

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y
MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE CON
MENCIÓN EN MODELOS DE OPTIMIZACIÓN”**

TEMA:

Modelo matemático para la planificación agregada de la producción
de pollos al vacío

AUTOR:

LENDY MARÍA SOLEDISPA CABRERA

Guayaquil - Ecuador

2020

Resumen

El consumo de pollo per cápita por ecuatoriano en 2019 fue de 30 kg, acorde con la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador-CONAVE. En consecuencia, las empresas avícolas aspiran un incremento en su productividad, a través de la de tres factores: la optimización de los costos, la maximización de rentabilidad y la satisfacción de los clientes. Esta investigación, está diseñada sobre la empresa de estudio, la cual requirió conocer el nivel de eficiencia, en relación a los tres factores mencionados previamente. Por consiguiente, se emplearon los datos históricos de 2019 de dicha empresa de estudio, para realizar un plan agregado de producción, con la finalidad de maximizar el margen de contribución; así mismo, se utilizaron los datos del primer semestre de 2020 para hacer una proyección del segundo semestre de 2020. En la actualidad, el uso de la programación matemática es de mucha utilidad para la empresa de estudio, que pertenece al sector avícola, por lo que al aplicar un modelo matemático se realizó una adecuada planificación de planeación agregada en base a la capacidad de producción de pollos y otras restricciones relacionadas al costo, para la toma de decisiones en los resultados del modelo. Finalmente, se efectuó una comparación en cuanto a la capacidad de los pollos instaladas en cada una de las granjas, para satisfacer la demanda según el modelo planteado del proyecto, y se alcanzó una solución óptima.

Palabras claves: Optimizar, Planificación agregada, Producción, Restricciones, Rentabilidad.

Abstract

The chicken consumption per Ecuadorian was 30 kg in 2019, according to the National Corporation of Poultry Farmers of Ecuador-CONAVE. Thus, the businesses in the poultry production market are aiming to be more productive throughout three factors: the optimizing of costs, the maximization of profits, and the clients' satisfaction. This investigation was designed in a studied business which required to know the level of efficiency, based on the three factors that were mentioned early. Indeed, historical data from that study company were therefore used to carry out an aggregate production plan in order to maximize the contribution margin; data from the first half of 2020 were also used to make a projection of the second half of 2020. As a matter of fact, it was necessary to define a production's design as an additional strategy to get a marginal contribution. Nowadays, the use of mathematical programming is helpful for the study company that belongs to the poultry market, because the application of a mathematical model let the investigator built a suitable design of the aggregate planning which was based in the chicken's production capacity and other restrictions in costs. At the end, a comparison was performed between the chicken's capacity in each and every farm towards the demand's fulfillment as it was settled by this project's model, reaching an ideal solution.

Keywords: Optimize, Aggregate planning, Production, Constraints, Profitability.

DEDICATORIA

A Dios, a mi compañero eterno Sergio, mis hijas Helen y Sherlin y a mi hermana Johanna, quienes son el pilar fundamental para este logro de este trabajo.

A mis padres, Francisco Soledispa y Carmen Cabrera (+)

A mi Director de Tesis, Ph.D. Kleber Barcia quién me ha sabido instruir con sus sabios conocimientos.

A todos los docentes que dictaron cada una de las materias en esta Maestría, haciendo posible este trabajo de investigación.

Lendy María Soledispa Cabrera

AGRADECIMIENTO

A mi familia por el apoyo que me ha dado en cada segundo de su tiempo, para poder culminar este trabajo, en especial a mi compañero eterno Sergio Bravo por su amor, paciencia y apoyo moral para continuar con esta meta propuesta.

A mis hijas, quienes son mi motivación para seguir adelante.

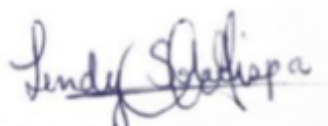
A Johanna Ruíz, por su ayuda incondicional.

A todos los docentes, amigos y compañeros que conocí en esta etapa de la vida y que hicieron posible el desarrollo de este trabajo.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación, me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.



Lendy María Soledispa Cabrera

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



MOREIRA VILLEGAS FRANCISCO ANTONIO
PRESIDENTE



BARCIA VILLACRESES KLEBER FERNANDO
DIRECTOR



RONQUILLO FRANCO CARLOS ALFREDO
EVALUADOR / PRIMER VOCAL



RAMOS DE SANTIS PEDRO
EVALUADOR / SEGUNDO VOCAL

ABREVIATURAS

ALA	Latin American Poultry Association o Asociación Latinoamericana de Avicultura Institución líder de avicultura latinoamericana que contribuye al fortalecimiento de la producción eficiente y responsable, proveyendo seguridad alimentaria
CFN	National Finance Corporation o Corporación Financiera Nacional es una institución Financiera Pública, cuya misión consiste en impulsar el desarrollo de los sectores productivos y estratégicos del Ecuador, a través de múltiples servicios financieros y no financieros alineados a las políticas públicas.
CONAVE	National Poultry Corporation o Corporación Nacional de Avicultores es una Institución sin fines de lucro, que busca mejorar la cadena productiva del sector avícola, divulgando conocimientos técnicos, y promoviendo la libre competencia.
GAMS	General Algebraic Modeling System o Sistema de Modelación Algebraica General, permite resolver problemas matemáticos de optimización, lineales y no lineales.
INEC	National Institute of Statistics and Census o Instituto Nacional de Estadística y Censo Institución encargada de generar estadísticas oficiales del Ecuador.
PIB	Gross domestic product o Producto Interno Bruto es la suma de los bienes o servicios finales en un periodo fiscal producidos en un país.
PL	LP- Linear Programming o Programación Lineal – Es una habilidad matemática que permite optimizar una función objetivo junto a varias restricciones y variables.
PLE	Linear Integer Programming o Programación Lineal Entera – Modelo matemático en la que todas sus variables únicamente pueden tomar valores enteros.
PLEM	Mixed Integer Linear Programming o Programación Lineal Entera Mixta - Modelo matemático en la que las variables continuas y las variables solo pueden tomar valores enteros.
CPLEX	Resuelve problemas extensos y difíciles muy rápido y en el mínimo tiempo y soluciona algoritmos lineales, PLE y cuadráticos.

ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	I
Abstract	II
ABREVIATURAS.....	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Alcance del proyecto.....	5
1.5. Metodología	5
1.6. Estructura del proyecto	5
CAPÍTULO 2.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Formulación de modelos de matemáticos en empresas avícolas.....	7
2.2. Modelos matemáticos	8
2.3. Modelo de planificación agregada de la producción	9
2.3.1. Planificación agregada en la jerarquía de la planificación	9
2.4. Características principales de la planificación agregada.....	10
2.4.1. Características temporales.....	10
2.4.2. Criterios de evaluación	11

2.4.3.	Variables de decisión	12
2.4.4.	Restricciones.....	13
2.5.	Métodos para la planificación agregada.....	13
2.5.1.	Métodos de comparación de alternativas	14
2.5.2.	Métodos con reglas de decisión	14
2.5.3.	Métodos basados en modelos de programación lineal.....	14
2.6.	Planificación agregada mediante programación lineal.....	14
2.7.	Cadena de producción de la industria avícola	16
2.7.1.	Producción	16
2.7.2.	Industrialización.....	17
2.7.3.	Comercialización	17
CAPÍTULO 3.....	19	
3. METODOLOGÍA	19	
3.1.	Diagnóstico de la situación actual.....	19
3.2.	Descripción del proceso producción de pollo.....	20
3.2.1.	Diagrama de flujo del proceso de producción de pollo al vacío.....	20
3.2.2.	Descripción de proceso de producción de pollos al vacío	24
3.3.	Indicadores relevantes para la producción de pollos	33
3.3.1.	Costos de Producción	33
3.4.	Planificación agregada de la producción.....	38
3.4.1.	Variables de un plan agregado de producción	39
3.4.2.	Plan agregado de producción método mixto	39
CAPÍTULO 4.....	52	
4. MODELO MATEMÁTICO DE PLANEACIÓN AGREGADA	52	
4.1.	Descripción del modelo.....	52
4.1.1.	Características.....	52

4.1.2. Modelo avícola	53
4.2. Datos del modelo	54
4.2.1. Conjunto	54
4.2.2. Datos	54
4.2.3. Parámetros	55
4.2.4. Scalar	56
4.2.5. Variables	56
4.2.6. Función objetivo	57
4.2.7. Restricciones	57
4.3. Resultados obtenidos.....	59
4.3.1. Análisis	59
4.3.2. Resultado función objetivo	59
4.3.3. Cantidad óptima de pollos a producir	60
4.4. Comparación de costos de producción	63
4.5. Pronóstico del segundo semestre de la demanda 2020	69
4.6. Resultado con demanda proyectada	71
4.6.1. función objetivo con demanda proyectada	71
4.6.2. Cantidad de pollitos BB que deben ingresar a las granjas con demanda proyectada expresado en unidades.....	72
4.6.3. Cantidad óptima de pollos a producir con demanda proyectada	72
4.6.4. Cantidad de alimento requerido expresado en kilogramos.....	75
CAPÍTULO 5.....	77
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
5.1. Conclusiones	77
5.2. Recomendaciones	78
BIBLIOGRAFÍA	80

ANEXOS.....	84
ANEXO A: Estructura de modelo matemático en GAMS	84
ANEXO B: Codificación del modelo en GAMS	87
ANEXO C: Nómina de galponeros, 2019	88
ANEXO D: Nómina de Administrativos, 2019	97
ANEXO E: Nómina de galponeros, 2020	99
ANEXO F: Nómina de administrativos, 2020	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Producción de carne de pollo en Ecuador	2
Figura 2.1 Planificación jerárquica de la producción	10
Figura 2.2 Esquema de producción avícola en el Ecuador	18
Figura 3.1 Proceso de producción de pollo al vacío	21
Figura 3.2 Llenado del buche después de 24 horas	25
Figura 3.3 Ajuste de la altura de los bebederos	29
Figura 3.4 Vacunación de los pollos	30
Figura 4.1 Infraestructura de la granja con 5 galpones	53
Figura 4.2 Resumen de costo de producción 2019-2020.....	68
Figura 4.3 Demanda de producción de pollo de la empresa de estudio, 2020	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Producción de carne de pollo Latinoamérica y el Caribe	1
Tabla 1.2 Producción de carne de pollo en Ecuador	2
Tabla 2.1 Características de los modelos lineales de planificación	16
Tabla 3.1 Equipos para el faenamiento de pollos	19
Tabla 3.2. Personal avícola.....	20
Tabla 3.3 Temperatura durante la crianza	26
Tabla 3.4 Recomendaciones de intensidad de luz y fotoperiodo	27
Tabla 3.5 Signos de enfermedad	27
Tabla 3.6 Consumo normas de agua	28
Tabla 3.7 Requerimientos mínimos de tipos de bebederos	29
Tabla 3.8 Porcentajes de costos para la producción de pollos	34
Tabla 3.9 Consumo de alimento por pollo.....	35
Tabla 3.10 Mano de obra directa	36
Tabla 3.11 Paradas de maquinarias vs. Improductividad pollos / hora aproximadamente	37
Tabla 3.12 Parámetros del Plan agregado de producción	41
Tabla 3.13. Demanda Vs. Oferta 2019.....	42
Tabla 3.14 Plan agregado de producción método mixto	49
Tabla 4.1 Costo unitario de pollos BB	54
Tabla 4.2. Representación de % de ventas y precios	55
Tabla 4.3 Tasa de mortalidad	55
Tabla 4.4 Consumo y costo de alimento por proceso	56
Tabla 4.5 Resultado de la función objetivo	60
Tabla 4.6 Cantidad óptima de pollos a producir en el proceso $j=5$ en la granja g en el periodo t	61
Tabla 4.7 Cantidad de alimentos consumidos en el 2019.....	62
Tabla 4.8 Rubros para el cálculo de costos de mortalidad de los pollos.....	63
Tabla 4.9 Costos de mortalidad de los pollos	64
Tabla 4.10 Costos de la materia prima	64
Tabla 4.11 Costos de la materiales indirectos	65
Tabla 4.12 Costos de salarios y beneficios de 231 galponeros	66

Tabla 4.13 Costos de producción.....	66
Tabla 4.14 Detalle de costos de salarios personal administrativo.....	67
Tabla 4.15 Resusmen de costos de producción 2019-2020	67
Tabla 4.16 Resultado de función objetivo menos costos	68
Tabla 4.17 Demanda producción de pollo primer semestre 2020.....	69
Tabla 4.18 Proyección de demanda segundo semestre, 2020	70
Tabla 4.19 Resultado de la función objetivo	71
Tabla 4.20 Cantidad de pollitos BB que ingresan en en la granja g, periodo t.....	73
Tabla 4.21 Cantidad óptima de pollos a producir en el proceso $j=5$ en la granja g en el periodo t	74
Tabla 4.22 Cantidad de galponeros a utilizarse por mes	75
Tabla 4.23 Cantidad de alimento requerido en en la granja g, periodo t expresado en kg	76

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La producción de aves de corral va en aumento, por el alto consumo de este producto a nivel mundial, en Latinoamérica y el Caribe, como se muestra en la tabla 1.1 la producción de carne de pollo entre los años 2007 al 2016 fue de 219.626,30 miles de toneladas de peso eviscerado, en el cual se visualiza el incremento en porcentaje entre el 8% al 12% anualmente en la producción de carne de pollo Latinoamérica y el Caribe (Miles de toneladas de peso eviscerado) (Asociación Latinoamericana de Avicultura, 2018).

Tabla 1.1 Producción de carne de pollo Latinoamérica y el Caribe

(Miles de toneladas de peso eviscerado)

Años	Producción de carne de Pollo	% incremento
2007	17.828,20	8%
2008	19.498,10	9%
2009	19.627,80	9%
2010	20.897,70	10%
2011	22.072,70	10%
2012	22.271,80	10%
2013	22.915,50	10%
2014	23.819,50	11%
2015	24.444,60	11%
2016	26.250,40	12%
Total	219.626,30	

Fuente: Asociación Latinoamericana de Avicultura - ALA

En el Ecuador, la producción de carne de pollo, en los últimos 20 años, se ha incrementado en un 400% (Conave 2015), por su bajo precio de venta al público y porque es un alimento saludable y nutritivo, entre los años 2007 al 2016 la

producción de carne de pollo en miles de toneladas de peso eviscerado fue de 3,469.50 como se muestra en la tabla 1.2 con un incremento entre el 9% al 12% anualmente en la producción y en la figura 1.1 se muestra la producción de carne de pollo en Ecuador (Asociación Latinoamericana de Avicultura, 2018), con la línea de tendencia en aumento.

Tabla 1.2 Producción de carne de pollo en Ecuador

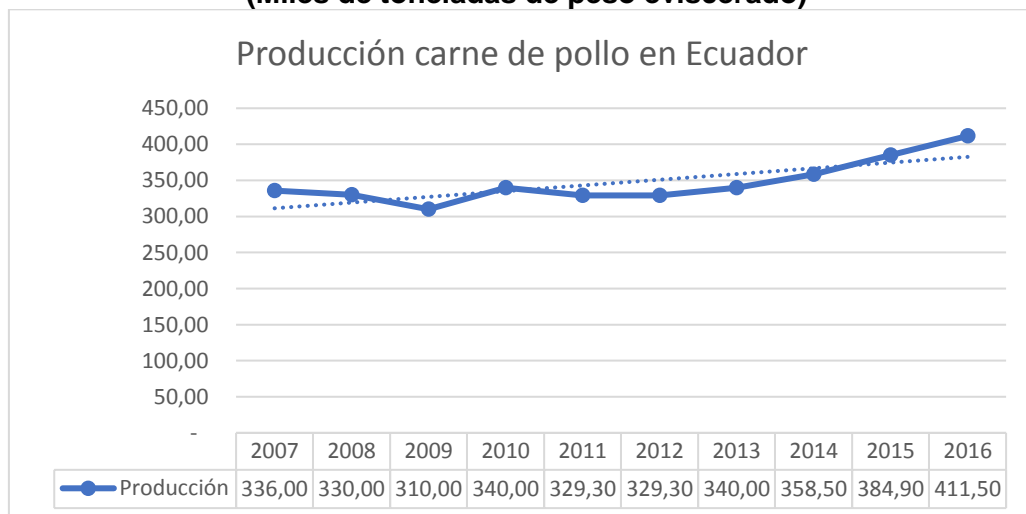
(Miles de toneladas de peso eviscerado)

Años	Producción de Carne de pollo	%
2007	336,00	10%
2008	330,00	10%
2009	310,00	9%
2010	340,00	10%
2011	329,30	9%
2012	329,30	9%
2013	340,00	10%
2014	358,50	10%
2015	384,90	11%
2016	411,50	12%
Total	3.469,50	

Fuente: Asociación Latinoamericana de Avicultura

Figura 1.1 Producción de carne de pollo en Ecuador

(Miles de toneladas de peso eviscerado)



Fuente: Asociación Latinoamericana de Avicultura

Entre los años 2013 y 2016, según datos del INEC, 2016 se disminuyó la crianza de pollos y gallinas en el campo un 27%, por lo que incrementó la crianza de estas aves en las avícolas, se estima en promedio el 99% de la producción nacional de pollos y gallinas se destinó a la venta (Corporación Financiera Nacional, 2017).

En el año 2018, en Ecuador se produjo 340 millones de pollo, la ciudadanía consume aproximadamente 32 kilos por persona al año (Diario "El Comercio", 2019).

La tendencia de consumo de pollos va en crecimiento, las empresas dedicadas a la crianza, faena, almacenamiento y comercialización de pollos deben satisfacer la demanda de este producto, por lo que es primordial mantener la producción óptima, con el fin de maximizar ganancias, sin pasar por alto la calidad e inocuidad del producto.

Por lo que es fundamental mantener una planificación adecuada, en cada una de las áreas que forman la cadena productiva, a fin de asegurar la producción que permita abastecer diariamente la demanda de los clientes.

1.2. Planteamiento del problema

En los últimos años el consumo de carne de pollo en el mercado ecuatoriano está considerado como uno de los rubros más altos en lo que respecta a productos alimenticios, de acuerdo con los indicadores del sector avícola, el consumo de aves incremento de 50 millones a 233,5 millones durante 25 años, así como demás productos que generan de su producción, además este sector representó el 27% del PIB agropecuario (Conave 2015) (El Universo, 2015)

En el Ecuador, en los últimos 20 años, la producción avícola aumento un 400%, la provincia del Oro es donde se concentra el 60% de la crianza de pollo, el 20% en la provincia del Guayas y en las provincias de Santa Elena y Manabí el 10% cada una. (Conave 2015) (Ecuadorinmediato, 2015)

La entidad de estudio es una empresa del sector avícola dedicada a la crianza, procesamiento y comercialización de pollos al vacío para el consumo masivo en la ciudad de Guayaquil, en los últimos años la demanda excesiva del producto no permite abastecer diariamente las solicitudes de los clientes mayoristas que a su vez distribuyen el producto a consumidores finales y minoristas.

Partiendo de la necesidad expuesta, se plantea diseñar un modelo matemático que permita la eficiente producción y comercialización de pollos al vacío para abastecer la demanda diaria considerando los costos asociados, mano de obra, alimentación, capacidad de producción, tasas de mortalidad del pollo, tipos de pollo etc.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un modelo matemático optimizando la cantidad de producción de pollos al vacío en busca de la satisfacción de la demanda diaria de los distribuidores mayoristas y supermercados al costo óptimo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar la capacidad instalada de cada granja, relacionada con la cantidad óptima de pedidos de pollitos BB a los proveedores.
- Definir un modelo matemático para la producción de pollos en las diferentes granjas de la empresa reproductora, en base a la demanda de los clientes.
- Determinar el impacto y optimizar los costos relacionados con la producción de pollos en las granjas.
- Evaluar la aplicabilidad del modelo en relación con la realidad, de manera que esta herramienta aporte en la toma de decisiones.

1.4. Alcance del proyecto

Este estudio se realiza en una empresa reproductora de pollos al vacío ubicada en la provincia del Guayas, que posee 6 granjas de reproducción en diferentes ciudades, con una capacidad total de 300,000 pollos al mes.

1.5. Metodología

A través de un modelo de planeación agregada se determina la cantidad de producción de pollos de acuerdo con la demanda histórica considerando el tiempo de la mano de obra, si se necesita la contratación de personal en tiempos picos, y el control del personal en las horas estacionadas.

Para conocer la cantidad de pollos a producir, a fin de satisfacer la demanda a los distribuidores mayoristas y supermercados al costo óptimo se desarrolla a través de la codificación del modelo mediante programación lineal con la herramienta Sistema General de Modelaje Algebraico (GAMS), desde una formulación matemática hasta la obtención de los resultados del modelo propuesto.

1.6. Estructura del proyecto

Este proyecto de titulación se divide en 5 capítulos, el capítulo 1 se enfoca en conocer los antecedentes de la producción y consumo de pollos en Latinoamérica y el Caribe, la definición del problema, objetivo general y específicos y la metodología que se aplica para el desarrollo de este proyecto de titulación. En el capítulo 2, se presenta el marco teórico, se muestra la revisión bibliográfica de los trabajos realizados sobre el tema.

En el capítulo 3 se presenta la metodología, descripción del proceso de producción y los principales indicadores en la producción de pollos, tales como el porcentaje de mortalidad, peso promedio y conversión alimenticia y la formulación y desarrollo del modelo matemático, en esta etapa se describe la planificación agregada de producción, con respecto a la demanda histórica de 2019.

En el capítulo 4, se muestra la implementación del modelo matemático, los parámetros, variables, restricciones requeridos para el funcionamiento del modelo y los resultados obtenidos una vez corrido el modelo en la herramienta Sistema General de Modelaje Algebraico (GAMS), finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación en el capítulo 5.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Formulación de modelos de matemáticos en empresas avícolas

La avicultura industrial es uno de los sistemas más exitosos, esto se basa en una adecuada organización dentro de los sistemas de integración vertical, aplicación de ciencia y tecnología y al desarrollo de productos con valor agregado. Las empresas avícolas grandes se encuentran utilizando modelos matemáticos para el gerenciamiento y la creación de nuevos o mejores productos, para optimizar costos y obtener procesos eficientes (Oviedo, 2002).

En la utilización de estos modelos, las empresas avícolas deben controlar muchas variables, cualquier decisión que afecte a las variables, pueden tener un efecto en cadena productiva.

Dentro de las prácticas de muchas empresas avícolas, está el uso de modelos matemáticos; por ejemplo, el caso de Sadia en el Brasil ésta compañía es la mayor productora de aves de corral en Brasil, su producción anual aproximadamente es de 300 millones de pollos y 11 millones de pavo, por lo que los niveles de producción han llevado a esta empresa al uso de modelos matemáticos (Taube, 1996).

Los objetivos están encaminados con la obtención de una mejor conversión de alimentos de las aves, el cumplimiento diario del plan de producción y ampliar los rangos de propiedad de estudios de precios y de escenarios de demandas, lo cual les ha facilitado en la toma de decisiones y al buen manejo de los recursos económicos (Taube, 1996).

Los modelos matemáticos permiten determinar aproximadamente en un 97% la mejora en la optimización de los recursos para la producción avícola, por medio de base de datos reales y actuales, los puntos óptimos apropiados de producción

y de la distribución de los recursos de las empresas, por lo que es posible mejorar la planeación y el control de las actividades diarias, de manera que exista mayor flexibilidad en el sistema de precios y demandas de mercado (Oviedo, 2002).

2.2. Modelos matemáticos

Los modelos son planteados para convertir los conceptos y conocimientos relacionados con un problema en cuestión, en una serie de ecuaciones o inecuaciones matemáticas que pueden describir el proceso, problema o sistema, y después de ser implementadas en un software, como la herramienta Sistema General de Modelaje Algebraico (GAMS) o Xpress Solver, simular de manera virtual y obtener los valores óptimos que satisfagan condiciones (Oviedo, 2002).

La aplicación de modelos matemáticos permite a las empresas tomar adecuadas decisiones por medio de análisis y escenarios alternativos basados en pronósticos.

Se basa en un conjunto de procesos estructurados, análisis y detección de las relaciones entre los datos proporcionados los cuales establecen supuestos y aproximaciones en la presentación de los problemas, mostrando la solución a través de el uso de algoritmos específicos (Ramos, Sánchez, Ferrer, Barquín, & Linares, 2010).

La modelización matemática es un proceso dinámico que nos ayuda a entender ciertos problemas o alguna situación de interés [...], y que frecuentemente en la búsqueda de modelos matemáticos que permiten una percepción intensa de situaciones reales (Bassanezi & Biembengut, 1997).

En una empresa avícola a través de la programación lineal, se determinó la optimización en el costo de la dieta balanceada para alimento de pollos, se determinó las variables de decisión sujetas a restricciones, a fin de obtener la mezcla óptima al mejor precio, y se concluye que por medio de la programación lineal se obtuvo el nutriente al mínimo costo para la empresa (Vargas Melo &

Gutiérrez Ascón, 2018).

2.3. Modelo de planificación agregada de la producción

La planificación agregada trata de la determinación de un plan de producción, es un proceso continuo con el fin de determinar previamente decisiones que permitan optimizar el uso de los recursos, sin una planificación adecuada no es posible gestionar de una forma correcta el sistema productivo, esta debe contar con pronósticos sobre la demanda, de modo que, se debe conocer las circunstancias que se producirán para anticiparse a las mismas, por lo que es importante conocer la información sobre demanda, las capacidades, la disponibilidad de recursos y los costos (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007).

La Planeación agregada como un método para determinar la cantidad de producción y su desarrollo en el tiempo a medio plazo, por lo que se refieren a la fuerza laboral, a la cantidad de producción y niveles de inventario en orden a fin de satisfacer la demanda de los clientes por un tiempo específico a medio plazo (Heizer, 2009).

2.3.1. Planificación agregada en la jerarquía de la planificación

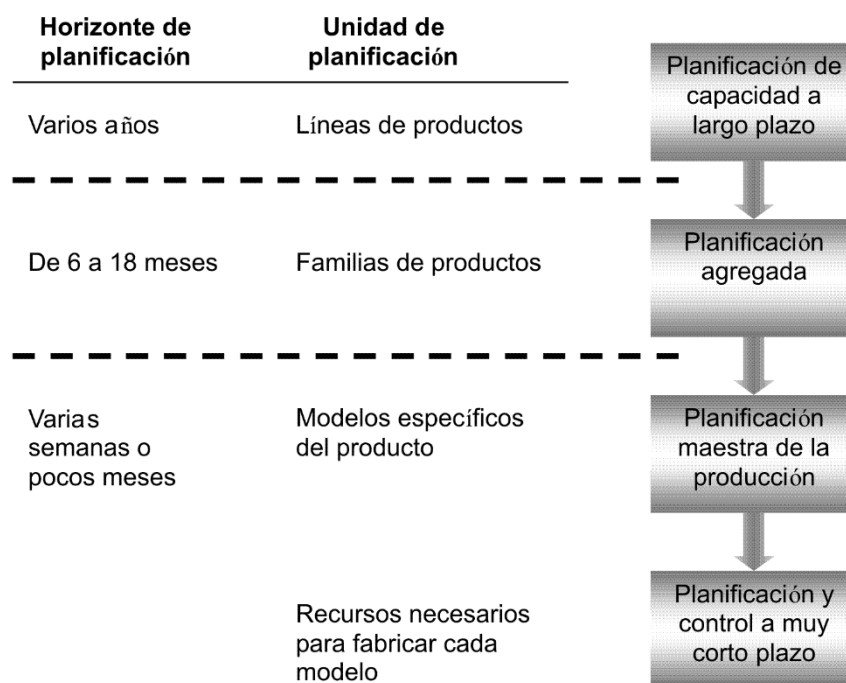
La figura 2.1 muestra la jerarquía de los planes de la función productiva inicia de la planificación de capacidad a largo plazo, con un horizonte de planificación mayor a un año, esto quiere decir que la planificación será de varios años, en este nivel se determina capacidad instalada (instalaciones, proveedores, procesos productivos, etc.), que se convierte en limitación para los planes de orden inferior (Miranda, 2005).

El siguiente nivel lo constituye la planificación agregada o a medio plazo, que con un horizonte de planificación de entre 6 y 18 meses, determina la fuerza de trabajo necesaria, la tasa de producción, el nivel de stock, contratos de suministros a medio plazo, etc (Miranda, 2005).

En corto plazo se realiza la planificación maestra de producción que, partiendo de

las restricciones establecidas en el plan agregado, determina la cantidad a fabricar de cada artículo, así mismo se conoce cuando se debe iniciar dicha producción. La jerarquía de planes analiza con la programación y control de la producción a corto plazo, en la que se procede a asignar la producción a cada centro de trabajo, se consideran los tiempos de servicio de los procesos, se controla el correcto cumplimiento de los plazos de entrega, etc (Miranda, 2005).

Figura 2.1 Planificación jerárquica de la producción



Fuente: Miranda et al., 2005

2.4. Características principales de la planificación agregada

Es importante determinar características referidas tales como el tiempo que se desea planificar, criterios de evaluación, variables necesarias y las restricciones que deben contemplarse (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007).

2.4.1. Características temporales

Desde la perspectiva de Boiteux, Corominas & Lusa (2007), se detallan los atributos de la planificación agregada; el primero, es el horizonte temporal, determinado como la temporalidad en la que se estimada la ejecución de un plan,

siendo este un tiempo entre 6 y 18 meses.

La segunda característica, se trata de los periodos o segmentos temporales, Boiteux, Corominas & Lusa (2007) lo definen como: “segmentos de tiempo que componen al horizonte temporal para establecer el nivel específico de fuerza de trabajo, la tasa de producción, los niveles de inventario aceptables para ese periodo de tiempo, entre otras decisiones.” (pág. 7) Cabe recalcar, que el plazo temporal para estos segmentos es máximo un mes.

Otra de las características es el plazo de rigidez, es el tiempo aproximado de 2 a 4 meses en donde sucede la toma de decisión para la planificación. La frecuencia o ritmo de revisión, es una característica esencial, ya que:

Depende de aspectos tecnológicos y organizativos, las decisiones se caracterizan por una determinada inercia que impide cambiarlas de manera instantánea; además, es frecuente que la frecuencia de revisión sea diferente para un cierto tipo de aspectos que, para otro, e incluso puede resultar variable con el tiempo (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007, pág. 7).

Es de suma importancia, tomar en cuenta los factores inherentes a la planificación agregada, tales la tipología de los mercados en la que se encuentra la empresa, así mismo se encuentra la cantidad y calidad de producto brindado por los abastecedores de materias primas, además de la naturaleza del ejercicio empresarial y los controles internos. (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007).

2.4.2. Criterios de evaluación

2.4.2.1. Criterios Económicos:

Maximizar el beneficio, cuando el ingreso es constante (se cubre toda la demanda y los precios de venta son constantes), es equivalente a minimizar los costos. Entre los costos se suelen considerar (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007):

- Mano de Obra: es el esfuerzo físico realizado por los empleados, para lograr un producto final, a mayor producción se requiere mayor mano

de obra.

- Contrataciones: es la selección de las vacantes, para que ejerzan un trabajo en la empresa, el cual incurre en costos de publicidad, programas para exámenes de aptitud física.
- Despidos: se dan cuando el empleador finaliza el contrato laboral con su empleado.
- Horas extras: son costos que generan las horas laboradas fuera de la jornada normal de trabajo.
- Subcontrataciones: es la compra de un producto o servicio a una empresa externa, por falta de capacidad dentro de la empresa.
- Inventarios: son los productos que hay dentro de una empresa en stock que generan costo por mantener ese producto, por ejemplo en una empresa de alimentos perecederos.
- Ruptura de Stock: Se produce cuando la empresa no tiene suficiente producto o mercadería, para efectuar el pedido de los clientes.
- Costos de Oportunidad: Es el costo al que se renuncia cuando se selecciona otro costo, eligiendo el que me proporciones mayor rentabilidad.
- Costos Financieros: se derivan de la adquisición de créditos bancarios, para pagar a proveedores, sueldos, horas extras por la producción.

2.4.2.2. Otros criterios:

Otros criterios de forma indirecta que también se pueden mencionar, aparte de los criterios económicos son (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007):

- Minimizar los retrasos en las entregas de los pedidos
- Minimizar las variaciones en el nivel de fuerza de trabajo
- Minimizar las variaciones en el nivel de producción

2.4.3. Variables de decisión

Entre las principales variables de decisión se encuentran (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007):

- Inventario: son los que encarecen los costos de mantenimiento
- Nivel de fuerza laboral: esta variable acopla la fuerza laboral, con el fin de distribuir la demanda con la producción.
- Nivel de Producción: es la capacidad de la producción que tiene la empresa.
- Subcontratación: es la compra de un producto o servicio a una empresa externa, por falta de capacidad dentro de la empresa
- Horas de trabajo: es el tiempo de trabajo establecido en una empresa, lo normal son 8 horas diarias

2.4.4. Restricciones

La asignación de los recursos para la ejecución de tareas, dentro de cualquier tipo de sistemas, se encuentra ligada a una serie de restricciones; de tal manera, Boiteux, Corominas, & Lusa (2007) desde la perspectiva de Eilon (1986), especifican los parámetros de dichas restricciones:

- Especificaciones del producto: Se refiere a características físicas, químicas y de calidad.
- Restricciones técnicas: Capacidad de las máquinas y las personas para realizar cierta actividad.
- Requerimiento del mercado: Respecto a las fechas de entrega y a la necesidad de evitar ruptura de stock.
- Aspecto de operación: Capacidad y disponibilidad de instalaciones y al medio físico, con las limitaciones impuestas a las horas suplementarias y complementarias y/o contratación (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007).

2.5. Métodos para la planificación agregada

Los métodos para la planificación agregada para la resolución de problemas se pueden clasificar de la siguiente forma: (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007):

- Métodos de comparación de alternativas
- Métodos con reglas de decisión
- Métodos basados en modelos de programación lineal

2.5.1. Métodos de comparación de alternativas

Por medio de la selección de los criterios de evaluación, y empleando métodos de corte cuantitativo, se llegan a obtener planes alternativos, siendo la finalidad agilizar y facilitar al investigador la evaluación. (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007).

2.5.2. Métodos con reglas de decisión

Por medio de expresiones matemáticas lineales o no, proporciona un plan agregado (nivel de producción, nivel de fuerza de trabajo, horas extras, stock, etc.) a partir de los datos (pronósticos de demanda, costos, stocks actuales, etc.), (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007).

2.5.3. Métodos basados en modelos de programación lineal

Existen varios métodos de programación lineal, pero el método de suma importancia para resolver los problemas de la planificación agregada en una empresa es la programación lineal. Cabe mencionar que (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007), indica que los métodos más referentes son los métodos de transporte de Bowman, LDR y el modelo de programación lineal de Hanssmann – Hess así también como el método de la planificación agregada mediante programación lineal

2.6. Planificación agregada mediante programación lineal

A través de herramientas eficaces se pueden resolver los modelos de planificación agregada, como los que se detallan a continuación: programación lineal (PL), programación lineal entera (PLE) y programación lineal entera mixta (PLEM) (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007).

En los modelos de planificación agregada mencionados en el párrafo anterior, existen importantes características de los problemas de planeación modelizados que se mencionan en la tabla 2.1, los cuales muestran el horizonte temporal de planificación para llevar a cabo el plan agregado puede estar compuesto por un solo periodo, o por múltiples periodos de planificación. (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007).

Al momento de definir el plan agregado de producción, se debe de decidir si se va a producir uno o multiples productos los cuales contienden a los mismos recursos, estos pueden ser: recursos críticos uno o múltiples, como la mano de obra, materia prima, maquinaria, costos entre otros (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007).

Así también, algunas empresas se admite y otras no, la ruptura de inventario para incurrir en la toma de diferentes alternativas como la división de la demanda o los retrasos de los pedidos.

Al analizar la producción en una empresa, existen situaciones en que la demanda es determinística, o sea que es conocida, pero en algunos casos es no determinística, quiere decir que es incierta.

La plantilla de la fuerza laboral puede ser considerada, sin tener que recurrir al empleo y despido de personal, o variable (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007).

Las instalaciones en una organización pueden ser fijas, o variables dependiendo de la flexibilidad, del nivel de producción necesario y de los tipos de productos, como son: rutas alternativas en la misma planta; plantas de fabricación distintas; métodos distintos de producción, etc. El nivel de producción, dependiendo de las estrategias de planificación implementadas, puede ser constante o variable. En una compañía dependiendo de la naturaleza del producto que elabora, perecedero o no, de la capacidad de la instalación y de los costos que producen, se puede mantener stock o no. La función objetivo del modelo puede contemplar un solo criterio, o múltiples criterios de planificación agregada (Boiteux, Corominas, & Lusa, 2007).

Tabla 2.1 Características de los modelos lineales de planificación

Características de los modelos lineales de planificación	
Horizonte	Mono-periodo
	Multi-periodo
Producto	Mono-producto
	Multi-producto
Reursos críticos	Uno
	Multi-recursos
Etapas de fabricación	Mono-etapa
	Multi-etapa
Ruptura de Stock	No se admite
	Retrasos/pérdidas
Demanda	Determinística
	No-determinística
Plantilla	Fija
	Variable
Instalaciones	Definidas
	Variables
Nivel de producción	Constante
	Variable
Procesos	Definidos
	Variables
Stocks	Se puede almacenar
	No se puede almacenar
Función objetivo	Mono-criterio
	Multi-criterio

Fuente: Boiteux, O. D., Corominas Subias, A., & Lusa García, A. (2007).

2.7. Cadena de producción de la industria avícola

Desde Rosales (2015), menciona la expansión del sector avícola se encuentra en un proceso de mejoramiento, tanto en el “desarrollo, tecnificación y especialización” (pág. 30). Los procesos de producción de la cadena avícola poseen diferentes fases, las cuales tienen el propósito de la transformación de un producto final hasta lograr la complejión y su distribución en el mercado.

2.7.1. Producción

Aquí se necesitan los insumos necesarios para la recepción de los pollos BB, el proceso inicia en las granjas progenitoras, donde se crían los pollos, que serán los padres futuros reproductores.

En Ecuador en el sector avícola, se diferencian procesos afines con la producción, la industrialización y la comercialización como se muestra en la figura 2.2 Esquema de producción avícola en el Ecuador.

Dentro del proceso de producción se encuentra la crianza y obtención de gallinas reproductoras, gallinas ponedoras y los pollos para consumo de carne, (Rosales, 2015).

Las granjas deben ser desinfectadas, de acuerdo con el control sanitario para recibir a los pollitos.

2.7.2. Industrialización

En el proceso de industrialización se muestra el sacrificio, faenamiento y procesamiento de pollos destinados al consumo de carne, se utilizan equipos apropiados aplicando los debidos procedimientos para evitar la contaminación de la carne de pollo.

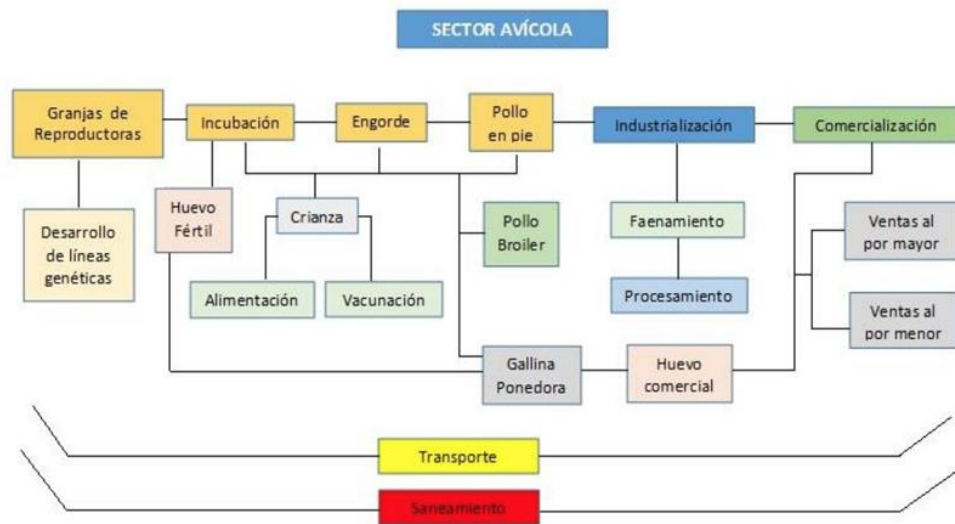
2.7.3. Comercialización

Por último, se encuentra el proceso de comercialización, dentro del cual se desglosan las ventas al por mayor y por menor tanto de pollo en pie o faenado y procesado, en el proceso de comercialización se puede encontrar también la venta de huevo comercial destinado al consumo.

Así también, en el proceso de producción y comercialización de aves incluye la crianza, la cual abarca la alimentación y el correspondiente control sanitario, en esta etapa intervienen medianos agricultores que entregan el maíz y la soya a las plantas de balanceados para la elaboración de alimentos (León, 2010).

Así mismo, contempla el transporte y saneamiento, requeridos a lo largo de todo el proceso de comercialización y crianza de las aves de corral.

Figura 2.2 Esquema de producción avícola en el Ecuador



Fuente: Superintendencia de Control del Poder de Mercado, 2015)

La figura 2.2 muestra, que la cría de las gallinas reproductoras se relacionan con los procesos productivos de aves, de donde se obtienen los huevos fértiles, los cuales son trasladados a las plantas de incubación donde son sometidos a diferentes procesos, a partir de los cuales se incuban pollos y son destinados al consumo (distribuidos a las granjas de engorde) y las gallinas ponedoras o pollas comerciales (destinadas a la producción de huevos de consumo), mismas que son distribuidas a las granjas de cría, donde permanecen semanas hasta que están aptas para pasar a la etapa de postura, la cual se realiza en granjas de postura (Rosales, 2015).

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

3.1. Diagnóstico de la situación actual

La entidad de estudio es una empresa del sector avícola dedicada a la crianza, procesamiento y comercialización de pollos al vacío para el consumo masivo en la ciudad de Guayaquil.

Esta avícola cuenta con granjas de reproducción, granjas de engorde de pollos en diferentes ciudades, con una capacidad total de 300.000 pollos al mes, la planta de faenamiento, donde se procesan los pollos tiene una superficie de 2.600 m^2 , la planta cuenta con los siguientes equipos de faenamiento para pollos y se detallan en la tabla 3.1:

Tabla 3.1 Equipos para el faenamiento de pollos

Etapas	Equipos
Faenado	Transportador aéreo
	Aturdidor
	Escaldadora
	Desplumadora contrarrotante
Línea de Eviscerado	Transportadores aéreos
Enfriamiento (Hidratación)	Chiller
Empaque	Balanzas electrónicas
Refrigeración	Refrigerador mecánico

Fuente: Empresa de estudio, 2020

Los pollos al vacío se comercializan a través de las diferentes distribuidoras y puntos de ventas en la provincia del Guayas, que a su vez distribuyen el producto a consumidores finales y minoristas.

Para el funcionamiento de las operaciones de esta empresa para la crianza, faenamiento, comercialización de los pollos al vacío y actividades administrativas, la entidad de estudio cuenta con el personal detallado en la tabla 3.2:

Tabla 3.2. Personal avícola

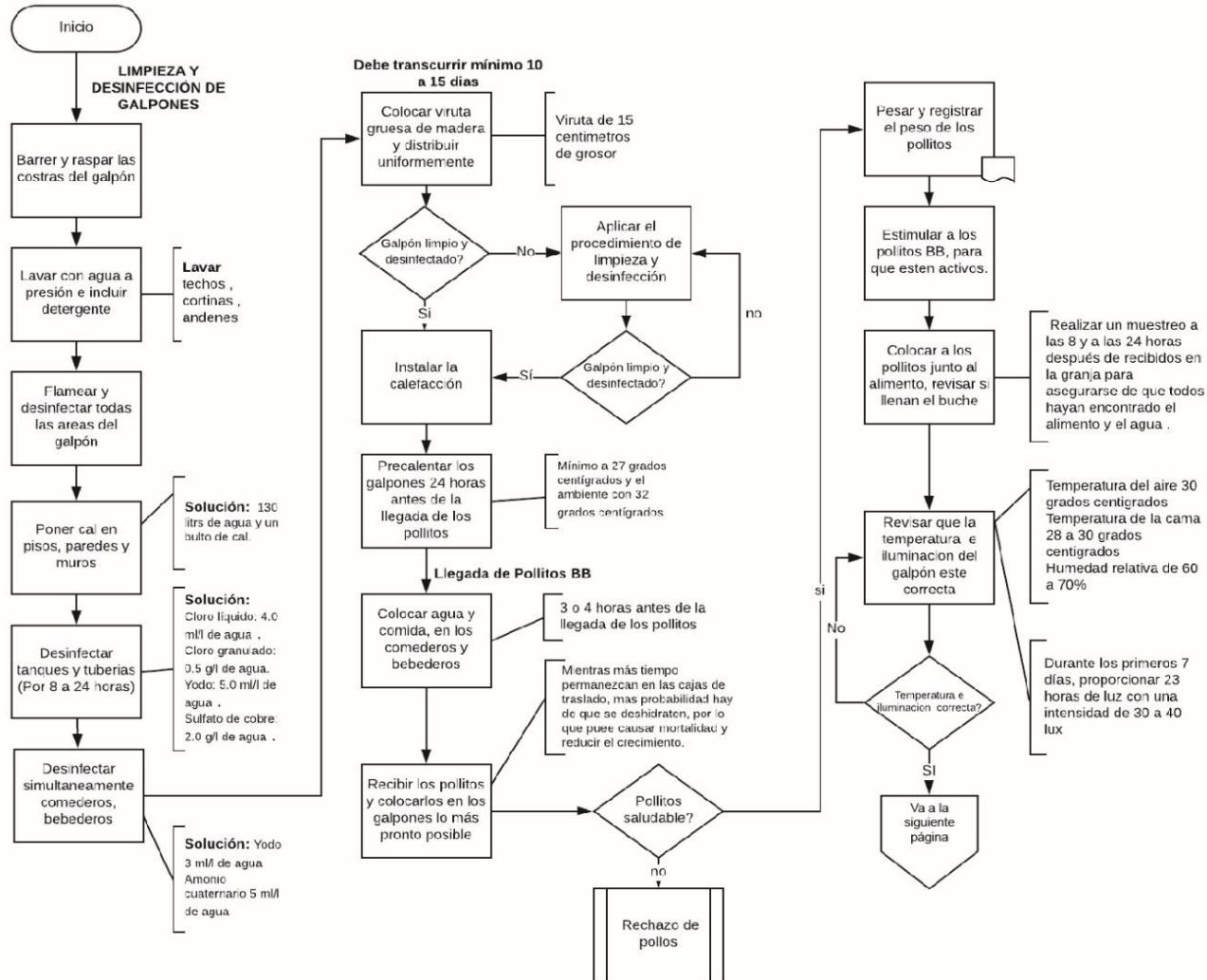
Areas	No. de Personal
Administrativos	14
Granjas	180
Planta de Faenamiento	51
Ventas	27
Total del Personal	272

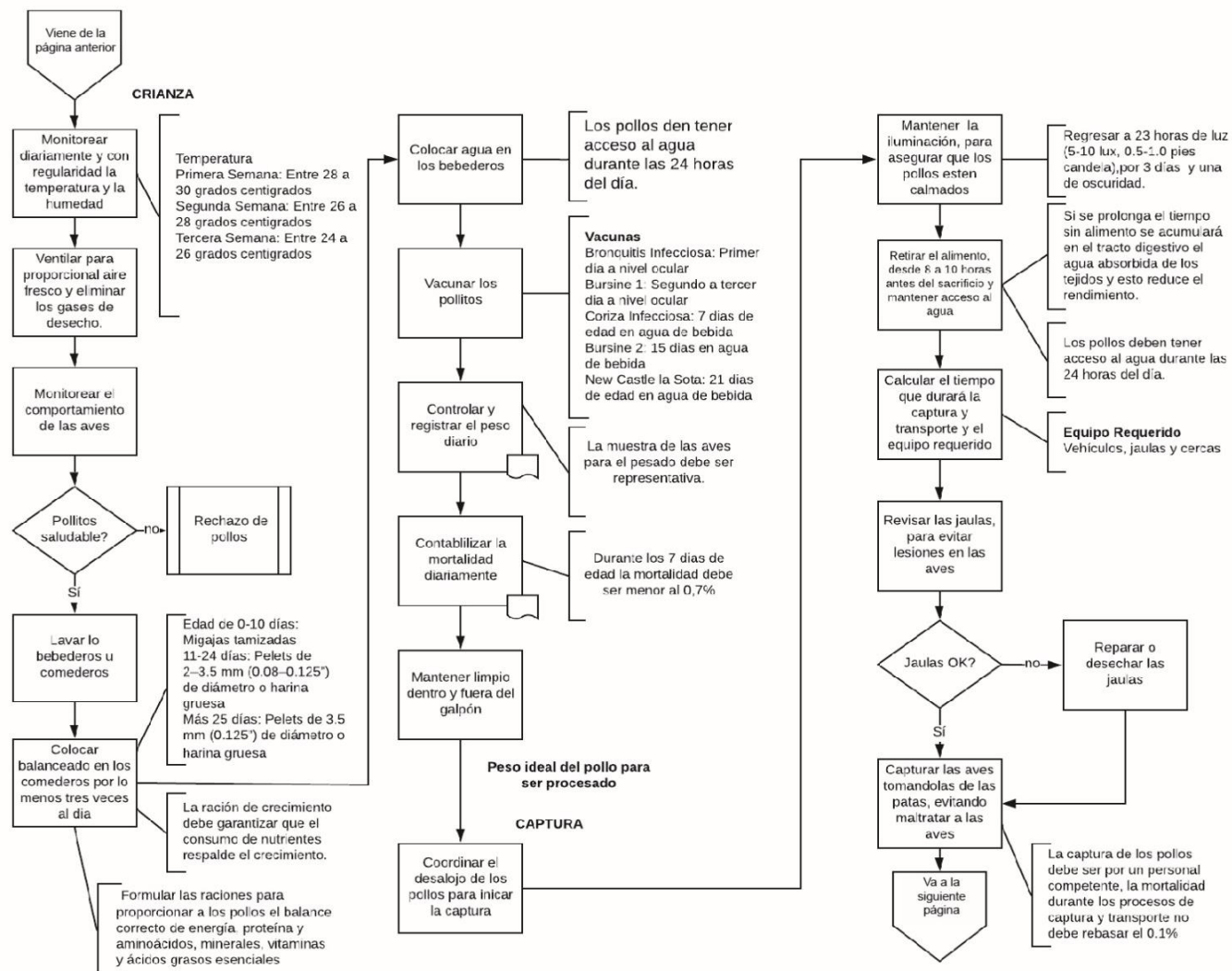
Fuente: Empresa de estudio, 2020

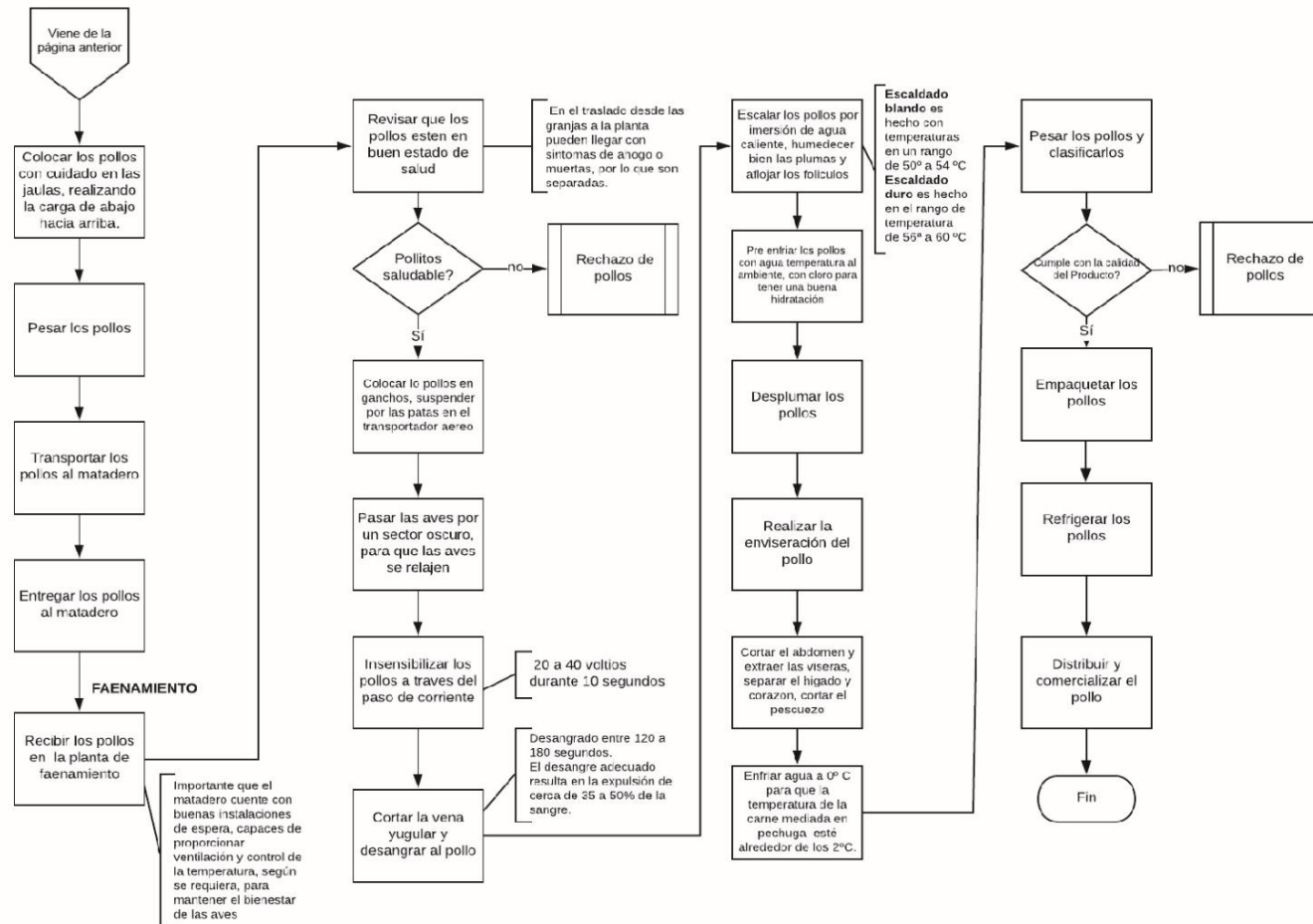
3.2. Descripción del proceso producción de pollo

3.2.1. Diagrama de flujo del proceso de producción de pollo al vacío

Figura 3.1 Proceso de producción de pollo al vacío







Fuente: Empresa de estudio, 2020

3.2.2. Descripción de proceso de producción de pollos al vacío

En la figura 3.1 se describe el proceso para la producción de pollos al vacío que tiene varias etapas, siendo estas limpieza y desinfección de los galpones, la crianza, faenamamiento, y finalmente distribución y comercialización de pollos.

Limpieza y desinfección de los galpones

La limpieza y desinfección de los galpones, inicia desde barrer y raspar las costras de los galpones que conforman las granjas, luego se lava con agua a presión y detergente los techos, cortinas y andenes, seguidamente, se flamea y se desinfecta las áreas del galpón, se pone cal en los pisos, paredes y muros, en un balde metálico con capacidad de 200 litros, se coloca 130 litros de agua y un bulto de cal viva, además se debe desinfectar los tanques y tuberías, se puede utilizar las siguientes soluciones (Aviagen Incorporated, 2009):

- Cloro líquido: 4.0 ml/l de agua
- Cloro granulado: 0.5 g/l de agua
- Yodo: 5.0 ml/l de agua
- Sulfato de cobre: 2.0 g/l de agua

La solución debe permanecer entre un período de 8 a 24 horas en los tanques y tuberías, después se elimina enjuagando con abundante agua (Aviagen Incorporated, 2009).

Simultáneamente se debe desinfectar los comedores y bebederos con una solución de yodo 3 ml/l de agua y amonio cuaternario 5 ml/l de agua (Aviagen Incorporated, 2009).

Debe de transcurrir mínimo de 10 a 15 días, desde que el galpón quede desinfectado hasta que llegue el nuevo lote de pollitos, en este periodo de descanso meter la cama de los pollitos, esta es viruta gruesa de madera, de 15 centímetros de grosor, esta debe ser distribuida uniformemente (Aviagen

Incorporated, 2009).

Validar que el galpón se encuentre limpio y desinfectado y se debe instalar la calefacción, antes de la llegada de los pollitos se debe precalentar los galpones 24 horas antes, mínimo a 27 grados centígrados y el ambiente con 32 grados centígrados. Si el ambiente se encuentra demasiado frío, provoca bajos pesos y altos índices de mortalidad, por lo que el rendimiento es menor (Aviagen Incorporated, 2009).

Se debe colocar agua y comida en los comedores y bebederos 3 o 4 horas antes de la llegada de los pollitos.

Luego de recibir los pollitos, se deben colocar en los galpones lo más pronto posible, mientras más tiempo permanezcan en las cajas de traslado, más probabilidad hay de que se deshidraten, por lo que puede causar mortalidad y reducir el crecimiento, controlar que los pollitos se encuentren saludables, además estimular los pollitos, para que estén activos.

Además, se deberá ubicar a los pollitos junto al alimento y monitorear que esté lleno el buche, se deberá realizar un muestreo a las 8 y a las 24 horas después de haber recibido a los pollitos, para asegurarse de que todos hayan encontrado el alimento y el agua.

Figura 3.2 Llenado del buche después de 24 horas



Fuente: Guía de Manejo del pollo de engorde

Crianza

Se mantendrá un constante control del medio ambiente, la humedad y la temperatura, deberán estar en niveles óptimos para el crecimiento eficiente de los pollitos, a continuación, se presenta la tabla 3.3 en donde muestra las temperaturas de la crianza de los pollitos (Aviagen Incorporated, 2009).

Tabla 3.3 Temperatura durante la crianza

Edad (días)	Crianza en toda la nave	Crianza por Zonas	
		Temp	
	Temp	Borde de la criadora (A*)	A 2 m (6.6 pies) del borde de la criadora (B*)
1	30°C 86°F	32°C 90°F	29°C 84°F
3	28°C 82°F	30°C 86°F	27°C 81°F
6	27°C 81°F	28°C 82°F	25°C 77°F
9	26°C 79°F	27°C 81°F	25°C 77°F
12	25°C 77°F	26°C 79°F	25°C 77°F
15	24°C 75°F	25°C 77°F	24°C 75°F
18	23°C 73°F	24°C 75°F	24°C 75°F
21	22°C 72°F	23°C 73°F	23°C 73°F
24	21°C 70°F	22°C 72°F	22°C 72°F
27	20°C 68°F	20°C 68°F	20°C 68°F

Fuente: Guía de Manejo del pollo de engorde

La iluminación es muy importante para la producción de pollos, existen 4 aspectos importantes, siendo estos (Aviagen Incorporated, 2009):

- Intensidad, longitud de onda, duración del fotoperíodo y distribución del fotoperíodo

La tabla tabla 3.4 muestra las recomendaciones de intensidad de luz y fotoperíodo para lograr un óptimo rendimiento de los pollitos (Aviagen Incorporated, 2009).

Tabla 3.4 Recomendaciones de intensidad de luz y fotoperíodo

Peso vivo al sacrificio	Edad (días)	Intensidad (lux) (pies candela)	Fotoperíodo (horas)
Menos de 2.5 kg (5.5 lb.)	0-7 8-3 días antes del sacrificio*	30-40 (3-4) 5-10 (0.5-1.0)	23 luz/1 oscuridad 20 luz/4 oscuridad
Más de 2.5 kg (5.5 lb.)	0-7 8-3 días antes del sacrificio*	30-40 (3-4) 5-10 (0.5-1.0)	23 luz/1 oscuridad 18 luz/6 oscuridad

Fuente: Guía de Manejo del pollo de engorde

Se deberá ventilar los galpones, para proporcionar aire fresco y eliminar los gases de los desechos y evitar el exceso de humedad.

Continuamente, monitorear el comportamiento de los pollos y mantener acciones de control ante una enfermedad de las aves, a continuación, en la tabla 3.5 muestra como reconocer los signos de enfermedad, con las observaciones indicadas por el personal de las granjas y el monitoreo, análisis de datos y tendencias (Aviagen Incorporated, 2009).

Tabla 3.5 Signos de enfermedad

Observaciones por el personal de la granja	Monitoreo en granja y laboratorio	Análisis de datos y tendencias
Evaluación diaria del comportamiento de las aves.	Ventilación de la granja con regularidad.	Mortalidad diaria y semanal.
Apariencia de las aves (emplume, tamaño, uniformidad, color).	Necropsias rutinarias de aves normales y enfermas. Toma de muestras del tamaño y del tipo adecuados.	Consumo de agua y alimento.
Cambios ambientales (calidad de la cama, calor, frío, estrés, problemas de ventilación).	Selección correcta de los análisis de muestras y acciones después del examen postmortem.	Tendencias en la temperatura.
Signos de enfermedades (ruidos o dificultad respiratoria, depresión, heces, vocalización).	Análisis microbiológicos rutinarios de granjas, alimento, cama, aves y otros materiales apropiados.	Aves muertas a la llegada, una vez instaladas en la granja o después de la llegada a la planta de procesamiento.
Uniformidad de la parvada.	Pruebas diagnósticas apropiadas. Serología apropiada.	Decomisos al sacrificio.

Fuente: Guía de Manejo del pollo de engorde

Se debe mantener limpios los bebederos y comederos de las aves, colocando el balanceado en los comederos por lo menos tres veces al día como se detalla a continuación, según la edad de aves (Aviagen Incorporated, 2009).

- Edad de 0 – 10 días: Migajas Tamizadas.
- Edad de 11 – 24 días: Pelets de 2 - 3.5 mm (0.08 – 0.125”) de diámetro o harina gruesa.
- Más de 25 días: Pelets de 3.5 mm (0.125”) de diámetro o harina gruesa.

Formular las raciones para proporcionar a los pollos el balance correcto de energía, proteína y aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales. La ración de crecimiento debe garantizar que el consumo de nutrientes respalde el crecimiento (Aviagen Incorporated, 2009).

Los pollos deben de tener acceso al agua fresca y limpia en los bebederos las 24 horas del día, como se muestra en la tabla 3.6 en la que se detallan los litros de agua a los que deben de tener acceso los pollos, según la edad. Es importante mencionar que en los tiempos de calor debe de administrarse más agua de lo normal (Aviagen Incorporated, 2009).

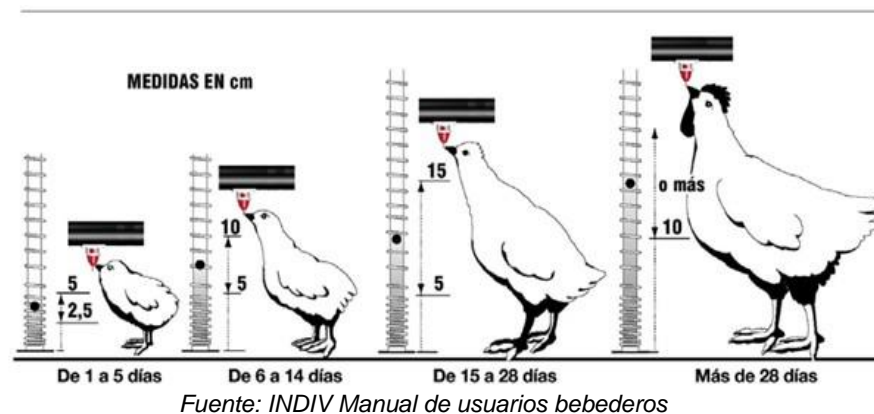
Tabla 3.6 Consumo normas de agua

<i>m= machos H= hembras Mix= Parvadas mixtas(machos y hembras)</i>									
Edad de la ave (días)	Bebederos de Niple sin copas Litros (Galones imperiales)			Bebederos de Niple con copas Litros (Galones imperiales)			Bebederos tipo campana Litros (Galones imperiales)		
	M	H	Mix	M	H	Mix	M	H	Mix
7	54 (12)	54 (12)	54 (12)	58 (13)	58 (13)	58 (13)	61 (13)	61 (13)	61 (13)
14	112 (25)	102 (23)	107 (12)	119 (26)	109 (24)	114 (25)	126 (28)	115 (25)	121 (27)
21	182 (40)	163 (36)	173 (38)	194 (43)	173 (38)	184 (40)	205 (45)	184 (40)	194 (43)
28	254 (56)	222 (49)	237 (52)	270 (59)	236 (52)	252 (55)	286 (63)	250 (55)	266 (59)
35	312 (69)	277 (61)	293 (64)	332 (73)	294 (65)	311 (68)	351 (77)	311 (68)	329 (72)
42	349 (77)	318 (70)	333 (73)	371 (82)	338 (74)	354 (78)	392 (86)	358 (79)	374 (82)
49	366 (81)	347 (76)	357 (78)	389 (86)	369 (81)	379 (83)	412 (91)	391 (86)	401 (88)
56	370 (81)	365 (80)	368 (81)	393 (86)	388 (85)	391 (86)	416 (91)	410 (90)	414 (91)

Fuente: Guía de Manejo del pollo de engorde

Los bebederos plásticos de Niple sin copa deben estar a una altura a las que las aves puedan acceder, los cuales deben de irse adaptando diariamente conforme a la edad del pollo, como se muestra la figura 3.3 el ajuste de la altura de los bebederos. Si los Niple (bebederos) están muy altos se le dificulta el acceso al agua y si los bebederos están muy bajos, se humedece el galpón (cama) (Aviagen Incorporated, 2009)

Figura 3.3 Ajuste de la altura de los bebederos



Luego de la etapa de la crianza, se presenta la tabla 3.7 en la que señala los requerimientos mínimos de tipos de bebederos como el niple, por cada cantidad de pollos (Aviagen Incorporated, 2009).

Tabla 3.7 Requerimientos mínimos de tipos de bebederos

Tipo de bebedero	Requerimientos de bebederos	Aves
Bebederos de campana	8 bebederos 40 cm (16") de diámetro	1.000
Niples	83 niples (12 aves por niple) o para pollos mayor a 3kg., de 6.6 lb. (9-10 aves por niple)	1.000

Fuente: Guía de Manejo del pollo de engorde

Vacunas

Como se muestra en la figura 3.4, las vacunas a los pollitos se realizan con médicos especialistas en aviculturas, para que sean aplicadas correctamente, sin embargo, no solo debe de aplicarse un buen programa de vacunación, sino

además la calidad sanitaria y la bioseguridad. A continuación, se detallan las vacunas, según la edad del pollo (Aviagen Incorporated, 2009):

Figura 3.4 Vacunación de los pollos



Fuente: Plan de vacunación para pollos de engorde

Bronquitis infecciosa: se la pone el primer día a nivel ocular

Bursine 1: Segundo a tercer día a nivel ocular

Coriza infecciosa: 7 días de edad en agua de bebida

Bursine 2: 15 días en agua de bebida

New Castle la Sota: 21 días de edad en agua de bebida (Aviagen Incorporated, 2009)

Al inicio y durante todo el proceso de producción del pollo debe mantenerse limpio dentro y fuera del galpón.

Se debe registrar y controlar el peso a diario, este peso debe ser representativa. La mortalidad se contabiliza diariamente, y durante los 7 primeros días de edad del pollo la mortalidad debe ser menor al 0,7%. Una vez que se ha realizado todo lo anteriormente expuesto, el pollo debe haber ganado el peso ideal para ser procesado e ir a la etapa de la captura (Aviagen Incorporated, 2009).

Captura

Al realizar la etapa de captura del pollo se debe realizar lo siguiente:

- Mantener los bebederos con agua y restringir la alimentación, para que no lleguen con el buche lleno, por cuanto esto disminuye el peso del pollo y puede traer alguna contaminación.
- Coordinar el desalojo de los pollos para iniciar la captura.
- Mantener la iluminación para asegurar que los pollos estén calmados,

regresar a 23 horas de luz (5-10 lux, 0.5 – 1.0 pies candela), por tres días y una de oscuridad.

- Retirar el alimento, desde 8 a 10 horas antes del sacrificio y mantener acceso al agua durante las 24 horas del día.

Si se prolonga al tiempo sin alimento se acumulará en el tracto digestivo el agua absorbida de los tejidos y esto reduce el rendimiento.

La captura se realiza manualmente por personal capacitado, quienes deben de pesar los pollos cuatro horas antes del inicio de su captura. Así mismo, se calcula el tiempo que dura la captura, transporte y el equipo requerido como son vehículos, jaulas y cercas.

Las jaulas deben de revisarse para evitar lesiones en los pollos al momento de ser transportados.

Al momento que llegan los pollos deben de estar en un lugar fresco, minimizando el tiempo de espera para la faena.

Si las jaulas están en mal estado deben de repararse o desecharse, si estas están en buen estado entonces se debe de capturar los pollos tomándolos de las patas, evitando maltratarlos.

El personal que captura los pollos deben ser personales competentes capacitados, ya que la mortalidad durante el proceso de captura y el transporte no debe rebasar el 0.1%.

Los pollos deben de colocarse con la mayor precaución posible en las jaulas, realizando las cargas de abajo hacia arriba. Antes de pasar los pollos al matadero estos deben de ser pesados, para conocer el peso del pollo (Aviagen Incorporated, 2009).

Faenamamiento

Luego de que se capturó el pollo y se transportó a la planta de proceso para inicio del faenamamiento, en la recepción se debe de revisar que llegue con toda la documentación requerida sanitariamente, con certificados de vacunación

controladas durante la cría de los pollos, luego de la revisión los pollos ingresan a la planta.

Es importante que el matadero cuente con buenas instalaciones de espera, capaces de proporcionar ventilación y el control de la temperatura, según el clima para proporcionar el bienestar de los pollos.

Se debe revisar que los pollos estén en buen estado de salud, ya que en el traslado de los pollos desde las granjas hasta la planta pueden llegar con síntomas de ahogo o muertos, por lo que estos deben ser separados.

Si el pollo esta saludable se debe de colocar en el gancho, suspender por las patas en el transportador aéreo, para que posteriormente los pollos ingresen a la línea del sacrificio (Monleón, 2012).

Los pollos pasan por un lugar oscuro para que estos se relajen, luego de esto se insensibilizan a través del paso de corriente de 20 a 40 voltios durante 10 segundos, el objetivo no es matarlo sino solo insensibilizarlo, para que no sienta dolor al momento de realizar el sacrificio (Monleón, 2012).

Luego de que el pollo esta insensibilizado, se corta la vena yugular y se desangra al pollo, con un desangrado entre 120 a 180 segundos. El desangre adecuado resulta en la expulsión de cerca de 35 a 50% de la sangre (Monleón, 2012).

Posteriormente, los pollos ingresan a una tina para el inmerso de agua caliente, se deben de humedecer bien las plumas y aflojar los folículos.

Existen dos tipos de escaldado: blando a una temperatura con rangos desde 50° a 54° C; duro a un rango de temperatura de 56° a 60° C (Monleón, 2012).

Además, se debe de pre enfriar los pollos con agua a una temperatura al ambiente y con cloro para tener una buena hidratación. Inmediatamente ingresan a las máquinas de desplumados, en los cuales de demora aproximadamente 28 segundos por pollo (Monleón, 2012).

Luego de haber desplumado los pollos, se realiza el proceso de evisceración, con un estricto control, aquí se realiza el corte de las garras, se corta el abdomen y se extrae las vísceras, se separa el hígado y el corazón, se corta el pescuezo.

Seguidamente, los pollos pasan a la fase de enfriamiento, ya que se debe enfriar el agua a 0° C para que la temperatura de la carne medida en pechuga este alrededor de 2° C. Posteriormente, se debe de pesar los pollos y clasificarlos de acuerdo con el peso y la calidad (Monleón, 2012).

Finalmente, de acuerdo con lo que requiere el mercado una parte se empaca entera y el resto pasa al proceso de despostes donde se fraccionan en partes diferentes y son empacados, luego de completar el proceso de empacado se trasladan a las cavas de conservación hasta que se reubican en su distribución y comercialización en el mercado (Monleón, 2012).

3.3. Indicadores relevantes para la producción de pollos

3.3.1. Costos de Producción

Porcentaje de mortalidad.- El porcentaje de mortalidad esta relacionada con el número de pollos ingresados los cuales deben ser de calidad, se mide por el peso ya que al tener un buen peso tendrá un desempeño mejor, en comparación con un pollito BB de menos peso. Es importante definir cuál es el peso mínimo que se aceptará en las granjas, esto ayuda a que el pollito este sano, robusto y de gran vitalidad, para que se produzca un pollo resistente a las enfermedades y crezca con rapidez según los estándares.

La mortalidad al tercer día, está relacionada con el proceso de incubación. Esta medida ayuda a evidenciar problemas posibles de contaminación o descartes genéticos.

Se realiza un control diario de los pollos que se van muriendo por algunas de las causas como: fatigas, ahogo, picoteo o ahorcada (Ortiz Mateo, García Compean, & Castro Aguilar, 2006).

A continuación, en la fórmula (3.1) se presenta el porcentaje de mortalidad al tercer día, que es el número de pollos muertos al tercer día divididos para el número de pollos ingresados a las granjas.

$$\begin{aligned} & \% \text{ de mortalidad al tercer día} \\ & = \frac{\text{No. de pollos muertos al tercer día}}{\text{No. de pollos ingresados}} \end{aligned} \quad (3.1)$$

Peso promedio del pollo. – El peso aproximado de 2.94 a 3.17 kg., en la sexta semanas equivalentes entre 6.5 a 7 libras, se mide como se muestra en la fórmula (3.2), que es carne de pollo producida del pollo en pie dividido para el número de pollos faesnados, lo que corresponde al peso de cada pollo al momento del sacrificio.

$$\begin{aligned} & \text{Peso Promedio} \\ & = \frac{\text{Carne producida del pollo en pie (kilogramos o libras)}}{\text{Número de pollos faenados}} \end{aligned} \quad (3.2)$$

Costo por Kg. de carne producida. - se deben de tomar en cuenta los siguientes rubros durante la producción de los pollos como se muestran en la tabla 3.8, la cual representa los porcentajes de costos para la producción de pollos, esto quiere decir que, la empresa debe de estar abastecida de alimentos para los pollos, desde el proceso pre inicial hasta 24 horas antes del día de su captura, dado que este rubro representa aproximadamente el 68% - 75% del costo para la producción de los pollos:

Tabla 3.8 Porcentajes de costos para la producción de pollos

Rubros	Representación de costos
Pollito BB	13% – 14%
Consumo de alimentos	56% – 60%
Vacunas	0.39 – 0.50%
Medicinas	0.15% - 0.25%
Fumigación	0.10% - 0.20%
Mano de obra	6% - 8%
Adecuaciones de los galpones y otros	4% - 6%

Fuente: Empresa de estudio, 2020

Entre los costos que afectan los indicadores productivos en la crianza de pollos existen: materia prima (alimento, medicinas), mano de obra (salarios, horas extras) y el mantenimiento de maquinaria (Betancourt, 2016).

Materia Prima. - El tipo de alimento y el consumo de alimento, según el proceso de edad en semanas de crianza de los pollos se muestran en la tabla 3.9 indicando que el proceso culmina en la sexta semana; es importante mencionar que el costo promedio del saco de alimento de 40 Kg., es de \$.20,80.

Tabla 3.9 Consumo de alimento por pollo

Proceso	Edad en semanas	Consumo de alimento por pollo Kg.
Pre inicial	0 – 1	0.15
Inicial	2 – 3	1.15
Crecimiento	4 – 5	1.20
Engorde	6	2.40

Fuente: Empresa de Estudio, 2020

Según datos estimados de la empresa de estudio, el consumo de alimentos de los pollos se mide con la fórmula (3.3), que es el consumo total de alimento (kg) dividido para el número de pollos vivos. A medida que va creciendo el pollo, este tiende a consumir más alimento reflejando el incremento del consumo semanalmente. Por lo general los machos tienden a ganar más peso corporal que las hembras, implicando la elevación de consumo en el alimento y en el costo.

Alimento de consumo

$$= \frac{\text{Consumo total de alimento (kilogramos)}}{\text{Número de pollos vivos}} \quad (3.3)$$

Debido a que en los últimos años han evolucionado nuevas enfermedades, las vacunas, medicinas y antibióticos representan un consumo en costos de la producción en: vacunas 0.39 – 0.50% y medicinas – antibióticos el 0.15% - 0.25%.

Mano de obra directa. - Es el trabajo de un operador a lo largo de un periodo, en las granjas los operarios deben de tener experiencia en la crianza de pollos, ya que se manejan normas estrictas dentro de cada uno de los galpones, adicionalmente en los días en que se tiene mayor demanda se contrata más personal, estos están por el tiempo en el que halla mayor demanda, mientras que los otros operarios son fijos.

Como se muestra en la tabla 3.10, la mano de obra directa, según información de la empresa de estudio se requieren 2 galponeros por cada 10.000 pollitos ingresados en la fase de pre inicial e inicial, durante las 24 horas esto es, 1 en el día y 1 en la noche, hasta la tercera semana, luego se necesita un solo galponero durante las 8 horas de trabajo diarias.

Tabla 3.10 Mano de obra directa

Proceso	Cantidad de Galponeros	Horas de trabajo requeridas	Costo diario por Jornal
Pre inicial	60	24	\$. 12,87
Inicial	60	24	
Crecimiento	30	8	
Engorde	30	8	
Faenamamiento	51	8	

Fuente: Elaboración propia, 2020

El costo de la mano de obra es igual a los operarios que laboran en cada proceso de la producción de pollo por los días laborables en el mes y por el costo diario por galponero.

Características de costos indirectos – Gastos administrativos.- Son los costos que no intervienen directamente en el proceso de producción, pero afectan al proceso para que se realicen sus fines a cumplir, como son: mano de obra indirecta, amortizaciones, materiales indirectos (seguros, combustibles), estos costos se relacionan a diario con las actividades y suelen ser constantes (Nuño, 2017).

Características de la Comercialización – Costos. - La comercialización de pollos se realiza por demandas según las frecuencias de adquisición de pollos, pero las demandas con más frecuencias se dan en el cuarto trimestre de un periodo esto se debe a las fiestas, ya que es la carne más sana para el consumo de los clientes.

Estas comercializaciones se realizan a través de los distribuidores mayoristas y supermercados.

Mantenimiento de maquinaria.- El mantenimiento preventivo y correctivo programados de las maquinarias (transportador aéreo, aturridor, escaladora, desplumadora contrarrotante, Transportadores aéreos, Chiller, balanzas electrónicas y refrigerador mecánico), ayuda a que la empresa de estudio garantice una disponibilidad del 95% de la producción de pollos, para que el cliente pueda recibir el producto a tiempo.

Las paradas de las máquinas antes mencionadas y las pérdidas de tiempo se relacionan con el mantenimiento correctivo, lo que afecta al costo directamente por el no cumplimiento de la demanda en algunos meses del año, generando pérdida en horas extras, es por esto que se realiza el mantenimiento preventivo el cual permite incrementar la eficiencia y desempeño de la empresa de estudio. Según información de la empresa de estudio, en la tabla 3.11 se detalla las paradas de las máquinas/horas, así como la cantidad los pollos que no fueron faenados en el tiempo adecuado, desde el 2016 al 2017.

Tabla 3.11 Paradas de maquinarias vs. Improductividad pollos / hora aproximadamente

Años	Parada maquinarias/Horas	Producción/8 horas diarias	Inproductividad pollo /Hora aprox.
2016	157,4	270	5.312
2017	95,7	320	3.828
2018	52,8	400	2.640

Fuente: Elaboración propia, 2020

Las maquinarias que son maniobradas por los operarios permiten obtener una producción promedio hasta 400 pollos diarios. Es importante mencionar que la planta posee un sistema de congelación de cuartos fríos para la conservación de los pollos los cuales tienen una capacidad de hasta 500 toneladas en refrigerado.

3.4. Planificación agregada de la producción

La planeación agregada se realiza para conocer la cantidad de producción a corto o mediano plazo. Con el fin de satisfacer la demanda diaria de los distribuidores mayoristas y supermercados, la empresa de estudio realiza esta investigación, para cumplir a cabalidad los pedidos de pollos al vacío al menor costo posible.

Además, también existen otras estrategias importantes en la planeación agregada como son: personal por contratar o por despedir, la necesidad de la mano de obra, niveles de inventario y la cantidad de producción.

Para efectos de satisfacer la demanda pronosticada, los administradores de las operaciones ajustan algunas variables como horas extras, índices de producción, mano de obra, inventario y subcontratación, para determinar tiempos y volúmenes oportunos en la producción, con una predicción de 6 a 18 meses (GestioPolis.com Experto, 2003).

Además, se requiere integrar las previsiones de la demanda de las variables mencionadas anteriormente en frecuencia mensual, es por ello que la planificación agregada requiere de los elementos que se mencionan a continuación:

- Una unidad general lógica para medir las ventas y la producción.
- Un pronóstico de demanda.
- Un método para determinar los costos.
- Un modelo que permita tomar las decisiones de programación para el plazo horizonte (Peláez Noruega, 2018).

3.4.1. Variables de un plan agregado de producción

Para un buen plan agregado de producción se debe de recolectar información de calidad y elaborarlo sobre procesos estandarizados, en los cuales se debe de considerar tipo económico, comercial, tecnológico y social.

Consideraciones económicas:

Involucra todos los factores que afectan al costo, con el fin de maximizar el beneficio, y los factores en costo de tiempo normal y extra como los que se detallan a continuación:

- Mano de obra, contratación, despidos, subcontratación, inventario y ruptura de inventarios o faltantes.

Consideraciones comerciales:

- Tiempos y términos de entregas
- Nivel de servicio
- Curvas de aprendizaje
- Tasas de producción

Variables de decisión:

- Nivel de fuerza laboral interna y externa
- Nivel de producción
- Horas de trabajo: normales y extras
- Niveles y políticas (Salazar López, 2020).

3.4.2. Plan agregado de producción método mixto

Existen varios métodos de plan agregado de producción como el método del inventario cero, que consiste en realizar una estrategia de ajuste de la demanda, y busca producir exactamente lo que se requiere, el cual no produce costos

asociados a inventarios por las características del producto o faltante.

En cambio, para el método de producción con fuerza constante existe una cantidad nivelada de trabajadores durante la producción, pero este método genera inventarios, faltantes y costos de almacenamiento.

Así también, en el método con fuerza de trabajo mínima y subcontratación, los trabajadores responden a la menor demanda que se proyecta según el mes y el resto de producción se realiza mediante subcontratación con el inventario cero.

Otra estrategia es el método de fuerza de trabajo constante con horas extras, tiene un número adecuado de trabajadores, minimizando los costos de inventarios y horas extras (Betancourt, 2016).

Para el caso de estudio se eligió el plan agregado de producción método mixto porque tiene la combinación de las estrategias antes detalladas, como el método de persecución y nivelación de demanda, y busca el menor costo de producción.

Según (Betancourt, 2016), este método consiste cambiar la cantidad de operarios en el proceso de faenamiento en función a la demanda, en los cuales se va a tener inventarios y faltantes, los mismos que serán las unidades para producir en horas extras.

El horizonte de planificación será a un periodo de un año, luego se definen los días laborables y posteriormente la demanda que no se cumplió en el año 2019 que se dió cada mes, la cual se obtuvo de un pronóstico de datos históricos de la empresa de estudio. En esta planificación se procede a realizar el estudio de la demanda.

En la tabla 3.12, se detallan los parámetros del plan agregado de producción, el cual se realizó por medio de un estudio con datos registrados en la empresa y se obtuvo la producción promedio por operario al día en el proceso de faenado, con una producción de 400 pollos diarios. Así también, se detallan los operarios

iniciales con los que cuenta la empresa para el proceso de faenado, es decir son operarios fijos. El costo diario por galponero es el salario más prestaciones, lo que compete de lunes a viernes 8 horas diarias 40 horas semanales.

Tabla 3.12 Parámetros del Plan agregado de producción

Parámetros	Cantidades y costos
Producción promedio por operario al día	400 pollos
Operarios iniciales	51
Inventario Inicial	80 pollos
Costo diario por galponero	12,87 diario
Costo por contratar un operario mensual	\$. 270,00
Costo por despedir un operario	\$. 193,00
Costo por almacenar una unidad al mes	\$. 0,25
Costo por hora extra-USD/hora	\$. 1,61 /hora
Horas por jornada de trabajo	8 horas
Producción promedio por hora	50 unidades

Fuente: (Betancourt, 2016), cantidades Empresa de Estudio

La producción promedio por hora se calcula con la fórmula (3.4), lo que compete la producción promedio por galponero dividido para las horas de trabajo:

$$\begin{aligned}
 & \textit{Producción promedio por hora} \\
 & = \frac{\textit{Producción promedio por galponero}}{\textit{Horas de trabajo del galponero}} \qquad \qquad \qquad \mathbf{(3.4)}
 \end{aligned}$$

Es decir, que la producción promedio por hora es de $400/8 = 50$ pollos /hras.

A continuación, en la tabla 3.13 se presentan los datos históricos de los días laborables, la demanda vs. oferta y la diferencia entre ambas del periodo 2019, los cuales sirven para explicar los cálculos de la planificación (Betancourt, 2016):

Tabla 3.13. Demanda Vs. Oferta 2019

Meses	Días laborables 2019	Demanda	Oferta	Diferencia
1	22	300.667	296.824	3.843
2	20	297.414	293.920	3.494
3	19	303.440	298.780	4.660
4	21	298.301	293.528	4.773
5	21	302.032	298.628	3.404
6	20	298.869	294.920	3.949
7	23	300.806	298.692	2.114
8	22	297.729	294.924	2.805
9	21	301.360	297.328	4.032
10	23	304.792	299.492	5.300
11	21	308.417	299.245	9.172
12	21	311.778	299.976	11.802
		3.625.605	3.566.257	59.348

Fuente: Empresa de estudio, 2020

Posteriormente, se detalla el cálculo para el primer mes en el mismo orden en que se muestra en la tabla 3.14 del plan agregado de producción método mixto, cabe mencionar que se calcula con datos de la tabla 3.13 la columna de la demanda histórica del 2019, para el proceso de faenado.

Las unidades que produce un operario mensualmente se calculan con la fórmula (3.5), el cual varía de acuerdo a los días laborables en cada mes, esto es días laborables por producción promedio por operario:

$$\begin{aligned}
 & \text{Unidades por operario} \\
 & = \text{Días laborables} \quad \quad \quad (3.5) \\
 & * \text{Producción promedio por operario}
 \end{aligned}$$

Es decir, que para el mes de enero los pollos por operario son = $22 * 400 = 8.800$ pollos en el mes por cada operario.

Para el cálculo de los operarios requeridos se calcula con la fórmula (3.6), redondeando al inmediato superior, por lo que son número de personas en este caso operarios:

$$\text{Operarios requeridos} = \frac{\text{Demanda}}{\text{Unidades por operario}} \quad (3.6)$$

Es decir, los operarios requeridos = $300.667/8.800 \approx 34,16$ redondeando son 35 operarios en el mes de enero, la razón por lo que no se debe contratar operarios es porque la empresa tiene 51 operarios fijos.

Entonces, para cumplir con la demanda, según datos históricos la empresa de estudio necesita 35 operarios que es el número entero inmediato superior de 34,16 operarios requeridos; cabe mencionar que la empresa tiene 51 operarios fijos; si fuera el caso de requerir contratar un operario, se recomienda que se trabaje con 34 operarios y que se incurra en el costo de horas extras que se generan por el 0,16 operarios. Por lo que contratar un operario genera más gastos a la empresa.

Se contrata si, los operarios requeridos son mayores a los operarios actuales, entonces se calcula con la fórmula (3.7), que son los operarios requeridos menos los operarios actuales:

$$\begin{aligned} \text{Operarios contratados} \\ = \text{Operarios requeridos} - \text{operarios actuales} \end{aligned} \quad (3.7)$$

En este caso, los operarios requeridos no son mayores a los operarios actuales, por ende aquí va a ser 0 operarios contratados.

Con la la fórmula (3.8) se calculan los operarios despedidos, siempre y cuando los operarios actuales sean mayores a los operarios requeridos.

$$\text{Operarios despedidos} = \text{Operarios actuales} - \text{requeridos} \quad (3.8)$$

Es decir que, los operarios despedidos = $51 - 34 = 17$, para el mes de enero según el método empleado se requiere despedir a 17 operarios en el proceso de

faenado.

Para conocer la cantidad de operarios utilizados se calcula con la fórmula (3.9) que son los operarios actuales más los operarios contratados menos los operarios despedidos, como se detalla a continuación:

$$\begin{aligned} & \textit{Operarios utilizados} \\ & = \textit{Operarios actuales} + \textit{operarios contratados} \\ & - \textit{operarios despedidos} \end{aligned} \quad (3.9)$$

Es decir, operarios utilizados = $51 + 0 - 17 = 34$

Para el cálculo de los operarios actuales en el mes siguiente que es febrero, se registra igual a la cantidad de operarios utilizados en el mes anterior.

Las unidades producidas en el mes se calculan con la fórmula (3.10), que son los operarios utilizados por unidades por operarios, como se detalla a continuación:

$$\begin{aligned} & \textit{Unidades producidas} \\ & = \textit{Operarios utilizados} * \textit{unidades por operario} \end{aligned} \quad (3.10)$$

Es decir, unidades producidas = $34 * 8800 = 299.200$ pollos por operarios

Con la fórmula (3.11), se calculan las unidades disponibles en el mes de enero y se considera las unidades producidas más el inventario inicial o inventario del mes anterior, como se detalla a continuación:

$$\begin{aligned} & \textit{Unidades disponibles} \\ & = \textit{Unidades producidas} \\ & + \textit{inventario del mes anterior} \end{aligned} \quad (3.11)$$

Es decir, unidades disponibles = $299.200 + 80 = 299.280$

Con la fórmula (3.12), se calcula el inventario para esto se debe considerar que las unidades disponibles sean mayores a la demanda, entonces el inventario es igual a las unidades disponibles menos la demanda.

$$\text{Inventario} = \text{Unidades disponibles} - \text{demanda} \quad (3.12)$$

Es decir, en el primer mes el las unidades disponibles son de 299.280 y la demanda es de 300.667, como la demanda es mayor, entonces el inventario es cero.

Las unidades en horas extras son los faltantes; los cuales se calculan si la demanda es mayor que las unidades disponibles, entonces existe un faltante el cual se produce en la hora extra y se calcula con la fórmula (3.13):

$$\text{Unidades en hora extra} = \text{Demanda} - \text{Unidades disponibles} \quad (3.13)$$

En este caso las unidades en hora extra es = $300.667 - 299.800 = 1.387$ unidades/hora extra.

De igual forma para calcular las unidades disponibles en el mes de febrero es igual a las unidades producidas más el inventario del mes anterior.

Las horas extras totales a trabajar en el mes de enero para producir las unidades faltantes se calculan con la fórmula (3.14), que son las unidades en horas extras dividido para la producción promedio por hora:

$$\text{Horas extras totales} = \frac{\text{Unidades en horas extras}}{\text{Producción promedio por hora}} \quad (3.14)$$

Es decir, las horas extras totales = $1.387 / 50 = 27,74$ horas extras totales.

Las horas extras que le corresponde trabajar a cada operario en el mes se calculan con la fórmula (3.15), que son las horas extras totales del mes dividido para los operarios utilizados:

$$\text{Horas extras por operarios} = \frac{\text{Horas extras totales}}{\text{Operarios utilizados}} \quad (3.15)$$

Es decir, las horas extras por operarios = 28 / 34 = 0,82

Los costos del plan agregado de producción como: operarios por contratar, por despedir, mano de obra, por almacenar y por horas extras se calculan como se detallan a continuación:

Los costos por contratar, se calculan con la fórmula (3.16), que son los operarios contratados multiplicado por el costo de contratar un operario:

$$\begin{aligned} \text{Costos por contratar} \\ &= \text{Operarios contratados} \\ &* \text{costo por contratar un operario} \end{aligned} \quad (3.16)$$

Es decir, en el mes de enero el costo por contratar va a ser cero, porque en el mes solo se van a necesitar 34 operarios.

El costo por despedir se calcula con la fórmula (3.17), que son los operarios despedidos por el costo por despedir un operario:

$$\begin{aligned} \text{Costos por despedir} \\ &= \text{Operarios despedidos} \\ &* \text{costo por despedir un operario} \end{aligned} \quad (3.17)$$

En el caso de estudio, en el mes de enero es = 17*200 = \$ 3.281

El costo por mano de obra, se calcula con la fórmula (3.18), que son los operarios utilizados por los días laborables por el costo diario de trabajo por galponero:

Costos por mano de obra

$$= \text{Operarios utilizados} * \text{días laborables} \quad (3.18)$$

** costo diario de trabajo por galponero*

Es decir, en enero el costo por mano de obra = $34 * 22 * 12,87 = \$ 9.626,76$

El costo por almacenar, se calcula con la fórmula (3.19), que es el inventario multiplicado por el costo de almacenamiento, como se detalla a continuación:

$$\text{Costos por almacenar} = \text{Inventario} * \text{costo por almacenar} \quad (3.19)$$

Es decir, costo por almacenar = $0 * \$0,25$; el inventario en este mes es cero y el costo por almacenar es de \$0,25 dólares mensuales, por motivo de no haber inventario en el mes de enero.

El costo por hora extra se calcula con la fórmula (3.20), que son las horas extras totales multiplicado por el costo de la hora extra:

$$\begin{aligned} \text{Costos por hora extra} \\ = \text{Horas extras totales} * \text{costo por hora extra} \end{aligned} \quad (3.20)$$

Es decir, las horas extras que realiza un operario por el costo es = $28 \text{ horas} * 1,61 = 45,08$ costo por hora extra por operario.

A continuación, se muestran los resultados en la tabla 3.14 del plan agregado de producción mixta para el proceso de faenado con los datos de la demanda de 2019, como se puede verificar en la tabla al realizar la suma de los costos refleja que el mes más económico es el mes de junio con la cantidad de \$.10.331 dólares, mientras que el mes más costoso es el mes de noviembre con un total de \$.13.242,00; esto se debe a que existe un exceso de inventario el cual genera costo por almacenar, y representa un costo de \$.2.164,00.

Cabe mencionar que se debe considerar el número de trabajadores de acuerdo a la producción, para no tener que subcontratar, o despedir operarios ya que eso representa un costo muy alto para la empresa. El costo total del plan de producción es de \$. 139.516,00.

Tabla 3.14 Plan agregado de producción método mixto

PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN - MÉTODO MIXTO													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEPT	OCT	NOV	DIC	Total
DÍAS LABORABLES	22	20	19	21	21	20	23	22	21	23	21	21	254
DEMANDA	300.667	297.414	303.440	298.301	302.032	298.869	300.806	297.729	301.360	304.792	308.417	311.778	3.625.605
UNIDADES POR OPERARIO	8.800	8.000	7.600	8.400	8.400	8.000	9.200	8.800	8.400	9.200	8.400	8.400	101.600
OPERARIOS REQUERIDOS	34	37	40	36	36	37	33	34	36	33	37	37	430
OPERARIOS ACTUALES	51	34	37	40	36	36	37	33	34	36	33	37	
OPERARIOS CONTRATADOS	0	3	3	0	0	1	0	1	2	0	4	0	14
OPERARIOS DESPEDIDOS	17	0	0	4	0	0	4	0	0	3	0	0	28
OPERARIOS UTILIZADOS	34	37	40	36	36	37	33	34	36	33	37	37	430
UNIDADES PRODUCIDAS	299.200	296.000	304.000	302.400	302.400	296.000	303.600	299.200	302.400	303.600	310.800	310.800	3.630.400
UNIDADES DISPONIBLES	299.280	296.000	304.000	302.960	307.059	301.027	305.758	304.152	308.823	311.063	317.071	319.454	3.676.647
INVENTARIO	0	0	560	4.659	5.027	2.158	4.952	6.423	7.463	6.271	8.654	7.676	53.843
UNIDADES EN H. EXTRA	1.387	1.414	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.801
HORAS EXTRAS TOTALES	28	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
HORAS EXTRAS OPERARIO-MES	0,82	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,6

COSTOS DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN

POR CONTRATAR	\$ -	\$ 811	\$ 811	\$ -	0	\$ 270,2	0	\$ 270,2	\$ 540,4	0	\$ 1.080,8	0	\$ 3.783
POR DESPEDIR	\$ 3.281	\$ -	\$ -	\$ 772	\$ -	\$ -	\$ 772	\$ -	\$ -	\$ 579	\$ -	\$ -	\$ 5.404
POR MANO DE OBRA	\$ 9.624	\$ 9.521	\$ 9.779	\$ 9.727	\$ 9.727	\$ 9.521	\$ 9.766	\$ 9.624	\$ 9.727	\$ 9.766	\$ 9.997	\$ 9.997	\$ 116.778
POR DE ALMACENAR	\$ -	\$ -	\$ 140	\$ 1.165	\$ 1.257	\$ 540	\$ 1.238	\$ 1.606	\$ 1.866	\$ 1.568	\$ 2.164	\$ 1.919	\$ 13.461
POR HORAS EXTRAS	\$ 45	\$ 45	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 90
COSTO TOTAL	\$12.950	\$ 10.377	\$ 10.729	\$ 11.664	\$ 10.984	\$ 10.331	\$11.776	\$11.500	\$12.133	\$11.913	\$ 13.242	\$11.916	\$ 139.516

Fuente: (Betancourt, 2016)

Actualmente, las empresas están interesadas en obtener una adecuada administración en cuanto a la demanda, para controlar los recursos y tener una producción eficaz con el propósito de entregar a tiempo los productos a sus clientes (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

La empresa de estudio busca métodos que le permitan obtener un adecuado y eficiente pronóstico de la demanda, y conocer la cantidad de operarios en el proceso de faenado en cuanto a: mano de obra y horas extras, con el fin de minimizar sus costos, es por esto que el plan agregado de producción método mixto, con los datos que proporciona la empresa de estudio, mostrados en la tabla 3.14 representa una estrategia de gestión, investigación, optimización y solución de problemas, mediante el estudio de la demanda de datos históricos del 2019, de la cantidad de pollos que los clientes desean adquirir, el cual permite optimizar los recursos para satisfacer la producción ya que representa una forma organizada de planificar, con las siguientes opciones:

- Como la empresa cuenta con 51 operarios fijos para el proceso de faenado, podría realizar una programación de trabajo para los operarios en las temporadas bajas en la que existe menor demanda.
- La cantidad de operarios en el proceso de faenado que debería de mantener la empresa para lograr una optimización de costos, corresponde a un promedio de 36, al contar con esa cantidad de operarios la empresa tendría su plan de producción agregado método mixto por un valor de \$.139.516,00.
- Si mantiene los 51 operarios el costo por despedir a 15 operarios es de 5.404,00.

Finalmente, se acota que este método es muy utilizado en las empresas de producción con el fin de encontrar costos mínimos para su planificación en cuanto a la satisfacción de la demanda, durante el proceso de producción, al encontrar mejoras muchas veces la planificación se vuelve mucho más compleja, en el que se pueden desplazar operarios, producción con horas extras.

CAPÍTULO 4

4. MODELO MATEMÁTICO DE PLANEACIÓN AGREGADA

4.1. Descripción del modelo

El modelo matemático a implementarse en este estudio es en el Sistema General de Modelaje Algebraico (GAMS), se desarrolla y se analiza mediante programación lineal, desde una formulación matemática hasta la obtención de los resultados del modelo propuesto. El objetivo de la implementación de este modelo es facilitar la toma de decisiones a través de la cantidad de pollos a producir, a fin de satisfacer la demanda a los distribuidores mayoristas y supermercados al costo óptimo, siendo la cantidad de pollos que los clientes desean adquirir.

En la actualidad los modelos matemáticos en la producción son muy importantes para medir y analizar el desempeño de los procesos, esto es necesario para definir estrategias y obtener datos e información importante que ayudan a establecer estrategias en la empresa.

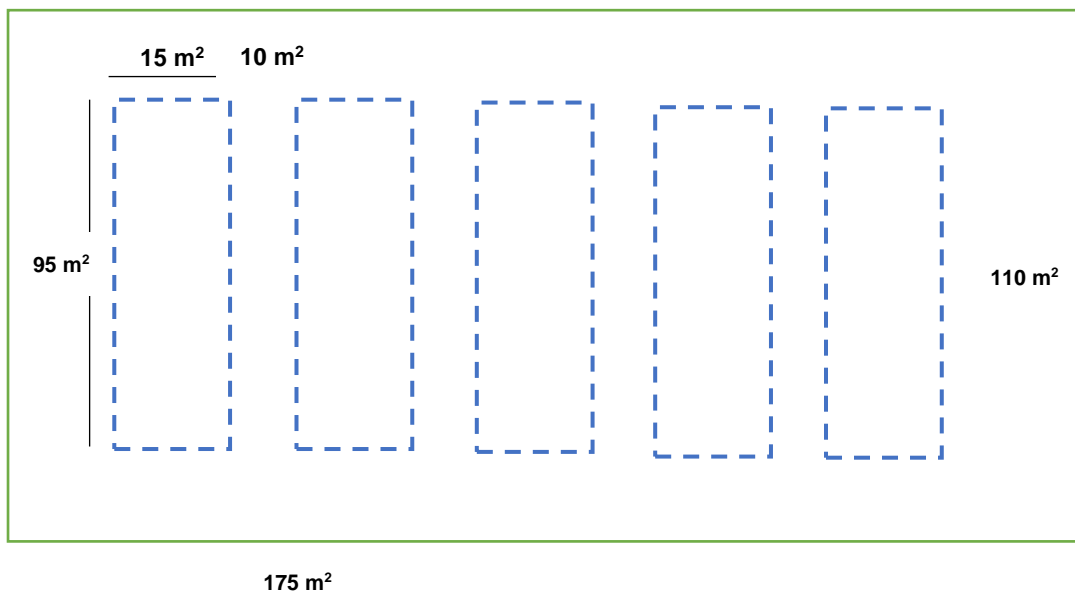
4.1.1. Características

Actualmente, la avícola cuenta con 6 granjas de reproducción y de engorde con una capacidad total de 300.000 pollos al mes, cada granja tienen una infraestructura de 5 galpones de (15 X 95 metros cuadrados) en la que tienen capacidad de 10.000 pollos para criar en cada galpón.

La empresa de estudio requiere saber como podría cubrir la demanda insatisfecha en los meses picos según los datos históricos de 2019, de acuerdo a la capacidad que tiene la empresa de estudio. Se conoce, en el capítulo 3, en la tabla 3.3, la oferta, muestra que es lo que realmente vendió la empresa versus la demanda que es lo que los clientes desean adquirir, la cual no se cumplió con una diferencia de 59.348 pollos anuales. Es por esto que se realiza este modelo matemático con el fin de demostrar el cumplimiento de la demanda de 2019, y conocer los costos más representativos.

Los galpones constan con adecuaciones para la cria de los pollos desde la fase inicial hasta la sexta semana de crianza, donde posteriormente se realiza el faenamiento de los mismos. Luego de esto los galpones pasan al proceso de desinfección de 10 a 15 días, para poder recibir el nuevo lote de pollos BB. A continuación en la figura 4.1 se muestra la infraestructura de una de las granjas:

Figura 4.1 Infraestructura de la granja con 5 galpones



Fuente: Elaboración propia, 2020

4.1.2. Modelo avícola

El modelo, se diseña con el objetivo de maximizar la rentabilidad, para lo cual se debe de minimizar los costo de: materia prima, adquisición de los pollos BB; producción en cada proceso; y, el costo de la cantidad de pollos faltantes para cubrir mi demanda.

El beneficio a obtenerse es igual a los ingresos menos los costos a nivel de áreas de operaciones, de los cuales el ingreso es todo lo que se genere por la venta de los pollos y los subproductos, y los costos serían todo los gastos de producción en la empresa. Los datos obtenidos para el estudio son de todo el periodo 2019 ya que se quiere conocer la rentabilidad a través del análisis de un periodo.

4.2. Datos del modelo

4.2.1. Conjunto

Es el índice o set en el que se detalla el conjunto de nombres que se ha asignado a cada uno de los índices, tal como se mencionan a continuación:

- j son los procesos de cada pollo estos son */preinicial, inicial, crecimiento, engorde y faenamiento/* y se los detalla en el GAMS como */1,2,3,4,5/*.
- w es el producto final de la producción de pollo como son: */pollo al vacío, pechuga, ala entera, pierna, pata, visceras/* y se detalla */1*6/*.
- g es el número de cada una de las granjas en este caso queda */1*6/*.
- t es el periodo del tiempo de estudio son 12 meses del año 2019 y se detalla como */1*12/*.

4.2.2. Datos

Para este conjunto se detallan los siguientes valores:

- Cap; se define como la capacidad de los pollos bb en las granja que son de */300.000/* pollos.
- RH; es el recurso de mano de obra en el proceso j el cual se define en el modelo como */231/* galponeros.
- R; es el recurso mínimo del proceso j por cada pollos en un galpón */10.000/* pollos.
- CI; se define como el costo inicial de pollos bb por unidad */0.50/* centavos de dólar, como se muestra en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Costo unitario de pollos BB

Detalle	Cantidad	Costo total	Costo Unitario
Pollos BB	100	\$50,00	\$0,50

Fuente: Elaboración propia, 2020

- CF; es el costo final de pollo al vacío con respecto al peso */6.75/*, dólares.

4.2.3. Parámetros

A continuación se detallan los parámetros y definiciones, de la demanda del periodo 2019, para ser utilizada en la ejecución del modelo, como se muestra en la tabla 3.13 que se representa en el modelo en GAMS como: *DemT*: *Demanda mensual en función del período t*; seguido se detalla en la tabla 4.2 la representación del porcentaje de las ventas y precios y se presenta en el modelo como: *representación (w)*, *precios (w)* de los productos.

Tabla 4.2. Representación de % de ventas y precios

Detalle	% ventas	Precios
Pollo al vacío	75	\$4,45
Pechuga	8	\$1,01
Ala entera	6	\$0,45
Pierna	4	\$0,27
Patas	3	\$0,20
Visceras	7	\$0,50

Fuente: Elaboración propia, 2020

La tasa de mortalidad por proceso y edad del pollo se detalla en la tabla 4.3, y en el modelo se presenta como: *TS(j)* *Tasa de mortalidad en el proceso j*.

Tabla 4.3 Tasa de mortalidad

Proceso	Edad en semanas	Mortalidad
Pre inicial	0 – 1	0,04
Inicial	2 – 3	0,05
Crecimiento	4 – 5	0,05
Engorde	6	0,1
Faenamiento	Termina la semana 6	0

Fuente: Elaboración propia, 2020

El consumo de alimento por cada pollo durante el proceso esta detallado en el capítulo 3, en la tabla 3.9, y está representado en el modelo como: *Bal(j)* *Balanceado en el proceso j*.

El costo del alimento por proceso del consumo de cada pollo se detalla en la tabla 4.4, y se representa en el modelo como: $MP(j)$ Costo de la materia prima en día i del proceso j .

Tabla 4.4 Consumo y costo de alimento por proceso

Proceso	Alimento por c/pollo Kg.	Costo del alimento por c/pollo
Pre inicial	0,15	\$0,09
Inicial	1,15	\$0,73
Crecimiento	1,2	\$0,76
Engorde	2,4	\$1,52

Fuente: Elaboración propia, 2020

4.2.4. Scalar

Cap: Capacidad de la granja para los pollos

RH: Recurso actual de galponero

R: Recurso mínimo del proceso j por pollo

CI(j): Costo inicial de compra de los pollos bb del del proceso j cuando es igual a 1

CF: Costo final del pollo por unidad, según el peso

CkgbalanceadoI(j): Costo del balanceado por kg.

S: Salario de galponeros

P: Galponeros

CA: Costo adicional por sobrepasar la capacidad.

4.2.5. Variables

Z Utilidad anual

X(j, g, t) Cantidad optima a tener de pollos en el proceso j en la granja g en el periodo t

Y(w, g, t) Ganancia esperada en el subproducto w en la granja g

en el periodo t

Ofer(g, t) Cantidad a ofertar de alimento en la granja g período t

a: Utilidad anual ventas

b: gasto anual de alimentación en kg.

c: gasto anual compra de pollitos BB.

4.2.6. Función objetivo

Maximizar z que es la utilidad menos los costos de operación en las granjas, como se muestra a continuación: $z = a - b - c - s * p(t)$.

En donde, a es la sumatoria del precios de la carne de pollo producida por la ganancia esperada, menos b que representa el costo de alimento en kilogramos por el costo, por la cantidad consumida de balanceado en las granjas g de los procesos j, menos c, que es el costo inicial de adquirir los pollitos BB, por cada periodo t, granja g y solo cuando mi j es igual a 1, ya que es el inicio del proceso j, menos S * P (t) que representa el salario de los galponeros en el periodo t, como lo muestra la ecuación (4.1).

$$\begin{aligned} \text{Max } Z = & \sum_{w=1, g=1, t=1}^{w, g, t} \text{Precio}(w) * Y(w, g, t) \\ & - \sum_{g=1, t=1}^{g, t} \text{ckgbalanceado}(j) * \text{Ofer}(g, t) \\ & - \sum_{j=1, g=1, t=1}^{1, g, t} \text{CI} * X(j, g, t) - S * P(t) \end{aligned} \quad (4.1)$$

4.2.7. Restricciones

La restricción de la variable X (j, g, t), indica la adquisición de la cantidad óptima a obtener de los pollitos BB, en el proceso j en la granja g en el periodo t, el cual debe ser mayor a la demanda ya que se debe cumplir para obtener una

rentabilidad, como se muestra en la ecuación (4.2).

$$X(j, g, t) > DemT(t) / 6 \quad \forall j = 1 \forall g \forall t \quad (4.2)$$

Además, se debe de cumplir el stock de pollos por cada etapa del proceso *pre inicial, inicial, crecimiento, engorde*, que será igual a la tasa de mortalidad por la etapa anterior, ver ecuación (4.3).

$$X(j, g, t) = (1 - TS(j - 1)) * X(j - 1, g, t) \quad \forall j > 1 \forall g \forall t \quad (4.3)$$

En esta restricción se debe de cumplir la demanda es decir que, la sumatoria de la cantidad óptima de pollos en el proceso *j* en la granja *g* en el período *t*, debe ser menor a la demanda en el periodo *t* para satisfacer la misma, ver ecuación (4.4).

$$\sum_{g=1}^G X(j, g, t) < DemT(t) \quad \forall j \forall t \quad (4.4)$$

Con respecto a la variable *Ofer(g,t)*, es la sumatoria de la cantidad de alimento a necesitar en el proceso *j*, por la cantidad óptima de pollos en el proceso *j* de la granja *g* del periodo *t*, será igual a la cantidad a ofertar de alimento en la granja *g*, período *t*, ver ecuación (4.5).

$$\sum_{j=5}^j X(j, g, t) * 4.9 = Ofer(g, t) \quad \forall j \forall g \forall t \quad (4.5)$$

En la ecuación (4.6), es la cantidad de pollos óptima a obtener en el proceso *j*, granja *g*, período *t*, la cual es menor al recurso mano de obra en el proceso *j*, es decir a la cantidad de galponero.

$$\frac{1}{R} * X(j, g, t) < RH \quad \forall j \forall g \forall t \quad (4.6)$$

La cantidad óptima de pollos a obtener en el proceso *j* en la granja *g* y en el periodo *t*, debe ser menor a la capacidad de los pollitos BB en las granjas, ver

ecuación (4.7).

$$X(j, g, t) < Cap \quad \forall j \forall g \forall t \quad (4.7)$$

La variable de la restricción $Y(w, g, t)$, es la ganancia esperada en el producto w , granja g período t , es igual al porcentaje de representación del producto w por la cantidad óptima de pollos en el proceso j , ver ecuación (4.8).

$$Y(w, g, t) = \text{Representacion}(w) * X(j, g, t) \quad \forall j \\ = 5 \quad \forall g \quad \forall t \quad \forall w \quad (4.8)$$

El modelo se realizó en el programa de simulación y modelación matemática GAMS, que es una herramienta que ayuda a la toma de decisiones, con una programación lineal - LP de solver CPLEX., que permite obtener un informe explícito y eficiente de los resultados de las ecuaciones y las variables presentadas. Este modelo busca la satisfacción de la demanda de los clientes a un costo óptimo para incrementar los beneficios/utilidad. La presentación del modelo en GAMS, se encuentra detallado en el anexo A y B.

4.3. Resultados obtenidos

4.3.1. Análisis

Luego de la modelización realizada en GAMS, con las restricciones detalladas anteriormente, se muestran los resultados, dentro de los cuales se realiza un análisis económico en cuanto a la satisfacción de la demanda y la rentabilidad.

Toda empresa busca obtener una rentabilidad, es por esto que el programa GAMS presenta los resultados en un archivo de Excel, los cuales se analizan y se detallan en las tablas siguientes.

4.3.2. Resultado función objetivo

El resultados del valor Z , es de \$478.339,30, que representa una utilidad rentable anual para la empresa como se muestra en la tabla 4.5.

Tabla 4.5 Resultado de la función objetivo

Función Objetivo	
Z	\$478.339,30

Fuente: Elaboración propia, 2020

4.3.3. Cantidad óptima de pollos a producir

Para conocer los resultados de la cantidad óptima de pollos a producir en cada una de las granjas se igualo la ecuación de la producción a la demanda histórica del año 2019, y al ejecutar en el programa en GAMS se determinó que para cumplir con la demanda se debe de producir aproximadamente 3.625.605 pollos anuales en las seis granjas, no sin antes mencionar que, en la granja 1 la producción es de 1.269.687 pollos anuales siendo la granja en la que se debe producir la mayor cantidad de pollos, mientras que en las granjas 2 a la 6 la producción es de 471.184 pollos mensuales.

Como se conoce que la capacidad del total de las granjas es de 300.000 pollos mensuales, entonces la producción aumenta en 171.184 pollos anuales desde la granja 2 a la 6, como se detalla en la tabla 4.6, que muestra la cantidad óptima de pollos a producir en el proceso j cuando es igual a 5 en la granja g , en el periodo t .

En la tabla 4.7 se detalla la cantidad de alimentos consumidos en el 2019, por un total de 17.765.465 expresada en kilogramos eso dividido para 40 kilogramos, que es la medida de los sacos que se adquiere en la empresa de estudio, entonces sería un total de 444.137 sacos anuales, al costo de 20,80 cada uno eso da un total de \$ 9.238.042 que es el costo la alimentación para los pollos hasta la etapa de engorde.

Tabla 4.6 Cantidad óptima de pollos a producir en el proceso $j=5$ en la granja g en el periodo t

Mes	Granjas						Total
	1	2	3	4	5	6	
Ene	105.294	39.075	39.075	39.075	39.075	39.075	300.667
Feb	104.154	38.652	38.652	38.652	38.652	38.652	297.414
Mar	106.265	39.435	39.435	39.435	39.435	39.435	303.440
Abr	104.465	38.767	38.767	38.767	38.767	38.767	298.301
May	105.772	39.252	39.252	39.252	39.252	39.252	302.032
Jun	104.664	38.841	38.841	38.841	38.841	38.841	298.869
Jul	105.342	39.093	39.093	39.093	39.093	39.093	300.806
Ago	104.265	38.693	38.693	38.693	38.693	38.693	297.729
Sep	105.536	39.165	39.165	39.165	39.165	39.165	301.360
Oct	106.738	39.611	39.611	39.611	39.611	39.611	304.792
Nov	108.008	40.082	40.082	40.082	40.082	40.082	308.417
Dic	109.185	40.519	40.519	40.519	40.519	40.519	311.778
Total	1.269.687	471.184	471.184	471.184	471.184	471.184	3.625.605

Fuente: Elaboración propia, 2020

Tabla 4.7 Cantidad de alimentos consumidos en el 2019

Mes	Granjas						Total
	1	2	3	4	5	6	
Ene	515.939	191.466	191.466	191.466	191.466	191.466	1.473.268
Feb	510.356	189.394	189.394	189.394	189.394	189.394	1.457.329
Mar	520.697	193.232	193.232	193.232	193.232	193.232	1.486.856
Abr	511.879	189.959	189.959	189.959	189.959	189.959	1.461.675
May	518.281	192.335	192.335	192.335	192.335	192.335	1.479.957
Jun	512.853	190.321	190.321	190.321	190.321	190.321	1.464.458
Jul	516.177	191.554	191.554	191.554	191.554	191.554	1.473.949
Ago	510.897	189.595	189.595	189.595	189.595	189.595	1.458.872
Sep	517.128	191.907	191.907	191.907	191.907	191.907	1.476.664
Oct	523.017	194.093	194.093	194.093	194.093	194.093	1.493.481
Nov	529.237	196.401	196.401	196.401	196.401	196.401	1.511.243
Dic	535.005	198.541	198.541	198.541	198.541	198.541	1.527.712
Total	6.221.466	2.308.800	2.308.800	2.308.800	2.308.800	2.308.800	17.765.465

Fuente: Elaboración propia, 2020

4.4. Comparación de costos de producción

A continuación, se detallan los rubros para el cálculo costos de 2019 y 2020 relacionados con la producción de pollos en las granjas, en los que se determina el impacto para su optimización.

En la tabla 4.8 se detallan los rubros para el cálculo de costos de mortalidad de los pollos, lo que compete la cantidad de producción de pollos en el proceso j=5 más el costo del alimento de consumo hasta la semana 3, en la que se estima que se da la mortalidad de los pollos con la frecuencia, según la empresa de estudio, dividido para el ingreso de los pollitos BB lo que da como resultado el costo de crianza hasta la semana 3.

Tabla 4.8 Rubros para el cálculo de costos de mortalidad de los pollos

Costos de mortalidad	2019		2020	
	Cantidad	Costo \$	Cantidad	Costo \$
Producción de pollo	3.625.605	\$12.109.520,70	3.477.843	\$11.615.995,62
Allimento consumidos etapa de inicial y crecimiento (sacos de 40Kg.)	10.437	\$217.089,60	10.012	\$208.249,60
TOTAL		\$12.326.610,30		\$11.824.245,22
Pollitos BB ingresados	4.649.642	\$2.324.821,10	4.460.145	\$2.230.072,71
Costo de crianza semana 2 y 3		\$2,65		\$2,65

Fuente: Elaboración propia, 2020

En la tabla 4.9, se se muestra el costo de los años 2019 y de 2020 de la mortalidad de los pollos, con una disminución en \$. 110.640,89 en el año 2020, esta variación es por la cantidad de pollos ingresados en el 2019, ingresaron 4.649.642,00 y en el 2020, según la proyección ingresan 4.460.145,00, desde el proceso pre inicial hasta el crecimiento que es entre la semana 2 y 3 de la crianza de los pollos, y es en la semana en que la empresa de estudio ha detectado la mortalidad de los pollos.

Tabla 4.9 Costos de mortalidad de los pollos

Año	Pollitos BB ingresados	Cantidad pollos muertos	Mortalidad al año	costo de crianza	Costo total \$
2019	4.649.642	1.024.037	22,02	\$2,65	\$2.714.812,65
2020	4.460.145	982.302	22,02	\$2,65	\$2.604.171,77

Fuente: Elaboración propia, 2020

Cabe mencionar que, en el año 2020 ingresaron menos pollitos BB a las granjas con respecto al 2019, y aún así se cumple con la demanda de los clientes en la actualidad, se menciona también que se disminuyó la cantidad de pollos muertos en 41.735 pollos.

En la tabla 4.10 se detallan los costos directos, como es la materia prima para el caso de estudio que son los pollitos BB ingresados a las granjas en el 2019 y 2020, en los cuales el costo al 2020 tiene una disminución de \$94.748,38, en el costo el cual se produce por lo que se ha ingresado menos pollitos BB al 2020, y por ende el alimento también disminuye en el costo por un total de \$376.497, 58.

Tabla 4.10 Costos de la materia prima

Rubros	2019		2020	
	Cantidad	Costo \$	Cantidad	Costo \$
Materia prima pollitos BB en 0,50 c/u	4.649.642	\$2.324.821,10	4.460.145	\$2.230.072,71
Alimento sacos de 40 Kg. en \$20,80	444.137	\$9.238.041,54	426.036	\$8.861.543,96
		\$11.562.862,64		\$11.091.616,68

Fuente: Elaboración propia, 2020

Cabe mencionar , que en la tabla 4.4 se detalló el consumo y costo de alimento por cada pollo, así como también el costo desde el proceso pre inicial hasta el engorde; y, en la tabla 4.7 se detalló la cantidad de alimentos consumidos en el 2019 por el total de la producción de los pollos.

A continuación, en la tabla 4.11 se definen los materiales indirectos necesarios

para la producción de los pollos, en la que se detallan los, materiales de desinfección y medicamentos, los cuales son esenciales para la producción de los pollos desde el proceso preinicial hasta el engorde.

En los costos de materiales indirectos, también se observa una disminución por un valor de \$381.867,58 con respecto al año 2020, el cual se refleja en el costo de alimentos y materiales, ya que en el 2020 solo se han reemplazado los materiales deteriorados, y no se han adquirido nuevos materiales.

Tabla 4.11 Costos de la materiales indirectos

MATERIALES INDIRECTOS	2019		2020	
	Cantidad	Costo \$	Cantidad	Costo \$
Materiales de limpieza	50	\$4.000,00	20	\$1.600,00
Bebedores campana	400	\$1.400,00	100	\$350,00
Bebedores galon	200	\$800,00	100	\$400,00
Comederos	200	\$600,00	100	\$300,00
Cal	200	\$600,00	200	\$600,00
Bombas para fumigar	5	\$200,00	0	\$0,00
Medicamentos y vacunas		\$5.200,00		\$4.100,00
TOTAL		\$12.800,00		\$7.350,00

Fuente: Elaboración propia, 2020

En la tabla 4.12, se detallan los salarios de los 231 galponeros con respecto al año 2019 y 2020, lo que es considerado como mano de obra directa para la producción de los pollos. Es preciso mencionar que, en el proceso pre inicial se requieren 2 galponeros por cada 10.000 pollitos BB, por 24 horas, lo que sería uno en el día y otro en la noche, esto es hasta la tercera semana, posteriormente en la cuarta semana, se necesita un galponero durante las 8 horas diarias. En la tabla se consideran los beneficios de la empresa como: horas extras, Décimotercero, Décimocuarto sueldo, Aporte Patronal y Fondos de Reserva, cada uno de estos rubros están detallados en el Anexo C y E como nómina de galponeros 2019 y 2020, cabe indicar que a cada trabajador se le ha dado un código para identificarlos, esto quiere decir que los nombres serán omitidos en el archivo anexo. Así también, se detalló en la tabla 3.10 la cantidad de galponeros asignados para cada proceso, y las horas de trabajo.

Tabla 4.12 Costos de salarios y beneficios de 231 galponeros

Rubro	Años	
	2019	2020
Salario anual	748.440,00	790.020,00
Horas Extras	17.505,00	5.202,00
Décimo Tercero	63.828,75	66.268,50
Décimo cuarto	91.014,00	92.400,00
Aporte Patronal	85.402,87	88.667,25
Fondo de Reserva	63.803,22	66.241,99
TOTAL	1.069.993,84	1.108.799,75

Fuente: Elaboración propia, 2020

En la tabla 4.13, se detallan los rubros de costos de producción, los cuales son los servicios básicos necesarios para la producción de pollos, por ejemplo es necesaria el agua para los pollos los cuales se les cambia diariamente, así mismo se debe de utilizar la energía eléctrica la cual sirve para todo lo necesario para el alumbramiento en los galpones desde que ingresan los pollitos BB, en su proceso preinicial hasta el inicial, la luz debe permanecer a una temperatura necesaria para su crecimiento.

Tabla 4.13 Costos de producción

Descripción	2019	2020
Agua	\$1.800,00	\$1.700,00
Energía Eléctrica	\$7.200,00	\$6.500,00
Teléfono Internet	\$2.400,00	\$2.100,00
Cilindros de Gas	\$720,00	\$720,00
TOTAL	\$12.120,00	\$11.020,00

Fuente: Elaboración propia, 2020

En la tabla 4.14 se detalla los salarios del personal administrativo, lo que se considera un costo fijo del personal administrativo que labora para la empresa de

estudio, los cuales están inmersos con el proceso productivo en un 40% en la producción, así como también se muestra el detalle de los salarios administrativos en los Anexos D y F, con respecto a los años 2019 y 2020.

Tabla 4.14 Detalle de costos de salarios personal administrativo

Rubro	Años	
	2019	2020
Salario anual	\$207.216,00	\$209.160,00
Décimo Tercero	\$17.268,00	\$17.430,00
Décimo cuarto	\$16.154,00	\$16.400,00
Aporte Patronal	\$23.104,58	\$23.321,34
Fondo de Reserva	\$17.261,09	\$17.423,03
TOTAL	\$281.003,68	\$283.734,37

Fuente: Elaboración propia, 2020

En la tabla 4.15, se detalla un resumen de la representación de los costos del año 2019 y 2020, con una disminución del \$546.900,24 con respecto al año 2020. Cabe mencionar que, el rubro de alimento sigue representando el mayor porcentaje de acuerdo a la cantidad de pollos producida, hasta el proceso de engorde. En la representación de los porcentajes, también se menciona el costo de la mortalidad que representa el 17,34% de los pollos muertos, lo cual representa un costo para la empresa en el 2019 de \$2.714.812,65, como se detalla en la siguiente tabla.

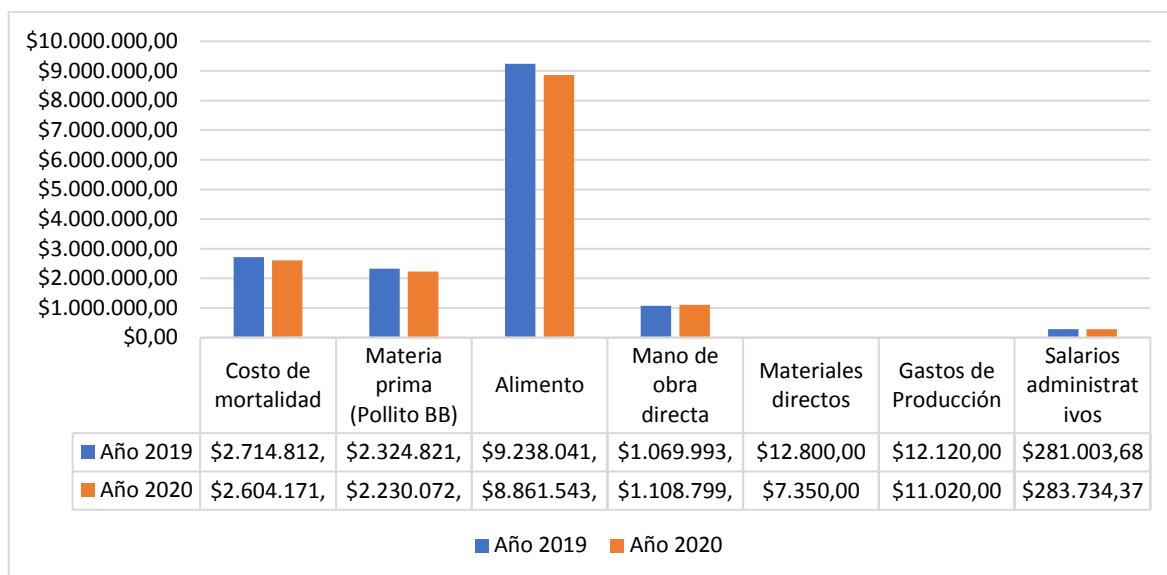
Tabla 4.15 Resumen de costos de producción 2019-2020

Costos de Producción	Año 2019	Representación de costos %	Año 2020	Representación de costos %
Costo de mortalidad	\$2.714.812,65	17,34%	\$2.604.171,77	17,24%
Materia prima (Pollito BB)	\$2.324.821,10	14,85%	\$2.230.072,71	14,76%
Alimento	\$9.238.041,54	59,02%	\$8.861.543,96	58,66%
Mano de obra directa	\$1.069.993,84	6,84%	\$1.108.799,75	7,34%
Materiales directos	\$12.800,00	0,08%	\$7.350,00	0,05%
Gastos de Producción	\$12.120,00	0,08%	\$11.020,00	0,07%
Salarios administrativos	\$281.003,68	1,80%	\$283.734,37	1,88%
TOTAL	\$15.653.592,80		\$15.106.692,56	

Fuente: Elaboración propia, 2020

En la figura 4.2, se grafica el resumen de los costos de producción de 2019 – 2020 de los rubros mencionados en la tabla 4.15.

Figura 4.2 Resumen de costo de producción 2019-2020



Fuente: Elaboración propia, 2020

A continuación, en la tabla 4.16, se se muestra el resultado de la función objetivo que mostró el GAMS del año 2019 y 2020 menos el total anual de los costos directos, salarios administrativos y gastos de producción, los cuales se muestran con un total de \$305.923,68 en el 2019 y \$302.104,37 al 2020, lo que demuestra que el modelo empleado para la empresa de estudio es factible, a pesar de la disminución de un año a otro por el valor de \$22.543,45.

Tabla 4.16 Resultado de función objetivo menos costos

	Año 2019	Año 2020
Función Objetivo	\$478.339,30	\$451.976,54
Suma de Costos Directos, salarios administrativos y gastos de producción	\$305.923,68	\$302.104,37
	\$172.415,62	\$149.872,17

Fuente: Elaboración propia, 2020

4.5. Pronóstico del segundo semestre de la demanda 2020

Validado el cumplimiento de la demanda de 2019, entre el plan de producción agregado método mixto y el modelo matemático en GAMS, se procede a realizar una proyección de la demanda para el segundo semestre del año 2020.

Para realizar el pronóstico de la demanda del segundo semestre de 2020, se ejecutó por medio del método de pronóstico de demanda con media móvil simple, para lo cual se utiliza el mismo modelo matemático en GAMS, con la demanda que se conoce según la tabla 4.17 que muestra la demanda de producción de pollos de enero a junio de 2020.

Tabla 4.17 Demanda producción de pollo primer semestre 2020

Meses	Demanda 2020
Ene	301.174
Feb	298.862
Mar	266.474
Abr	274.267
May	300.093
Jun	299.346
Total	1.740.216

Fuente: Empresa de estudio, 2020

Con el fin de desarrollar el pronóstico de la demanda, se utilizó el método de media móvil simple o promedio móvil simple, la cual se detalla en la ecuación 4.9, que es una función matemática para poder obtener un pronóstico, en donde D_t , es la demanda que se va a pronosticar para el segundo semestre de 2020, en el período t y X_t de la demanda que ya se conoce desde enero a junio, y el parámetro a es el periodo en el cual se va a realizar el promedio.

$$D_t = \frac{X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-n}}{a} \quad (4.9)$$

A continuación se detalla el cálculo para el mes de julio de 2020, como este mes es el mes siete, entonces el parámetro a es igual a 6.

$$Dt = \frac{(301.674 + 298.862 + 266.474 + 274.267 + 303.093 + 299.346)}{6}$$

$$Dt = 290.036$$

Y así se van calculando cada uno de los meses posteriores, y el resultado se muestra a continuación en la tabla 4.18.

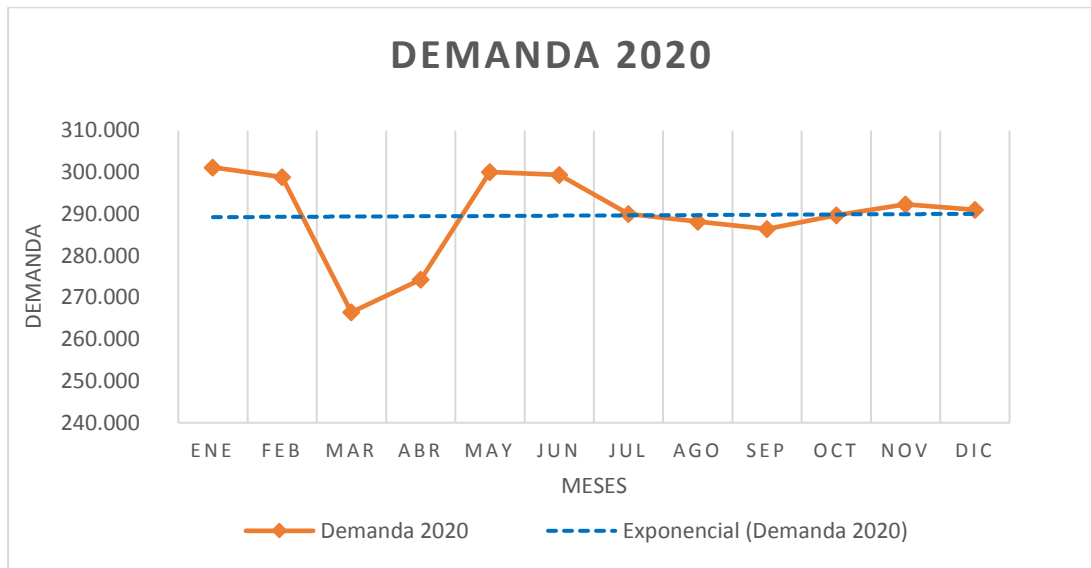
Tabla 4.18 Proyección de demanda segundo semestre, 2020

Meses	Demanda 2020
Jul	290.036
Ago	288.180
Sep	286.399
Oct	289.720
Nov	292.296
Dic	290.996
Total	1.737.627

Fuente: Elaboración propia, 2020

En la figura 4.3 se graficó la demanda de la producción de pollo de la empresa de estudio, del primer y segundo semestre del 2020, y la línea de tendencia para observar el comportamiento de la demanda, en los meses de marzo y abril existe una subestimación de la demanda, esto se debe a la pandemia de covid-2019 que actualmente se vive a nivel mundial, como se conoce esto afecta a la economía global y entre las empresas más impactadas están las de producción por la temporada del cierre de las mismas, creando desvinculación de personal, ventas bajas por la cuarentena, entre otros factores.

Figura 4.3 Demanda de producción de pollo de la empresa de estudio, 2020



Fuente: Elaboración propia, 2020

4.6. Resultado con demanda proyectada

4.6.1. función objetivo con demanda proyectada

Luego de la proyección de la demanda del segundo semestre de 2020, se ejecutan los datos en el modelo matemático GAMS. El resultados del valor Z, con la demanda proyectada es de \$451.976,54 como se muestra en la tabla 4.19.

Tabla 4.19 Resultado de la función objetivo

Función Objetivo	
Z	\$451.976,54

Fuente: Elaboración propia, 2020

Si la función objetivo de 2020, se compara con los resultados del 2019, representa una disminución de \$. 26.362,76 en la utilidad de anual para la empresa al 2020, esto se ve reflejado en las ventas que disminuyeron en los meses de marzo y abril, por causa de COVID-19.

4.6.2. Cantidad de pollitos BB que deben ingresar a las granjas con demanda proyectada expresado en unidades

En la tabla 4.20 se muestra la cantidad que se debe de adquirir de pollitos BB, ingresados cada granja g en el proceso j igual a 1, con la demanda proyectada de 2020, por un total de 4.460.145 pollitos BB anuales, esta cantidad sobrepasa la capacidad que debería ingresar por 860.145 pollitos BB. Cabe mencionar que la capacidad para el ingreso de los pollitos BB, que actualmente tienen las granjas es 3.600.000 al año, por lo que se requiere invertir en 2 granjas para poder recibir la cantidad de pollitos BB, mencionados anteriormente.

4.6.3. Cantidad óptima de pollos a producir con demanda proyectada

Para cumplir con la demanda proyectada al 2020, en el proceso de faenado cuando j es igual a 5, se utilizó el mismo modelo en GAMS, y al ejecutar el modelo el resultado se detalla en la tabla 4.21, la cual muestra que la cantidad de pollos a producir es de 3.477.843, la diferencia que se produce entre los pollos ingresados cuando j es igual 1 hasta que llegan al proceso de faenado cuando j es igual a 5 es por causa de la tasa de mortalidad.

Tabla 4.20 Cantidad de pollitos BB que ingresan en en la granja g, periodo t

Mes	Granjas						Total
	1	2	3	4	5	6	
Ene	135.261	50.196	50.196	50.196	50.196	50.196	386.239
Feb	134.223	49.810	49.810	49.810	49.810	49.810	383.274
Mar	119.677	44.412	44.412	44.412	44.412	44.412	341.738
Abr	123.177	45.711	45.711	45.711	45.711	45.711	351.733
May	134.776	50.016	50.016	50.016	50.016	50.016	384.853
Jun	134.440	49.891	49.891	49.891	49.891	49.891	383.895
Jul	130.259	48.339	48.339	48.339	48.339	48.339	371.955
Ago	129.425	48.030	48.030	48.030	48.030	48.030	369.575
Sep	128.625	47.733	47.733	47.733	47.733	47.733	367.291
Oct	130.117	48.287	48.287	48.287	48.287	48.287	371.550
Nov	131.274	48.716	48.716	48.716	48.716	48.716	374.854
Dic	130.690	48.499	48.499	48.499	48.499	48.499	373.187
	1.561.943	579.641	579.641	579.641	579.641	579.641	4.460.145

Fuente: Elaboración propia, 2020

Tabla 4.21 Cantidad óptima de pollos a producir en el proceso $j=5$ en la granja g en el periodo t

Mes	Granjas						Total
	1	2	3	4	5	6	
Ene	105.471	39.141	39.141	39.141	39.141	39.141	301.174
Feb	104.661	38.840	38.840	38.840	38.840	38.840	298.862
Mar	93.319	34.631	34.631	34.631	34.631	34.631	266.474
Abr	96.048	35.644	35.644	35.644	35.644	35.644	274.267
May	105.093	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	300.093
Jun	104.831	38.903	38.903	38.903	38.903	38.903	299.346
Jul	101.571	37.693	37.693	37.693	37.693	37.693	290.036
Ago	100.921	37.452	37.452	37.452	37.452	37.452	288.180
Sep	100.297	37.220	37.220	37.220	37.220	37.220	286.399
Oct	101.460	37.652	37.652	37.652	37.652	37.652	289.720
Nov	102.362	37.987	37.987	37.987	37.987	37.987	292.296
Dic	101.907	37.818	37.818	37.818	37.818	37.818	290.996
	1.217.941	451.980	451.980	451.980	451.980	451.980	3.477.843

Fuente: Elaboración propia, 2020

Así mismo, en la tabla 4.22 se calcula la cantidad de galponeros que deben de haber en las granjas, esta tabla muestra la cantidad de pollitos BB ingresados en el proceso j igual a 1 en la granjas g , divididas para 10.000 que es la cantidad de pollitos BB que se le asigna a cada galponero, según la asignación que les ha dado la empresa de estudio; obteniendo como resultado que se necesitan mensualmente de 37 a 39 galponeros, para lograr la producción durante todo el período pronosticado de la demanda 2020. Cabe mencionar que la empresa de estudio hasta la tercera semana del proceso j requiere 2 galponeros por cada 10.000 pollitos BB ingresados, por 24 horas esto es un galponero en el día y otro en la noche, a partir de la cuarta semana se necesita solo 1 galponero por las 8 horas de trabajo, como se muestra en el capítulo 3, tabla 3.1.

Tabla 4.22 Cantidad de galponeros a utilizarse por mes

Mes	Pollos periodo $j=1$	Cantidad de galponero
Ene	386.239	39
Feb	383.274	38
Mar	341.738	34
Abr	351.733	35
May	384.853	38
Jun	383.895	38
Jul	371.955	37
Ago	369.575	37
Sep	367.291	37
Oct	371.550	37
Nov	374.854	37
Dic	373.187	37
	4.460.145	

Fuente: Elaboración propia, 2020

4.6.4. Cantidad de alimento requerido expresado en kilogramos

El alimento requerido con la proyección de la demanda de 2020, en cada granja g por el período t esta representado en kilogramos en la tabla 4.23, por 17.041.431 kilogramos, al dividir para 40, se obtiene un total de 426.036 sacos anuales, cabe indicar que este rubro representa un costo en un rango de 56% – 60%.

Tabla 4.23 Cantidad de alimento requerido en en la granja g, periodo t expresado en kg

Mes	Granjas						Total
	1	2	3	4	5	6	
Ene	516.809	191.789	191.789	191.789	191.789	191.789	1.475.753
Feb	512.841	190.317	190.317	190.317	190.317	190.317	1.464.424
Mar	457.264	169.692	169.692	169.692	169.692	169.692	1.305.723
Abr	470.637	174.654	174.654	174.654	174.654	174.654	1.343.908
May	514.954	191.100	191.100	191.100	191.100	191.100	1.470.456
Jun	513.672	190.625	190.625	190.625	190.625	190.625	1.466.795
Jul	497.696	184.696	184.696	184.696	184.696	184.696	1.421.176
Ago	494.511	183.514	183.514	183.514	183.514	183.514	1.412.082
Sep	491.455	182.380	182.380	182.380	182.380	182.380	1.403.355
Oct	497.154	184.495	184.495	184.495	184.495	184.495	1.419.628
Nov	501.574	186.135	186.135	186.135	186.135	186.135	1.432.250
Dic	499.343	185.307	185.307	185.307	185.307	185.307	1.425.880
	5.967.909	2.214.704	2.214.704	2.214.704	2.214.704	2.214.704	17.041.431

Fuente: Elaboración propia, 2020

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Este trabajo se basa en el diseño de un modelo matemático para optimizar la cantidad de producción de pollos al vacío en búsqueda de la satisfacción de la demanda diaria de los distribuidores mayoristas y supermercados al costo óptimo. De tal manera, se procedió a desarrollar una metodología de carácter investigativo que permite examinar el proceso de producción de pollos.

1. Con los resultados del análisis del modelo matemático en GAMS, se logró conocer la capacidad de pollo instalada en cada granja, relacionada con el pedido óptimo de pollitos BB a los proveedores, se conoce que la empresa de estudio tiene una capacidad de 300.000 pollos mensuales en las 6 granjas. Por lo que se procedió a realizar un pronóstico de proyección de la demanda del segundo semestre del año 2020, en el cual el resultado muestra que la empresa de estudio no tiene la capacidad para recibir la cantidad de pollitos BB, para cubrir la demanda proyectada, ya que aumenta en 860.145 pollitos BB.
2. A través del desarrollo del modelo matemático en GAMS se determinó, la cantidad promedio de producción de pollos en las diferentes granjas, de la empresa reproductora en el proceso del faenado, considerando la tasa de mortalidad, costo de mano de obra y costo de operación en cada una de las granjas, con estos parámetros se cumple con la demanda de los clientes del año 2020, y se obtiene una rentabilidad óptima, pero con una disminución en de 26.362,66 en comparación al año 2019.
3. En los resultados obtenidos se determinó y optimizó los costos relacionados con la producción de pollos en las granjas, dentro de los

cuales el costo más representativo es el alimento durante todo el proceso j de las granjas g , y esta en un rango del 56% – 60% del consumo, además se demostró que la empresa de estudio obtiene una disminución en los costos de \$546.900,24 en el año 2020.

4. Mediante Decreto 1017, de 16 de marzo de 2020, se dispuso estado de excepción, por el Presidente de la República a nivel Nacional, por causa del COVID-19, lo que produjo una recesión a la economía a nivel mundial, y causó que muchas empresas cierren sus establecimientos, la empresa de estudio fue afectada en los meses de marzo y abril, en cuanto a la disminución de la ventas de la producción de pollos, a pesar de que es una empresa avícola de producción de alimentos, fue afectada por el cierre de muchos mercados, comedores y supermercados en época de cuarentena, por la emergencia sanitaria.
5. El modelo matemático empleado en GAMS, es útil y aplicable para cualquier conjunto de datos en los diferentes horizontes de planeación. Este modelo esta desarrollado para ayudar a tomar decisiones respecto la planificación de la producción considerando los posibles valores que puedan tomar las variables de entrada.

5.2. Recomendaciones

El modelo realizado en GAMS, aporta a la toma de decisiones para la empresa de estudio, por lo que se recomienda:

- Invertir en 2 granjas, ya que de acuerdo a la demanda de 2020, la cantidad de pollos óptimos a pedir es mayor a la capacidad que tiene la empresa de estudio actualmente.
- Buscar otros proveedores de alimento o contratar una empresa para producir el balanceado, siempre y cuando aporte a la producción en cuanto a la acogida para el peso óptimo de los pollos. Según resultados se consumen 426.036 sacos de 40 kg., en un periodo fiscal y actualmente el saco de 40 Kg esta en un costo promedio de \$20,80.

- Realizar un calendario para mantenimiento preventivo a las maquinarias que están dentro del área de producción, para que no se detenga el faenado de los pollos, ya que esto incurre en una disminución de la producción.
- Se debe de considerar que la cantidad óptima de galponeros para el proceso de faenado es de 37 a 39 galponeros, ya que la granja tienen actualmente 51 galponeros en total, y esto incurre en gastos de mano de obra directa.
- En relación con la realidad, se debe profundizar en la verificación de los rubros como la mano de obra, costos y la cantidad de alimentos para una producción satisfactoria.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Latinoamericana de Avicultura. (3 de abril de 2018). *Latinoamérica y el Caribe : Producción de Carne de Pollo (Miles de toneladas de peso eviscerado)*. Obtenido de Asociación Latinoamericana de Avicultura: <https://www.avicolatina.com/estadisticas/pollo/produccion>
- Aviagen Incorporated. (2009). *Arbor Acres Guía del Manejo del Pollo de Engorde*. Obtenido de Guía del Manejo del Pollo de Engorde: http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf
- Bassanezi, R., & Biembengut, M. (diciembre de 1997). *Modelación matemática: Una antigua forma de investigación-un nuevo método de enseñanza*. Obtenido de <http://www.sinewton.org/numeros/numeros/32/Articulo02.pdf>: <http://www.sinewton.org/numeros/numeros/32/Articulo02.pdf>
- Betancourt, D. F. (22 de mayo de 2016). *Planificación agregada de producción*. Obtenido de La planeación hecha a mediano plazo: <https://ingenioempresa.com/planificacion-agregada-produccion-planeacion-hecha-mediano-plazo/>
- Boiteux, O. D., Corominas, A. A., & Lusa, &. (febrero de 2007). *Estado del arte sobre planificación agregada de la producción*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/747/IOC-DT-P-2007-04.pdf>: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/747/IOC-DT-P-2007-04.pdf>
- Boiteux, O., Corominas, A., & Lusa, A. (febrero de 2007). *Estado del arte sobre planificación agregada de la producción*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/747/IOC-DT-P-2007-04.pdf>: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/747/IOC-DT-P-2007-04.pdf>
- Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2009). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, Producción y cadena de suministros*. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Corporación Financiera Nacional. (diciembre de 2017). *FICHA SECTORIAL: Explotación de criaderos de pollos y reproducción de aves de corral, pollos*

- y gallinas. Obtenido de Corporación Financiera Nacional: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/01/Ficha-Sectorial-Aves-de-Corral.pdf>
- Diario "El Comercio". (5 de julio de 2019). *Ecuador celebra el Día del Pollo*. Obtenido de Diario "El Comercio": <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-consumo-pollo-carne-celebracion.html>
- Ecuadorinmediato. (26 de agosto de 2015). *Producción avícola incrementó 400% en Ecuador durante últimos 20 años*. Obtenido de Ecuadorinmediato: http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=2818787250
- El Comercio. (5 de julio de 2019). *Ecuador celebra el Día del Pollo*. Obtenido de Diario El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-consumo-pollo-carne-celebracion.html>
- El Universo. (21 de agosto de 2015). *Exportar, en mira de sector avícola ecuatoriano*. Obtenido de El Universo: <https://www.eluniverso.com/noticias/2015/08/21/nota/5077706/exportar-mira-sector-avicola>
- GestioPolis.com Experto. (17 de abril de 2003). *¿Qué es la planeación agregada?* Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/que-es-la-planeacion-agregada/>
- Heizer, J. &. (2009). *Administración de Operaciones séptima edición*. Mexico: Naucalpan.
- León, X. &. (julio de 2010). *El agronegocio en Ecuador: El caso de la cadena del maíz y la empresa Pronaca*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/292995150_El_agronegocio_en_Ecuador_el_caso_de_la_cadena_del_maiz_y_la_empresa_PRONACA: https://www.researchgate.net/publication/292995150_El_agronegocio_en_Ecuador_el_caso_de_la_cadena_del_maiz_y_la_empresa_PRONACA
- Miranda, G. F. (2005). *Manual de Dirección de Operaciones*. España: International Thomson.
- Monleón, R. (diciembre de 2012). *Aviagen Manejo pre-faena en pollos*. Obtenido de

http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AviagenBriefPreProcessHandling2012-ES.pdf

Nuño, P. (12 de julio de 2017). *Costes indirectos*. Obtenido de ¿Qué son los costos indirectos? | Ejemplos de costes indirectos: <https://www.emprendepyme.net/costes-indirectos.html>

Ortiz Mateo, F. I., García Compean, L., & Castro Aguilar, F. J. (2006). *Consumo de alimento, causa y porcentaje de mortalidad en granjas de postura comercial bajo condiciones climáticas de Yucatán, México*. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-2006/vm063i.pdf>

Ortiz-Trian, V. &.-R. (2014). Programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado - en Colombia. *Scielo*, 114-130.

Oviedo, E. (junio de 2002). *Optimización de la producción Avícola por medio de Modelos Matemáticos*. Obtenido de http://www.guahyba.vet.br/trabalhos/optimizacao_avicola.htm: http://www.guahyba.vet.br/trabalhos/optimizacao_avicola.htm

Peláez Noruega, S. (9 de marzo de 2018). *Logística de Aprovisionamiento y Distribución*. Obtenido de La planificación agregada y sus objetivos : <https://logisticamuialpcsupv.wordpress.com/2018/03/09/la-planificacion-agregada-y-sus-objetivos/>

Ramos, A., Sánchez, P., Ferrer, J., Barquín, J., & Linares, P. (septiembre de 2010). *MODELOS MATEMÁTICOS DE OPTIMIZACIÓN*. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/47846786/modelado_en_gams.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMODELOS_MATEMATICOS_DE_OPTIMIZACION.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=ASIATUSBJ6BAAAK5XB56%2F20200524%2Fu: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/47846786/modelado_en_gams.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMODELOS_MATEMATICOS_DE_OPTIMIZACION.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=ASIATUSBJ6BAAAK5XB56%2F20200524%2Fu

Rosales, S. (10 de Octubre de 2015). Estudio de Mercado Avícola enfocado a la Comercialización del Pollo en Pie, año 2012-2014. Loja, Loja, Ecuador:

Superintendencia de control local del poder de mercado. Obtenido de <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/ESTUDIO-AVCOLA-VERSION-PUBLICA.pdf>

Rosales, S. (10 de octubre de 2015). Estudio de Mercado Avícola enfocado a la Comercialización del Pollo en Pie, año 2012-2014. Loja, Loja, Ecuador: Superintendencia de control local de poder de mercado. Obtenido de <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/ESTUDIO-AVCOLA-VERSION-PUBLICA.pdf>: <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/ESTUDIO-AVCOLA-VERSION-PUBLICA.pdf>

Salazar López, B. (2020). *Ingenieria Industrial Online.com*. Obtenido de Planeación agregada: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/uncategorized/planeacion-agregada/>

Taube, M. (1996). Integrated Planning for Poultry Production at Sadia. *Informals Journal on Applied Analytics*, 38.

Vargas Melo, R., & Gutiérrez Ascón, J. (abril de 2018). *Aplicación de la Programación Lineal para optimizar el costo de una dieta*. Obtenido de <file:///C:/Users/laptopCasa/Downloads/2061-Texto%20del%20art%C3%ADculo-6332-1-10-20190619.pdf>: <file:///C:/Users/laptopCasa/Downloads/2061-Texto%20del%20art%C3%ADculo-6332-1-10-20190619.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: Estructura de modelo matemático en GAMS

*Indices

Set

j Proceso /1,2,3,4,5/
w Producto Final/1*6/
g granja/1*6/
t periodo /1*12/;

Scalar

Cap Capacidad de los pollos bb /300000/
RH Recurso mano de obra en el proceso j /231/
R Recurso minimo del proceso j por pollos /10000/
CI Costo inicial de pollos bb /0.50/
CF Costo final de pollos /6.75/
ckgbalanceado Costo del balanceado por kg /0.52/

Parameters

DemT(t)

/1 300667
2 297414
3 303440
4 298301
5 302032
6 298869
7 300806
8 297729
9 301360
10 304792
11 308417
12 311778 /

Representacion(w)

/1 0.65
2 0.15
3 0.06
4 0.04
5 0.03
6 0.07/

Precio(w)

/1 4.80
2 1.01
3 0.405
4 0.27
5 0.2025
6 0.4725/

TS(j) Tasa de mortalidad en la proceso j

/1 0.04
 2 0.05
 3 0.05
 4 0.1
 5 0/

Bal(j) Balanceado en el proceso j

/1 0.15
 2 1.15
 3 1.2
 4 2.4
 5 0/

MP(j) Costo de la materia prima en día i del Proceso j

/1 0.09
 2 0.73
 3 0.76
 4 1.50
 5 0 /

Scalar

S Salario /386/
 P Galponeros /231/
 CA CostoAdicional /0.25/

Variable

Z Utilidad Anual (*Dolares*)
 X(j,g,t) Cantidad optima a tener en el proceso j(*Numeros_de_Pollos*)
 Y(w,g,t) Cantidad de ganancia esperada (*Dolares*)
 Ofer(g,t) Cantidad a ofertar de balanceado en el granja g periodo t
 (*kg_por_proceso*)
 a Ingreso_Anual_Venta
 b Gasto_Anual_kg
 c Gasto_Anual_Compra_Pollos_bb

Equations

fo,r0,r1,r2,r3,r4,r5,r6,r7,r8,r9,r10,r11,r12;

fo.. $z = e = a - b - c - s * p;$
 r0(j,g,t)\$(ord(j)= 1).. $X(j,g,t) = g = DemT(t)/6;$
 r1(j,g,t)\$(ord(j)= 2).. $x(j,g,t) = e = (1 - TS(j-1)) * x(j-1,g,t);$
 r2(j,g,t)\$(ord(j)= 3).. $x(j,g,t) = e = (1 - TS(j-1)) * x(j-1,g,t);$
 r3(j,g,t)\$(ord(j)= 4).. $x(j,g,t) = e = (1 - TS(j-1)) * x(j-1,g,t);$
 r4(j,g,t)\$(ord(j)= 5).. $x(j,g,t) = e = (1 - TS(j-1)) * x(j-1,g,t);$
 r5(j,t)\$(ord(j)= 5).. $sum(g, X(j,g,t)) = l = DemT(t);$
 r6(g,t).. $sum(j$(ord(j)= 5), 4.9 * x(j,g,t)) = e = Ofer(g,t);$
 r7(j,g,t).. $(1/R) * X(j,g,t) = l = RH;$
 r8(g,j,t).. $X(j,g,t) = l = Cap;$

```

r9(j,w,g,t)$(ord(j)= 5)..      Y(w,g,t)=e=Representacion(w)*X(j,g,t);
r10..                          a=e= sum((w,g,t),Precio(w)*Y(w,g,t));
r11..                          b=e=sum((g,t),ckgbalanceado*Ofer(g,t));
r12..                          c=e=sum(j$(ord(j)=1),sum((g,t),CI*X(j,g,t)));

```

```

Model Granja /All/ ;
Model Granja /All/ ;
Solve Granja max z using LP
Display z.l,x.l,y.l,Ofer.l,a.l,b.l,c.l

```

```

execute_unload "results.gdx" z.l,x.l,y.l,Ofer.l,a.l,b.l,c.l
execute 'gdxrw.exe results.gdx o=Avicola0910.xls var= z.l rng=Hoja1! var=x.l
rng=Hoja2! var=y.l rng=Hoja3! var=Ofer.l rng=Hoja4! var=a.l rng=Hoja5! var=b.l
rng=Hoja6! var=c.l rng=Hoja7!'

```

Fuente: Elaboración propia, 2020

ANEXO B: Codificación del modelo en GAMS

```
GENERATION TIME      =          0.015 SECONDS      4 MB  32.2.0 rc62c018 WEX-WEI
GAMS 32.2.0 rc62c018 Released Aug 26, 2020 WEX-WEI x86 64bit/MS Windows - 10/16/
G e n e r a l   A l g e b r a i c   M o d e l i n g   S y s t e m
Solution Report      SOLVE Granja Using LP From line 116
```

S O L V E S U M M A R Y

```
MODEL  Granja          OBJECTIVE  Z
TYPE   LP              DIRECTION  MAXIMIZE
SOLVER CPLEX          FROM LINE  116
```

```
**** SOLVER STATUS      1 Normal Completion
**** MODEL STATUS      1 Optimal
**** OBJECTIVE VALUE    478339.2900
```

```
RESOURCE USAGE, LIMIT      0.000 10000000000.000
ITERATION COUNT, LIMIT     0    2147483647
```

```
IBM ILOG CPLEX  32.2.0 rc62c018 Released Aug 26, 2020 WEI x86 64bit/MS Window
*** This solver runs with a demo license. No commercial use.
Cplex 12.10.0.0
```

```
Space for names approximately 0.04 Mb
Use option 'names no' to turn use of names off
LP status(1): optimal
Cplex Time: 0.00sec (det. 1.15 ticks)
```

Fuente: Elaboración propia, 2020

ANEXO C: Nómina de galponeros, 2019

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G001	3.240,00	217,00	288,08	394,00	385,46	287,97	4.812,51
G002	3.240,00	169,00	284,08	394,00	380,10	283,97	4.751,16
G003	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G004	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G005	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G006	3.240,00	245,00	290,42	394,00	388,58	290,30	4.848,29
G007	3.240,00	163,00	283,58	394,00	379,43	283,47	4.743,49
G008	3.240,00	246,00	290,50	394,00	388,69	290,38	4.849,57
G009	3.240,00	221,00	288,42	394,00	385,90	288,30	4.817,62
G010	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G011	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G012	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G013	3.240,00	169,00	284,08	394,00	380,10	283,97	4.751,16
G014	3.240,00	256,00	291,33	394,00	389,80	291,22	4.862,35
G015	3.240,00	225,00	288,75	394,00	386,35	288,63	4.822,73
G016	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G017	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G018	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G019	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G020	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G021	3.240,00	227,00	288,92	394,00	386,57	288,80	4.825,29
G022	3.240,00	145,00	282,08	394,00	377,43	281,97	4.720,48
G023	3.240,00	236,00	289,67	394,00	387,57	289,55	4.836,79
G024	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G025	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G026	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G027	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G028	3.240,00	213,00	287,75	394,00	385,01	287,63	4.807,39
G029	3.240,00	196,00	286,33	394,00	383,11	286,22	4.785,67
G030	3.240,00	221,00	288,42	394,00	385,90	288,30	4.817,62
G031	3.240,00	225,00	288,75	394,00	386,35	288,63	4.822,73
G032	3.240,00	278,00	293,17	394,00	392,26	293,05	4.890,47
G033	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G034	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G035	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G036	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G037	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G038	3.240,00	226,00	288,83	394,00	386,46	288,72	4.824,01
G039	3.240,00	263,00	291,92	394,00	390,58	291,80	4.871,30
G040	3.240,00	227,00	288,92	394,00	386,57	288,80	4.825,29
G041	3.240,00	289,00	294,08	394,00	393,48	293,97	4.904,53
G042	3.240,00	141,00	281,75	394,00	376,98	281,64	4.715,37
G043	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G044	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G045	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G046	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G047	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G048	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G049	3.240,00	256,00	291,33	394,00	389,80	291,22	4.862,35
G050	3.240,00	235,00	289,58	394,00	387,46	289,47	4.835,51
G051	3.240,00	169,00	284,08	394,00	380,10	283,97	4.751,16
G052	3.240,00	238,00	289,83	394,00	387,80	289,72	4.839,35

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G053	3.240,00	219,00	288,25	394,00	385,68	288,13	4.815,06
G054	3.240,00	247,00	290,58	394,00	388,80	290,47	4.850,85
G055	3.240,00	256,00	291,33	394,00	389,80	291,22	4.862,35
G056	3.240,00	224,00	288,67	394,00	386,24	288,55	4.821,45
G057	3.240,00	219,00	288,25	394,00	385,68	288,13	4.815,06
G058	3.240,00	233,00	289,42	394,00	387,24	289,30	4.832,96
G059	3.240,00	225,00	288,75	394,00	386,35	288,63	4.822,73
G060	3.240,00	245,00	290,42	394,00	388,58	290,30	4.848,29
G061	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G062	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G063	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G064	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G065	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G066	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G067	3.240,00	247,00	290,58	394,00	388,80	290,47	4.850,85
G068	3.240,00	156,00	283,00	394,00	378,65	282,89	4.734,54
G069	3.240,00	157,00	283,08	394,00	378,77	282,97	4.735,82
G070	3.240,00	213,00	287,75	394,00	385,01	287,63	4.807,39
G071	3.240,00	216,00	288,00	394,00	385,34	287,88	4.811,23
G072	3.240,00	263,00	291,92	394,00	390,58	291,80	4.871,30
G073	3.240,00	195,00	286,25	394,00	383,00	286,14	4.784,39
G074	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G075	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G076	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G077	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G078	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G079	3.240,00	211,00	287,58	394,00	384,79	287,47	4.804,84

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G080	3.240,00	215,00	287,92	394,00	385,23	287,80	4.809,95
G081	3.240,00	146,00	282,17	394,00	377,54	282,05	4.721,76
G082	3.240,00	236,00	289,67	394,00	387,57	289,55	4.836,79
G083	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G084	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G085	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G086	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G087	3.240,00	286,00	293,83	394,00	393,15	293,72	4.900,70
G088	3.240,00	226,00	288,83	394,00	386,46	288,72	4.824,01
G089	3.240,00	245,00	290,42	394,00	388,58	290,30	4.848,29
G090	3.240,00	246,00	290,50	394,00	388,69	290,38	4.849,57
G091	3.240,00	256,00	291,33	394,00	389,80	291,22	4.862,35
G092	3.240,00	135,00	281,25	394,00	376,31	281,14	4.707,70
G093	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G094	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G095	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G096	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G097	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G098	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G099	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G100	3.240,00	227,00	288,92	394,00	386,57	288,80	4.825,29
G101	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G102	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G103	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G104	3.240,00	137,00	281,42	394,00	376,54	281,30	4.710,26
G105	3.240,00	234,00	289,50	394,00	387,35	289,38	4.834,24
G106	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G107	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G108	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G109	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G110	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G111	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G112	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G113	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G114	3.240,00	169,00	284,08	394,00	380,10	283,97	4.751,16
G115	3.240,00	216,00	288,00	394,00	385,34	287,88	4.811,23
G116	3.240,00	218,00	288,17	394,00	385,57	288,05	4.813,79
G117	3.240,00	132,00	281,00	394,00	375,98	280,89	4.703,87
G118	3.240,00	233,00	289,42	394,00	387,24	289,30	4.832,96
G119	3.240,00	269,00	292,42	394,00	391,25	292,30	4.878,97
G120	3.240,00	156,00	283,00	394,00	378,65	282,89	4.734,54
G121	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G122	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G123	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G124	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G125	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G126	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G127	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G128	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G129	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G130	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G131	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G132	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G133	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G134	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G135	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G136	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G137	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G138	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G139	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G140	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G141	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G142	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G143	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G144	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G145	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G146	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G147	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G148	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G149	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G150	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G151	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G152	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G153	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G154	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G155	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G156	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G157	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G158	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G159	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G160	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G161	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G162	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G163	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G164	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G165	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G166	3.240,00	241,00	290,08	394,00	388,13	289,97	4.843,18
G167	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G168	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G169	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G170	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G171	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G172	3.240,00	245,00	290,42	394,00	388,58	290,30	4.848,29
G173	3.240,00	235,00	289,58	394,00	387,46	289,47	4.835,51
G174	3.240,00	289,00	294,08	394,00	393,48	293,97	4.904,53
G175	3.240,00	231,00	289,25	394,00	387,02	289,13	4.830,40
G176	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G177	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G178	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G179	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G180	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G181	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G182	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G183	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G184	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G185	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G186	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G187	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G188	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G189	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G190	3.240,00	221,00	288,42	394,00	385,90	288,30	4.817,62
G191	3.240,00	146,00	282,17	394,00	377,54	282,05	4.721,76
G192	3.240,00	231,00	289,25	394,00	387,02	289,13	4.830,40
G193	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G194	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G195	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G196	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G197	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G198	3.240,00	241,00	290,08	394,00	388,13	289,97	4.843,18
G199	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G200	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G201	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G202	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G203	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G204	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G205	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G206	3.240,00	213,00	287,75	394,00	385,01	287,63	4.807,39
G207	3.240,00	217,00	288,08	394,00	385,46	287,97	4.812,51
G208	3.240,00	152,00	282,67	394,00	378,21	282,55	4.729,43
G209	3.240,00	223,00	288,58	394,00	386,12	288,47	4.820,18
G210	3.240,00	215,00	287,92	394,00	385,23	287,80	4.809,95
G211	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G212	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G213	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G214	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G215	3.240,00	269,00	292,42	394,00	391,25	292,30	4.878,97
G216	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G217	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G218	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G219	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G220	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G221	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G222	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G223	3.240,00	255,00	291,25	394,00	389,69	291,13	4.861,08
G224	3.240,00	195,00	286,25	394,00	383,00	286,14	4.784,39
G225	3.240,00	246,00	290,50	394,00	388,69	290,38	4.849,57
G226	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G227	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G228	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G229	3.240,00	236,00	289,67	394,00	387,57	289,55	4.836,79
G230	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
G231	3.240,00	-	270,00	394,00	361,26	269,89	4.535,15
Total	748.440,00	17.505,00	63.828,75	91.014,00	85.402,87	63.803,22	1.069.993,84

Fuente: Empresa de estudio, 2020

ANEXO D: Nómina de Administrativos, 2019

Adm	Salario anual	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
A001	10.200,00	850,00	394,00	1.137,30	849,66	13.430,96
A002	8.400,00	700,00	394,00	936,60	699,72	11.130,32
A003	8.400,00	700,00	394,00	936,60	699,72	11.130,32
A004	8.400,00	700,00	394,00	936,60	699,72	11.130,32
A005	6.000,00	500,00	394,00	669,00	499,80	8.062,80
A006	6.000,00	500,00	394,00	669,00	499,80	8.062,80
A007	6.000,00	500,00	394,00	669,00	499,80	8.062,80
A008	6.000,00	500,00	394,00	669,00	499,80	8.062,80
A009	3.360,00	280,00	394,00	374,64	279,89	4.688,53
A010	3.360,00	280,00	394,00	374,64	279,89	4.688,53
A011	3.360,00	280,00	394,00	374,64	279,89	4.688,53
A012	3.360,00	280,00	394,00	374,64	279,89	4.688,53
A013	3.360,00	280,00	394,00	374,64	279,89	4.688,53
A014	3.360,00	280,00	394,00	374,64	279,89	4.688,53
A015	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A016	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A017	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A018	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A019	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A020	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A021	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A022	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A023	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A024	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A025	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A026	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A027	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01

Adm	Salario anual	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
A028	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A029	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A030	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A031	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A032	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A033	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A034	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A035	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A036	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A037	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A038	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A039	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A040	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
A041	4.728,00	394,00	394,00	527,17	393,84	6.437,01
TOTAL	207.216,00	17.268,00	16.154,00	23.104,58	17.261,09	281.003,68

Fuente: Empresa de estudio, 2020

ANEXO E: Nómina de galponeros, 2020

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G001	3.420,00	122,00	295,17	400,00	394,93	295,05	4.927,15
G002	3.420,00	145,00	297,08	400,00	397,50	296,96	4.956,55
G003	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G004	3.420,00	127,00	295,58	400,00	395,49	295,47	4.933,54
G005	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G006	3.420,00	145,00	297,08	400,00	397,50	296,96	4.956,55
G007	3.420,00	134,00	296,17	400,00	396,27	296,05	4.942,49
G008	3.420,00	105,00	293,75	400,00	393,04	293,63	4.905,42
G009	3.420,00	107,00	293,92	400,00	393,26	293,80	4.907,98
G010	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G011	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G012	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G013	3.420,00	106,00	293,83	400,00	393,15	293,72	4.906,70
G014	3.420,00	109,00	294,08	400,00	393,48	293,97	4.910,53
G015	3.420,00	108,00	294,00	400,00	393,37	293,88	4.909,25
G016	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G017	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G018	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G019	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G020	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G021	3.420,00	120,00	295,00	400,00	394,71	294,88	4.924,59
G022	3.420,00	105,00	293,75	400,00	393,04	293,63	4.905,42
G023	3.420,00	109,00	294,08	400,00	393,48	293,97	4.910,53
G024	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G025	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G026	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G027	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G028	3.420,00	116,00	294,67	400,00	394,26	294,55	4.919,48
G029	3.420,00	117,00	294,75	400,00	394,38	294,63	4.920,76
G030	3.420,00	197,00	301,42	400,00	403,30	301,30	5.023,01
G031	3.420,00	167,00	298,92	400,00	399,95	298,80	4.984,66
G032	3.420,00	197,00	301,42	400,00	403,30	301,30	5.023,01
G033	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G034	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G035	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G036	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G037	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G038	3.420,00	169,00	299,08	400,00	400,17	298,96	4.987,22
G039	3.420,00	179,00	299,92	400,00	401,29	299,80	5.000,00
G040	3.420,00	110,00	294,17	400,00	393,60	294,05	4.911,81
G041	3.420,00	190,00	300,83	400,00	402,52	300,71	5.014,06
G042	3.420,00	101,00	293,42	400,00	392,59	293,30	4.900,31
G043	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G044	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G045	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G046	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G047	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G048	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G049	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G050	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G051	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G052	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G053	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G054	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G055	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G056	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G057	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G058	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G059	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G060	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G061	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G062	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G063	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G064	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G065	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G066	3.420,00	187,00	300,58	400,00	402,18	300,46	5.010,23
G067	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G068	3.420,00	198,00	301,50	400,00	403,41	301,38	5.024,29
G069	3.420,00	199,00	301,58	400,00	403,52	301,46	5.025,56
G070	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G071	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G072	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G073	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G074	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G075	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G076	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G077	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G078	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G079	3.420,00	111,00	294,25	400,00	393,71	294,13	4.913,09
G080	3.420,00	118,00	294,83	400,00	394,49	294,72	4.922,04
G081	3.420,00	107,00	293,92	400,00	393,26	293,80	4.907,98

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G082	3.420,00	109,00	294,08	400,00	393,48	293,97	4.910,53
G083	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G084	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G085	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G086	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G087	3.420,00	122,00	295,17	400,00	394,93	295,05	4.927,15
G088	3.420,00	113,00	294,42	400,00	393,93	294,30	4.915,65
G089	3.420,00	109,00	294,08	400,00	393,48	293,97	4.910,53
G090	3.420,00	167,00	298,92	400,00	399,95	298,80	4.984,66
G091	3.420,00	109,00	294,08	400,00	393,48	293,97	4.910,53
G092	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G093	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G094	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G095	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G096	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G097	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G098	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G099	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G100	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G101	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G102	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G103	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G104	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G105	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G106	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G107	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G108	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G109	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G110	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G111	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G112	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G113	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G114	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G115	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G116	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G117	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G118	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G119	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G120	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G121	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G122	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G123	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G124	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G125	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G126	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G127	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G128	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G129	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G130	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G131	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G132	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G133	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G134	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G135	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G136	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G137	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G138	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G139	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G140	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G141	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G142	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G143	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G144	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G145	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G146	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G147	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G148	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G149	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G150	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G151	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G152	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G153	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G154	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G155	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G156	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G157	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G158	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G159	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G160	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G161	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G162	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G163	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G164	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G165	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G166	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G167	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G168	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G169	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G170	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G171	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G172	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G173	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G174	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G175	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G176	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G177	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G178	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G179	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G180	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G181	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G182	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G183	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G184	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G185	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G186	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G187	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G188	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G189	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G190	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G191	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G192	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G193	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G194	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G195	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G196	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G197	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G198	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G199	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G200	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G201	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G202	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G203	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G204	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G205	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G206	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G207	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G208	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G209	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G210	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G211	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G212	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G213	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G214	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G215	3.420,00	110,00	294,17	400,00	393,60	294,05	4.911,81
G216	3.420,00	110,00	294,17	400,00	393,60	294,05	4.911,81

Galp	Salario anual	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
G217	3.420,00	115,00	294,58	400,00	394,15	294,47	4.918,20
G218	3.420,00	133,00	296,08	400,00	396,16	295,96	4.941,21
G219	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G220	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G221	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G222	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G223	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G224	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G225	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G226	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G227	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G228	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G229	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G230	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
G231	3.420,00	-	285,00	400,00	381,33	284,89	4.771,22
	790.020,00	5.202,00	66.268,50	92.400,00	88.667,25	66.241,99	1.108.799,75

Fuente: Empresa de estudio, 2020

ANEXO F: Nómina de administrativos, 2020

Adm	Salario anual	Décimo Tercero	Décimo cuarto	Aporte Patronal	Fondo de Reserva	Total
A001	10.200,00	850,00	400,00	1.137,30	849,66	13.436,96
A002	8.400,00	700,00	400,00	936,60	699,72	11.136,32
A003	8.400,00	700,00	400,00	936,60	699,72	11.136,32
A004	8.400,00	700,00	400,00	936,60	699,72	11.136,32
A005	6.000,00	500,00	400,00	669,00	499,80	8.068,80
A006	6.000,00	500,00	400,00	669,00	499,80	8.068,80
A007	6.000,00	500,00	400,00	669,00	499,80	8.068,80
A008	6.000,00	500,00	400,00	669,00	499,80	8.068,80
A009	3.360,00	280,00	400,00	374,64	279,89	4.694,53
A010	3.360,00	280,00	400,00	374,64	279,89	4.694,53
A011	3.360,00	280,00	400,00	374,64	279,89	4.694,53
A012	3.360,00	280,00	400,00	374,64	279,89	4.694,53
A013	3.360,00	280,00	400,00	374,64	279,89	4.694,53
A014	3.360,00	280,00	400,00	374,64	279,89	4.694,53
A015	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A016	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A017	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A018	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A019	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A020	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A021	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A022	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A023	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A024	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A025	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A026	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A027	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A028	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A029	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A030	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A031	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A032	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A033	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A034	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A035	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A036	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A037	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A038	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A039	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A040	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
A041	4.800,00	400,00	400,00	535,20	399,84	6.535,04
TOTAL	209.160,00	17.430,00	16.400,00	23.321,34	17.423,03	283.734,37

Fuente: Empresa de estudio, 2020