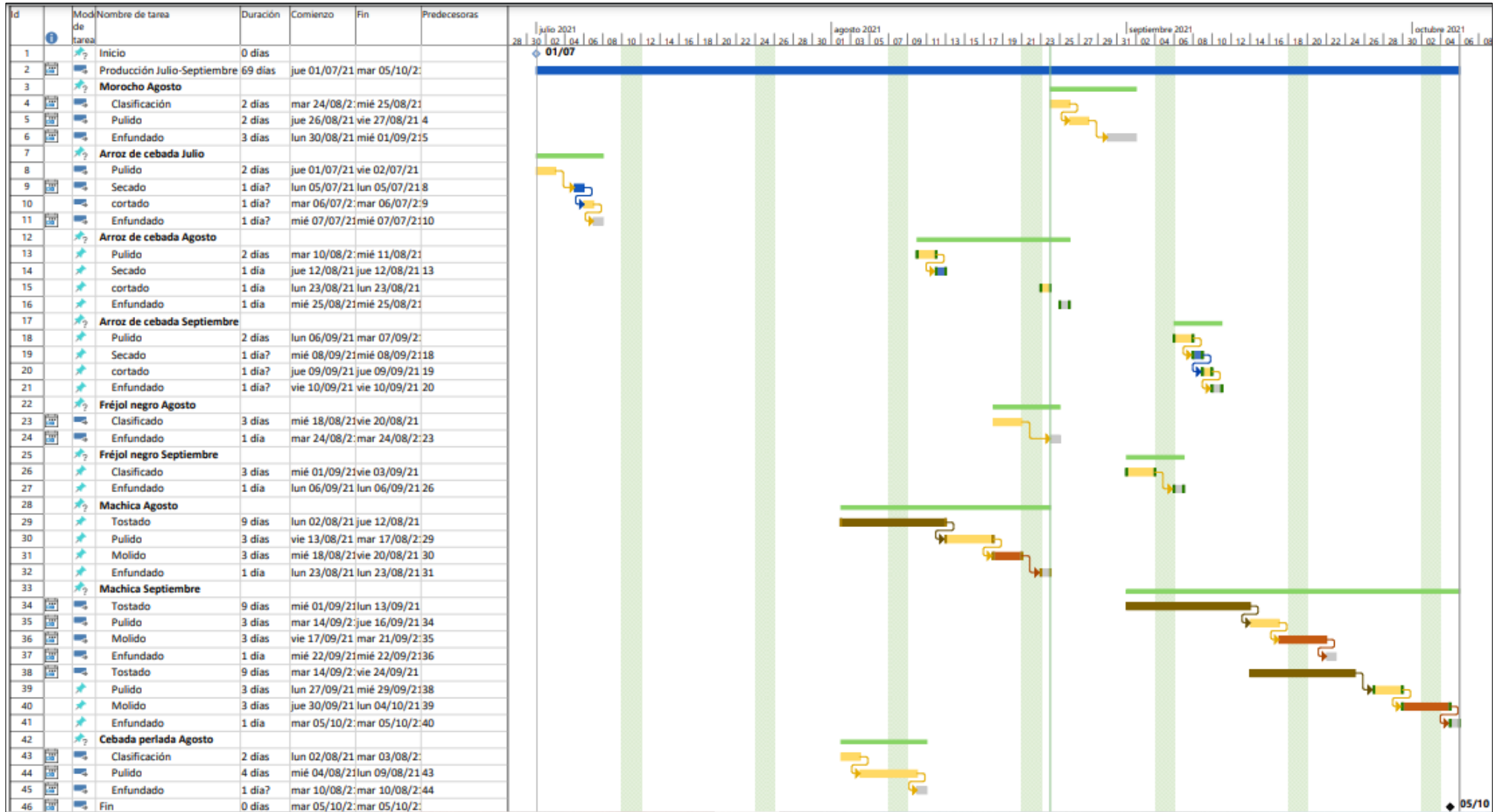
ANEXO P PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DE LA CEBADA PERLADA

Semanas	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Inventario Inicial	3943	3129	2314	1500	686	6443	5628	4814	4000	3186	2371	1557	743	6060	4807	3553	2299	1046	6363	5109	3856	2602	1349	1254
Pronóstico	814	814	814	814	814	814	814	814	814	814	814	814	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254
Pedidos	814	814	814	814	814	814	814	814	814	814	814	814	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254
Inventario final	3129	2314	1500	686	6443	5628	4814	4000	3186	2371	1557	743	6060	4807	3553	2299	1046	6363	5109	3856	2602	1349	1254	0
MPS	0	0	0	0	6571	0	0	0	0	0	0	0	6571	0	0	0	0	6571	0	0	0	0	1159	0

ANEXO Q PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DEL MOROCHO PARTIDO

Semanas	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Inventario Inicial	8322	6933	5544	4154	2765	1376	23240	21850	20461	19072	17683	16293	14904	13430	11956	10482	9008	7534	6060	4586	3112	1638	163	1474
Pronóstico	1389	1389	1389	1389	1389	1389	1389	1389	1389	1389	1389	1389	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474
Pedidos	1389	1389	1389	1389	1389	1389	1389	1389	1389	1389	1389	1389	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474	1474
Inventario final	6933	5544	4154	2765	1376	23240	21850	20461	19072	17683	16293	14904	13430	11956	10482	9008	7534	6060	4586	3112	1638	163	1474	0
MPS	0	0	0	0	0	23253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2785	0

ANEXO R DIAGRAMA DE GANTT DE JULIO-SEPTIEMBRE



ANEXO S DIAGRAMA DE GANTT DE OCTUBRE - DICIEMBRE

