



INSTITUTO NACIONAL
DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE HUATUSCO

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

MAESTRÍA EN INGENIERÍA

ANÁLISIS DEL PROCESO EN LA PLANTA DE RENDIMIENTO DE UNA
EMPRESA AVÍCOLA MEDIANTE SIMULACIÓN DISCRETA

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE

MAESTRO EN INGENIERIA

P R E S E N T A

ING. ARTURO MONTIEL CORTÉS

DIRECTOR DE TESIS

DR. MARTIN GONZALEZ SOBAL

CO-DIRECTOR DE TESIS

M.I. MIGUEL ANGEL SOLIS JIMENEZ





Huatusco, Veracruz, **22/Marzo/2023**
Oficio No. ITSH/DA/SUBPI/069/2023
Asunto: Autorización de presentación de Tesis

ING. ARTURO MONTIEL CORTÉS
CANDIDATO AL GRADO DE MAESTRO EN INGENIERÍA
PRESENTE

De acuerdo con los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México y las disposiciones en este Instituto Tecnológico Superior de Huatusco y en cumplimiento con todas las indicaciones que la Comisión Revisora realizó con respecto a su Trabajo de Tesis titulado:

**“ ANÁLISIS DEL PROCESO EN LA PLANTA DE RENDIMIENTO DE UNA EMPRESA AVÍCOLA
MEDIANTE SIMULACIÓN DISCRETA”,**

Se notifica que la Subdirección de Posgrado e Investigación de este Instituto, concede la Autorización para su presentación ante el honorable jurado.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviar un cordial saludo quedando a su apreciables órdenes.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
DESARROLLO INTEGRAL CON EDUCACIÓN TECNOLÓGICA DE CALIDAD



**INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE HUATUSCO**
DRA. GUADALUPE AGUILAR VÁZQUEZ. CLAVE 30EIT0013Z
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

CC.P. Mtra Silvia Cristina Zárate Merino.- Directora Académica.- Para su conocimiento



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico Superior de Huatusco

Subdirección de Posgrado e Investigación

***"ANÁLISIS DEL PROCESO EN LA PLANTA DE RENDIMIENTO DE UNA EMPRESA AVÍCOLA
MEDIANTE SIMULACIÓN DISCRETA"***

Que como parte de los requisitos para obtener el título de:

Maestro(a) en Ingeniería

Presenta:

Ing. Arturo Montiel Cortes

Comité Tutorial

M. I. Martín González Sóbal
Presidente/a



M. I. Miguel Ángel Solís Jiménez
Secretario/a



Dra. Ana Laura Piña Martínez
Vocal



Huatusco de Chichuellar, Ver.

Marzo 2023

I. AGRADECIMIENTOS.

A mi familia

Agradezco a mis padres el apoyo y el compromiso que demuestran hacia mí y mi desarrollo educativo, ya que este trabajo de tesis de posgrado refleja años de esfuerzo y amor de su parte. Es por ello que son mi principal orgullo.

A la institución

Me siento orgulloso por haber tomado la decisión de estudiar el grado de maestría en ingeniería en el TecNM campus Huatusco por la calidad de instituto y del personal docente que aquí labora, es por ellos que agradezco a mis docentes que me apoyaron a lo largo de esta estancia y estoy aún más agradecido con mi asesor de tesis que fue una persona con la que pude contar para madurar y llevar a cabo este trabajo.

II. RESUMEN.

El presente trabajo muestra el análisis de una planta de harina y aceite de subproductos del pollo en el que inicialmente se realizó un análisis de los datos bromatológicos (grasa, proteína y humedad) de los lotes elaborados de marzo a mayo del 2021 por diferencia de medias en el que se detectó que entre los digestores 3 y 4 no existía diferencia, sin embargo, para el digestor 6 si existía dicha diferencia que fue solucionada analizando el equipo que suministra la materia prima a este digestor, incrementado el tiempo de carga de sangre a 5 minutos y el de víscera a 22 minutos, eliminando la diferencia entre los digestores que elaboran la receta 1.

Para la receta 5 no se encontró diferencia entre los lotes producidos, sin embargo, en el análisis de los datos bromatológicos de calcio, se encontró una variación de 6.45% entre los lotes producidos, por lo cual se concluyó que una carga de materia prima de cascara debe de racionarse en partes equitativas a 16 lotes producidos de receta 5 y con esto eliminar la variación de calcio entre los lotes. Con el tema de la mortandad se propuso abrir un espacio calculado con simulación Montecarlo en la que de 09:00 a 15:00 se pueden elaborar lotes exclusivos de esta materia prima y con ello tener un mejor manejo de las propiedades de la harina.

Dentro del análisis se encontraron dos cuellos de botella en el proceso, los cuales se atacaron con ayuda de la simulación discreta modelados en SIMIO, en donde se modificó el número de prensas expeller, aumentando de 2 a 3 prensas, disminuyendo el porcentaje de operación diario de un 97.79% a un 65.16%. Y en el caso de las tolvas de descarga de los digestores se aumentó su volumen para evitar que se contaminen los lotes dentro de ella, disminuyendo su capacidad de ocupación de un 118% a un 90%. Se realizó un manual de procedimiento en el que describe a detalle las actividades a realizar para la producción de harina y de esta forma mejorar la estandarización de la operación y las propiedades entre lotes de harina. Para concluir con cartas XR generadas en Minitab que fueron solicitadas por parte de la empresa como punto de partida para iniciar con la medición de la variación de las propiedades nutrimentales de los lotes y de esta forma buscar nuevas estrategias que permitan disminuir el rango de variación de estos niveles.

III. ABSTRACT.

The present work shows an analysis of a chicken by-product meal and oil plant in which an analysis of the bromatological data (fat, protein and moisture) of the batches produced from March to May 2021 was initially carried out by means difference. in which it was detected that there was no difference between digesters 3 and 4, however, for digester 6 there was such a difference that was solved by analyzing the equipment that supplies the raw material to this digester, increasing the blood loading time to 5 minutes and the viscera at 22 minutes, eliminating the difference between the digesters that make recipe 1.

For recipe 5, no difference was found between the batches produced, however, in the analysis of the calcium bromatological data, a variation of 6.45% was found between the batches produced, for which it was concluded that a load of raw material of cascarn must be rationed in equal parts to 16 batches produced with recipe 5 and with this eliminating the variation of calcium between batches. With the subject of mortality, it was proposed to open a space calculated with Montecarlo simulation in which from 09:00 to 15:00 exclusive batches of this raw material can be made and thus have a better management of the properties of the flour.

Within the analysis, two bottlenecks were found in the process, which were attacked with the help of discrete simulation modeled in SIMIO, where the number of expeller presses was modified, increasing from 2 to 3 presses, decreasing the percentage of daily operation. from 97.79% to 65.16%. And in the case of the digester discharge hoppers, their volume was increased to prevent the batches inside from being contaminated, reducing their occupancy capacity from 118% to 90%. A procedure manual was made in which it describes in detail the activities to be carried out for the production of flour and in this way improve the standardization of the operation and the properties between batches of flour. To conclude with XR charts generated in Minitab that were requested by the company as a starting point to start with the measurement of the variation of the nutritional properties of the batches and in this way look for new strategies that allow reducing the range of variation of these levels.

IV. ÍNDICE.

VIII. INTRODUCCION.....	12
CAPITULO I. GENERALIDADES.	14
1.1 ANTECEDENTES GENERALES.....	14
1.1.1 UBICACIÓN.....	14
1.1.2 DISTRIBUCION DE LA PLANTA.....	15
1.1.3 FILOSOFIA ORGANIZACIONAL.....	16
1.1.4 CERTIFICACIONES.....	18
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	20
1.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	20
1.2.3 ESPECIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACION.....	22
1.4 JUSTIFICACION.....	22
CAPITULO II. MARCO TEORICO.....	24
2.1 FEDNA.....	24
2.1.1 HARINA DE PLUMAS HIDROLIZADAS.....	24
2.1.2 SUBPRODUCTO MATADERO DE AVES.....	24
2.1.3 HARINA CARNE DE AVES.....	26
2.1.4 HARINA DE SANGRE SPRAY.....	27
2.1.5 HARINA HUEVO.....	27
2.2 NORMATIVAS.....	28
2.2.1 NOM-060-ZOO-1999.....	28
2.2.2 NMX-Y-012-SCFI-2006.....	29
CAPITULO III. ESTADO DEL ARTE.....	30
CAPITULO IV. DISEÑO METODOLOGICO.....	43
4.1 OBJETIVOS.....	43
4.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	43
4.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	43
4.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	43
4.2.1 FORMATO DE BITACORA DIARIA.....	43

4.2.2 RECOLECCION DE RESULTADOS BROMATOLOGICOS.	47
4.3 POBLACION DE ESTUDIO.	48
4.4 HIPOTESIS.	48
4.5 DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA APLICADA.	48
4.5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.	48
4.5.2 PROCEDIMIENTO.	58
4.5.3 MANUAL DE PROCEDMIENTO.	58
4.5.3 ANÁLISIS DE DATOS.	87
CAPITULO V. DISCUSION.	92
5.1 ANALISIS DE RESULTADOS.	92
5.1.1 INTERVALO DE CONFIANZA PARA LA DIFERENCIA DE MEDIAS.	92
5.1.2 ANÁLISIS DEL BOMBEO DE SANGRE Y VÍSCERA.	101
5.1.3 DISTRIBUCIÓN DE CASCARON.	104
5.1.4 SIMULACIÓN MONTECARLO.	105
5.1.5 CARTAS DE CONTROL XR.	108
5.1.6 SIMULACIÓN DISCRETA.	111
5.2 CONCLUSIONES.	117
5.3 RECOMENDACIONES.	121
IX. BIBLIOGRAFIA.	127

V. LISTADO DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Ubicación de la empresa. Fuente: https://www.google.com.mx/maps/place/Planta+Procesadora+de+Aves+San+Antonio/@18.9111946,-97.0093202,17z/data=!4m5!3m4!1s0x85c4e37fc434d237:0x65b487d6128baa20!8m2!3d18.9111946!4d-97.0077949	14
Ilustración 2. Flujo de proceso en vista superior de la planta. Fuente: Elaboración propia.	16
Ilustración 3. FSCC 22000. Fuente: https://pollosanantonio.com.mx/#1660425884929-2812e1d4-74c2	18
Ilustración 4. SENASICA. Fuente: https://pollosanantonio.com.mx/#1660425884929-2812e1d4-74c2	18
Ilustración 5. CALIDAD AGROPECUARIA. Fuente: https://pollosanantonio.com.mx/#1660425884929-2812e1d4-74c2	19
Ilustración 6. TIF No. 465. Fuente: https://pollosanantonio.com.mx/#1660425884929-2812e1d4-74c2	19
Ilustración 7. Harina de plumas. Fuente: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-plumas-hidrolizada-actualizada-nov-2012	24
Ilustración 8. Matadero de aves. Fuente: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/subproducto-matadero-de-aves	25
Ilustración 9. Carne de Aves. Fuente: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-carne-de-aves	26
Ilustración 10. Sangre Spray. Fuente: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-sangre-spray	27
Ilustración 11. Harina de Huevo. Fuente: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-huevo	28
Ilustración 12. Especificaciones de la harina de Sangre. Fuente: NMX-Y-012-SCFLi-2006.	29
Ilustración 13. Control diario. Fuente: SGCI UNPP.	44
Ilustración 14. Control diario. Fuente: Elaboración propia.	46
Ilustración 15. Análisis Bromatológico. Fuente: SGCI UNPP.	47
Ilustración 16. Tolva con decomiso. Fuente: Elaboración propia.	49
Ilustración 17. Decomiso en tolva. Fuente: Elaboración propia.	49
Ilustración 18. Transportador sin fin. Fuente: Elaboración propia.	50
Ilustración 19. Descarga de harina. Fuente: Elaboración propia.	51
Ilustración 20. Tanque de sangre. Fuente: Elaboración propia.	52
Ilustración 21. Digestores 3 y 4. Fuente: Elaboración propia.	52
Ilustración 22. Estiba de harina Fuente. Elaboración propia.	55

Ilustración 23. Diagrama de Flujo. Fuente: Elaboración propia.	56
Ilustración 24. Diagrama de Operación. Fuente: Elaboración propia.	57
Ilustración 25. Transporte de materia prima. Fuente: Elaboración propia.	60
Ilustración 26. Diagrama de flujo Hidrolisis. Fuente: Elaboración propia.	61
Ilustración 27. Diagrama de flujo Secado directo. Fuente: Elaboración propia.	62
Ilustración 28. Diagrama de flujo producto no conforme. Fuente: Elaboración propia.	84
Ilustración 29 Graficas de propiedades Fuente: Elaboración propia.....	90
Ilustración 30. Bomba de sangre. Fuente: Elaboración propia.	101
Ilustración 31. Pistones de Vísceras. Fuente: Elaboración propia.	103
Ilustración 32. Diseño de cargas para cascara. Fuente: Elaboración propia. ...	105
Ilustración 33. Mortera. Fuente: Elaboración propia.	105
Ilustración 34. Simulación Monte Carlo Excel. Fuente: Elaboración propia.....	106
Ilustración 35. Canastillas de decomiso. Fuente: Elaboración propia.	108
Ilustración 36. Tolva 3 y 4. Fuente: Elaboración propia.	112
Ilustración 37. Tolva mezcla de harina. Fuente: Elaboración propia.	112
Ilustración 38. Expeller 3. Fuente: Elaboración propia.	113
Ilustración 39. Expeller. Fuente: Elaboración propia.	113
Ilustración 40 STAT FIT Fuente: http://promodel.com.mx/stat-fit/	113
Ilustración 41 Modelo receta 1 Fuente: Elaboración propia	115
Ilustración 42. Modelo receta 5. Fuente: Elaboración propia.	116
Ilustración 43. sinfín de pluma. Fuente: Elaboración propia.....	121
Ilustración 44. transportador de pluma. Fuente: Elaboración propia.	122
Ilustración 45. Agitador. Fuente: Elaboración propia.	122
Ilustración 46. tubo de pluma. Fuente: Elaboración propia.	124
Ilustración 47. modelo de tubo de pluma. Fuente: Elaboración propia.....	125
Ilustración 48. secador de pluma. Fuente: Elaboración propia.	126

VI. INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Recetario de Harina. Fuente: Elaboración propia.	60
Tabla 2. Recetas por Cocedor. Fuente Elaboración propia.	60
Tabla 3. Tiempo de carga digestor 6. Fuente: Elaboración propia.	88
Tabla 4. Tiempo de carga digestor 4. Fuente: Elaboración propia.	88
Tabla 5. Tiempo de carga digestor 3. Fuente: Elaboración propia.	89
Tabla 6 Tiempo de carga R1 Fuente: Elaboración propia.....	89
Tabla 7. Datos Bromatológicos. Fuente: Elaboración propia.....	90
Tabla 8. Bromatológico completo. Fuente: San Antonio SGCI FO.UP.LCC.01-04.	91
Tabla 9. Proteína 1 y 2. Fuente: Elaboración propia.	93
Tabla 10. Proteína 2 y Jumbo. Fuente: Elaboración propia.	93
Tabla 11. Proteína 2 y Jumbo. Fuente: Elaboración propia.	93
Tabla 12. Proteína 3 y 4. Fuente: Elaboración propia.....	94
Tabla 13. Proteína 4 y 6. Fuente: Elaboración propia.....	94
Tabla 14. Proteína 3 y 6. Fuente: Elaboración propia.....	94
Tabla 15. Grasa 1 y 2. Fuente: Elaboración propia.	95
Tabla 16. Grasa 1 y Jumbo. Fuente: Elaboración propia.	95
Tabla 17. Grasa 2 y Jumbo. Fuente: Elaboración propia.	95
Tabla 18. Grasa 3 y 4. Fuente: Elaboración propia.	96
Tabla 19. Grasa 4 y 6. Fuente: Elaboración propia.	96
Tabla 20. Grasa 3 y 6. Fuente: Elaboración propia.....	96
Tabla 21. Humedad 1 y 2. Fuente: Elaboración propia.	97
Tabla 22. Humedad 1 y Jumbo. Fuente: Elaboración propia.....	97
Tabla 23. Humedad 2 y Jumbo. Fuente: Elaboración propia.....	97
Tabla 24. Humedad 3 y 4. Fuente: Elaboración propia.	98
Tabla 25. Humedad 4 y 6. Fuente: Elaboración propia.	98
Tabla 26. Humedad 3 y 6. Fuente: Elaboración propia.	98
Tabla 27. Concentrado de diferencia de medias de Proteína. Fuente: Elaboración propia.	99
Tabla 28. Concentrado de diferencia de medias de Grasa. Fuente: Elaboración propia.	100
Tabla 29. Concentrado de diferencia de medias de Humedad. Fuente: Elaboración propia.....	100
Tabla 30. Carga de sangre. Fuente: Elaboración propia.....	101
Tabla 31. Cargas de sangre. Fuente: Elaboración propia.....	102
Tabla 32. Distribución de sangre. Fuente: Elaboración Propia.	102
Tabla 33. Carga de Vísceras. Fuente: Elaboración propia.	103
Tabla 34. Carga de cascaron. Fuente: Elaboración propia.....	104
Tabla 35. Horario de morteras. Fuente: Elaboración propia.	107
Tabla 36. Cartas XR. Fuente: Elaboración propia.	108
Tabla 37. Humedad receta 1. Fuente: Elaboración propia.....	109

Tabla 38. Proteína receta 1. Fuente: Elaboración propia.	109
Tabla 39. Grasa receta 1. Fuente: Elaboración propia.	109
Tabla 40. Proteína receta 5. Fuente: Elaboración propia.	110
Tabla 41. Humedad receta 5. Fuente: Elaboración propia.	110
Tabla 42. Grasa receta 5. Fuente: Elaboración propia.	111
Tabla 43. Distribuciones. Fuente Elaboración propia.	114
Tabla 44. Resultados receta 1. Fuente: Elaboración propia.	116
Tabla 45. Resultados receta 5. Fuente: Elaboración propia.	117
Tabla 46. Comparativo de conclusiones. Fuente: Elaboración propia.	121

VII. INDICE DE FORMULAS.

Ecuación 1 Intervalo para la diferencia de medias Fuente:

https://www.mate.unlp.edu.ar/practicas/117_12_12092016211213.pdf..... 92

VIII. INTRODUCCION.

En el presente trabajo se realiza el análisis de una planta de rendimiento o planta de harina de subproductos avícolas, donde el objetivo de éste es el análisis de las etapas del proceso, para detectar los posibles puntos de mejora en cada una de ellas, el contenido del proyecto ordenado en capítulos se describe de la siguiente forma.

Iniciando con el capítulo I describiendo; los antecedentes generales de la empresa avícola; exponiendo su giro; la ubicación de la planta procesadora de aves: la distribución de la planta a la cual se recurre a un modelo en SketchUp para describir el flujo del proceso a través de los equipos y estaciones dentro de la empresa; la filosofía organizacional en la que se describe la propuesta de valor de la empresa, su visión y sus pilares de servicio; algunas de las certificaciones más representativas en el giro avícola con las que se cuenta, en las cuales se describen la FSCC22000, la SENASICA, CALIDAD AGROALIMENTARIA y la TIF No. 465; el planteamiento del problema sobre el cual se abordara en la investigación; Las preguntas de investigación; y la justificación de la elaboración del proyecto.

En el capítulo número II encontramos el marco teórico en el cual se describen dos puntos indispensables para la investigación, en el primero consiste en los datos de elaboración y propiedades de las recetas de harinas que con las que cuenta la fundación FEDNA y en el segundo punto se muestran las normas mexicanas que se encuentran relacionadas con la elaboración de la harina de carne de pollo.

El estado del arte lo encontramos en el capítulo III haciendo referencia a quince proyectos de investigación de temas relacionados a la elaboración de la harina de subproductos avícolas, con técnicas aplicadas diferentes a las que se desarrollaron en el presente trabajo pero que sin embargo funcionan como apoyo para la comprensión y referencia de otros centros de trabajo que elaboran el mismo producto y sus métodos de procesamiento, así como sus fortalezas que servirán como guía en nuestra investigación.

El capítulo IV nos muestra el diseño metodológico abarcando los siguientes puntos: los objetivos, tanto el general que se encuentra relacionado con la solución a nuestra problemática, como los específicos; los instrumentos de recolección de

datos, que en este caso tenemos la bitácora diaria en donde se registran los datos de elaboración de cada lote y el formato que obtenemos del laboratorio que nos proporciona las propiedades de la harina; nuestra población de estudio la cual se refiere a la planta de producción; nuestra hipótesis sobre los efectos que provocaran resultados del proyecto; y en la descripción de la metodología aplicada se describe el proceso en cada una de las etapas y como apoyo se muestra un diagrama de flujo, se realizó un manual de procedimiento detallado de las actividades y un análisis de los tiempos de carga de la materia prima a los digestores y las propiedades nutrimentales de la harina.

En la discusión y como último capítulo tenemos el capítulo V en el que incluye; el análisis de los resultados iniciando con los intervalos de confianza para la diferencia de medias de las propiedades de los lotes de harina, análisis del bombeo de la sangre y la víscera hacia los digestores para estandarizar la carga de estos subproductos, la distribución uniforme del cascarrón en los lotes producidos que incluyen dicho subproducto, con simulación Montecarlo se demuestra el tiempo de llegada de las morteras a la planta, se realizaron cartas de control XR para proponer el inicio de la medición de los parámetros de las propiedades de la harina y con simulación discreta con ayuda del software simio se solucionaron los cuellos de botella detectados en el flujo de la producción; y en el último punto de éste capítulo encontramos las conclusiones del proyecto.

Como resultados obtenidos encontramos la estandarización del proceso mediante simulación discreta, eliminando los cuellos de botella existentes en las tolvas de descarga de los digestores y la capacidad de las prensas expeller, mejorando el desempeño de la producción de harina de receta 1 y 5, obteniendo niveles estándar de sus propiedades asegurándose mediante el manual de procedimiento la correcta operación que nos lleva a confirmar el cumplimiento de nuestra hipótesis.

1.1.2 DISTRIBUCION DE LA PLANTA.

En la ilustración 2 se puede observar la vista superior del modelo de la planta, diseñado en el software SketchUp, en este se añadieron las líneas de traslado de cada uno de los subproductos que ingresan a la planta y a través de su transformación hasta la salida del producto final.

- De color amarillo se refiere a la pluma donde se inicia con la recepción de la planta de procesamiento, aquí viaja la pluma en un canal de agua y se recibe en un rodillo o separador, avanzando para la pluma a una banda transportadora que la sube hasta la prensa donde se le quita la mayor parte del agua que acarrea, para finalizar cayendo por gravedad a la tolva de almacenamiento de pluma.
- De color púrpura se encuentra el proceso de recepción de víscera, este inicia de igual forma que la pluma, recibiendo por un canal con agua, tolva la víscera proveniente de la planta de procesamiento, recibiendo el subproducto por un separador de agua, una vez finalizado aquí, es transportada por un transportador sin fin hasta la tolva de almacenamiento de víscera.
- De color tojo tenemos la recepción de sangre, esta es transportada por bombeo desde la zona de matanza hasta el tanque de sangre líquida, de aquí al existir exceso de sangre, esta se transporta al coagulador donde se elimina parte de la humedad y es almacenada con el fin de disminuir el espacio.
- De color rosa se encuentra la tolva de que recibe la mortandad, sin embargo, en esta misma se deposita: el decomiso, la pluma de la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales) y los sólidos de aceite.
- Junto a la tolva de mortandad se encuentra de color café la tolva donde se reviven los subproductos enviados de las incubadoras o bien el cascaron y mortandad de incubación.
- Siguiendo con el proceso, los transportadores sin fin dirigen la materia prima hacia los digestores los cuales se encuentran de color azul, los de la parte inferior son el 3 y 4 y en la parte superior encontramos el 1, 2 Jumbo y 6.
- Por debajo de los digestores se encuentran las tolvas donde se almacena la harina en espera de pasar a la siguiente etapa del proceso.

- De color blanco tenemos las prensas expeller las cuales operan únicamente para la receta 5.
- Por último, encontramos las dos zarandas, una destinada a la harina de receta 1 y la otra para harina de receta 5.
- Por debajo de las zarandas por gravedad cae la harina a los ensacadores donde de forma manual se colocan los sacos para finalmente movilizarlos al área de almacén.

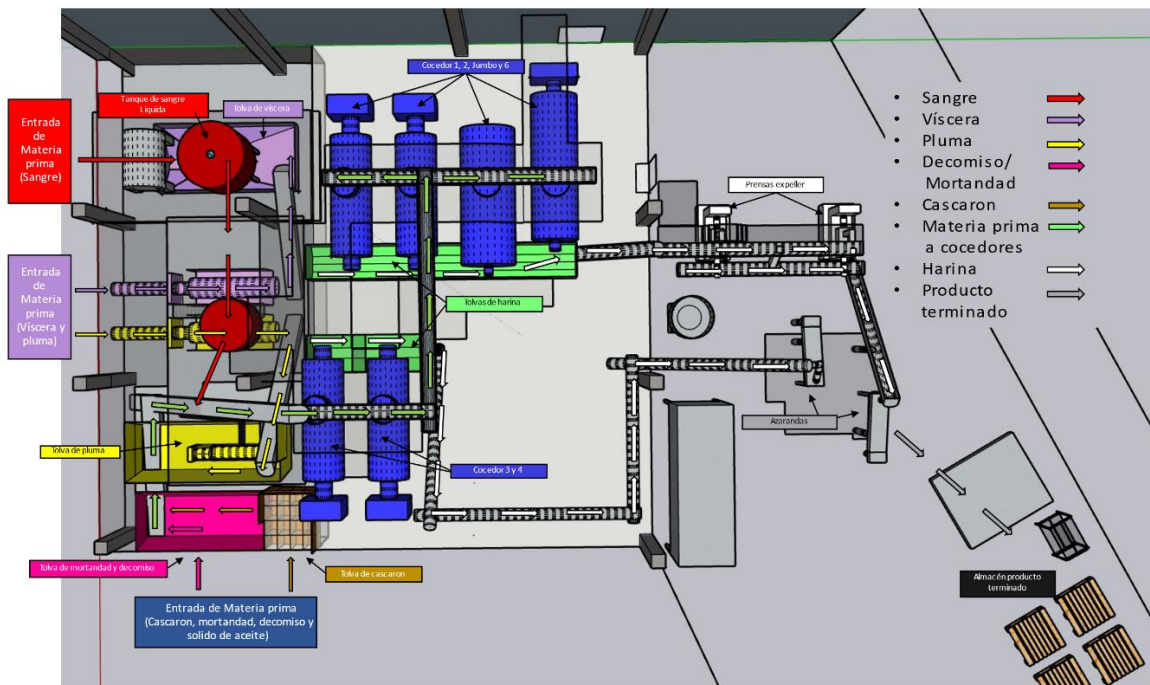


Ilustración 2. Flujo de proceso en vista superior de la planta. *Fuente: Elaboración propia.*

1.1.3 FILOSOFIA ORGANIZACIONAL.

Propuesta de valor.

Reconoce en cada uno de sus clientes a los verdaderos socios estratégicos, por quienes día a día construye una experiencia de servicio y atención, basada en brindar siempre productos con alto índice de calidad y eficiencia.

Estamos enfocados en ser la mejor alternativa cuando de pollo se trata, por eso sabemos que somos y nos consolidamos, como “El pollo más confiable de México”

Visión.

Ser el mejor grupo de México

Proporcionando:

- A nuestros clientes: el mejor producto en calidad y servicio.
- A nuestro personal: el mejor crecimiento y desarrollo.
- A nuestros proveedores: el mejor trato y desarrollo.
- A nuestros accionistas: el mejor crecimiento y rentabilidad

"Que a todos los que traten con las empresas del grupo, les vaya bien"

Pilares de servicio.

Nuestra propuesta de servicio se basa en 4 pilares fundamentales

- Rendimiento: el cuidado, atención y dedicación que damos a nuestro trabajo son la esencia de nuestros procesos, que, aunados al cuidado de las aves, nos permiten ofrecer al mercado los mejores pollos de México, destacando su alto rendimiento en términos de tamaño y calidad de producto, consolidándonos como una fuente de rentabilidad garantizada para nuestros clientes.
- Transparencia: toda nuestra política de servicio está enfocada en brindar siempre la información precisa y clara en el momento oportuno, a quienes tengan contacto con nuestra marca, esto garantiza la integridad y competitividad de nuestros procesos, servicios y productos.
- Confianza: nuestra filosofía se estructura en tener y mantener un alto grado de calidad en todo lo que hacemos y ofrecemos, para que nuestros clientes, proveedores y colaboradores, tengan siempre un alto grado de confianza en nosotros. Sabemos que todo aquel que tenga contacto con nuestra marca, busca siempre lo mejor, es por eso, que construimos relaciones de solida confianza, lo que se convierte en un valor de servicio que caracteriza a nuestra empresa.

- Certeza: cumplir con la calidad, precisión y exigencia que nuestros clientes demandan son el principal reto a lograr diariamente. Con nuestros productos y servicios cumplimos con las necesidades específicas de nuestros socios estratégicos, consolidando una relación ganar-ganar de forma permanente. Enfocamos cada una de nuestras acciones en consolidar un estándar de certeza de talla mundial, el cual debe garantizar un abasto permanente en tiempo y forma, así como una dinámica económica y financiera óptima para nuestros clientes.

(ANTONIO, 2022)

1.1.4 CERTIFICACIONES.



Ilustración 3. FSCC 22000. Fuente: <https://pollosanantonio.com.mx/#1660425884929-2812e1d4-74c2>.

FSCC 22000 es una norma estándar desarrollada por la Organización Internacional de Normalización que se encarga de resguardar la seguridad alimenticia durante el trayecto de toda la cadena de suministro, que en este caso incluye la cadena el giro avícola.



Ilustración 4. SENASICA. Fuente: <https://pollosanantonio.com.mx/#1660425884929-2812e1d4-74c2>.

La SENASICA designa la constancia de bioseguridad por haber cumplido satisfactoriamente las medidas sanitarias que deben aplicarse respecto al diagnóstico, prevención, control y erradicación de la influenza aviar, estipulado en el artículo 44 estipulado en el acuerdo por el que se da a conocer la campaña y las

medidas zoosanitarias que Deberán aplicarse para el diagnóstico, prevención, control y erradicación de la Influenza aviar notificarle, en las zonas del territorio de los estados unidos Mexicanos en las que se encuentre presente esa enfermedad. Al igual que dar a conocer la campaña que lleva a cabo para atacar dichos asuntos.



Ilustración 5. CALIDAD AGROPECUARIA. Fuente: <https://pollosanantonio.com.mx/#1660425884929-2812e1d4-74c2>.

El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria SENASICA en colaboración con la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) son dos organizaciones que acreditan y aprueban la Certificación de Buenas Prácticas Pecuarias en el tema de la producción de pollo de engorda estipulada por Calidad Agroalimentaria S.C.



Ilustración 6. TIF No. 465. Fuente: <https://pollosanantonio.com.mx/#1660425884929-2812e1d4-74c2>.

La SAGARPA asigna la premiación de esta, a través de SENASICA a la industria encargada de la transformación de productos cárnicos que cumplen con todas las normas y exigencias del Gobierno Mexicano, en lo que respecta al tratamiento y manejo de sanidad.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Dentro de la Planta Procesadora de Aves se encuentra la planta de Rendimiento donde es elaborada la harina de carne y el aceite derivado de esta misma, provenientes de los subproductos y mortalidad avícola, que son enviados de los diferentes procesos de Grupo Pecuario San Antonio.

Dicha planta recibe como materia prima los diferentes subproductos que dado el corto tiempo de frescura se procesan con prioridad al tiempo de llegada y a la disponibilidad de los de los equipos.

En el proceso nos encontramos con diferentes variables de operación como lo son: la temperatura, tiempo de proceso, el tiempo de operación, tipo de materia prima procesada y la disponibilidad de ésta.

Al obtener los productos, continua el proceso con el cliente, al que se le vende la harina de carne con características específicas como proteína, humedad y calcio. En esta etapa del proceso es de vital importancia estandarizar dichas características y con ello ser competentes en el cumplimiento del producto ofertado.

1.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.

Actualmente se han realizado las formulaciones de alimento bajo el riesgo de utilizar la harina de pollo sin especificaciones definidas, lo que deriva de variaciones (considerando solo la proteína) de un 47% a un 79% en su contenido, lo que podría ocasionar sanciones por las organizaciones correspondientes, pérdidas económicas en el mal aprovechamiento de la materia prima y la no conformidad por el cliente final.

A lo cual se desea realizar un análisis del proceso para identificar las áreas en las que existe una oportunidad de mejora que permita su estandarización y con ello

mantener un mejor control del proceso que encaminara al estudio de las deficiencias sobre las propiedades nutrimentales de la harina.

1.2.3 ESPECIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

Al ser considerado un producto de calidad, se deben proporcionar especificaciones nutrimentales del producto (humedad, proteína, grasa, etc.), las cuales deben cumplirse bajo parámetros establecidos y controlados. Dichos parámetros actualmente absorben una variación porcentual, del $\pm 23\%$ hablando solo de proteína, que es provocada por diversos factores durante el proceso.

La materia prima con la que se trabaja es recolectada de la Planta Procesadora de Aves, las incubadoras, las diferentes granjas y los depósitos, todos pertenecientes a Grupo Pecuário San Antonio, por lo que se considera como un sistema que es detonado por la oferta impulsada por los centros de producción de subproductos y mortalidad avícola. Dando como resultado un proceso no controlado en la recepción de la materia prima, ocasionado por los residuos que se acarrearán junto con la materia prima y son ajenos a estos, y por exceder el límite de almacenamiento mayor a 24 horas, ya que estos pierden la frescura y en el caso de la mortalidad, el término de la etapa de rigor mortis e inicio de putrefacción.

Durante el proceso de esta materia prima, el equipo utilizado en su mayoría no es automatizado por lo que la operación dada por los tres turnos, con dos operadores en cada uno, es manual. Existiendo variaciones principalmente en los tiempos y cantidades no registradas de las cargas de materia prima hacia los digestores, mismo comportamiento ocasiona variación promedio de $\pm 2\%$ en las propiedades de los lotes producidos entre un digestor y otro.

Como último factor de impacto, se tiene en una mezcla de lotes que es derivada por un cuello de botella en las tolvas de descarga de los digestores, donde la harina se encuentra en un proceso de espera promedio de 5 horas, a ser procesada para la extracción del aceite y después colocada en sacos de 43.3 kg. en promedio, la cual es la presentación de venta.

1.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACION.

- a. ¿Es posible generar un análisis del proceso de la planta de rendimiento, realizar la medición de las variables y determinar los factores que pueden afectar la estandarización del producto?
- b. Siendo un proceso semiautomatizado ¿Los formatos de recolección de datos actuales son de ayuda para el análisis del proceso y con ellos describir el modelo de producción?
- c. ¿Será medible el producto final habiendo una mezcla mixta de la materia prima, detonada por la oferta de los subproductos avícolas?

1.4 JUSTIFICACION.

Es indispensable la estandarización del proceso ya que esto permitirá controlar las propiedades bromatológicas de los lotes producidos de receta 1 y 5 por el costo significativo que representa para el departamento de alimentos, el poder compensar y balancear las mezclas de ingredientes para las recetas que requieren los diversos tipos de alimentos para animales que ellos comercializan ya que dicho alimento contiene una tabla de especificaciones y el no cumplir con dichos porcentajes de propiedades nutrimentales puede ocasionar sanciones con organizaciones especializadas en revisar el tema, como la PROFECO en la cual se puede adquirir multas significativas, añadiendo el riesgo de perder las certificaciones mencionadas en el punto 1.1.4.

Es por ello que se debe actuar en el análisis del comportamiento de la planta de harina, analizar el proceso, describir y delimitar las actividades realizadas, estandarizar las operaciones y tomar acciones correctivas de operación e infraestructura de las que dependa el control de la producción.

Sin embargo, a partir de la problemática del gran impacto económico que representa el manipular o modificar cualquier parte de la cadena de producción que actualmente está en función para el análisis y/o estudio, se opta por realizar una modelación del proceso en búsqueda de la representación gráfica y la simulación discreta de los datos que componen el panorama real de procesamiento de las

materias primas. En donde se llevarán a cabo los objetivos antes planteados, iniciando por la identificación de las variables del proceso, la generación de la información y documentación necesaria y el muestreo del comportamiento del proceso.

Con estos objetivos cumplidos tendremos las herramientas para que con ayuda del software de simulación SIMIO versión 12, podamos representar de forma tanto gráfica como de procesamiento la representación del proceso, que nos arrojará valores de tiempo y capacidad de todas las etapas del proceso como lo son el transporte de la materia prima, los tiempos de espera y los tiempos de procesamiento en las diferentes partes del proceso.

En la generación de los resultados nosotros podremos obtener un panorama general del comportamiento y optar por proponer ideas en los puntos que se consideren como deficientes o con algún tipo de problema de flujo dentro del sistema y nuevamente simular estas ideas planteadas que nos llevarán a un mejor aprovechamiento de los recursos necesarios para la obtención de harina de carne y aportando a esta empresa con mayor confiabilidad el control de su proceso, ideas sustentadas para el mejoramiento la producción y algunas otras aportaciones que podamos visualizar a lo largo de la investigación y el desarrollo del trabajo.

CAPITULO II. MARCO TEORICO.

2.1 FEDNA.

2.1.1 HARINA DE PLUMAS HIDROLIZADAS.

“La harina de plumas puede convertirse en un concentrado proteico palatable y altamente digestible (hasta el 82% en rumiantes). Para ello, debe hidrolizarse bajo condiciones de elevada presión (3,2 atmósferas) y temperatura (146°C) durante el periodo de tiempo necesario (alrededor de 30 minutos) para que se produzca la ruptura de los enlaces químicos que dan estructura a la queratina. Un procesado excesivo da lugar a transformaciones de aminoácidos en compuestos de menor valor nutritivo (lisina en lisinoalanina, cistina en lantionina). Recientemente, se ha propuesto un método de tratamiento alternativo al calor que incluye la utilización de enzimas (queratinasa y proteasa).” (FEDNA, Harina de plumas hidrolizada, 2012)

VALORES NUTRICIONALES

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
6.8	2.2	83.9	6.0	78

$\Sigma=99.9$	FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
	0.5	1.0	0.6	0.0	0.0	0.0

Ácidos grasos	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{≥20}
% Grasa verd.	1.8	30.0	5.7	14.5	29.7	13.0		
% Alimento	0.08	1.40	0.27	0.68	1.39	0.61		

Ilustración 7. Harina de plumas. Fuente:

http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-plumas-hidrolizada-actualizada-nov-2012.

2.1.2 SUBPRODUCTO MATADERO DE AVES.

“Las harinas de carne y hueso procedentes fundamentalmente de productos de rumiantes y vacuno y la harina de aves que se obtiene de subproductos de matadero

de aves. El producto original incluye en mayor o menor medida vísceras y digestivo, huesos, sangre, cabezas y tejidos magros y grasa. Las harinas de carne o huesos se obtienen por calentamiento, molturación y desecación de animales terrestres de sangre caliente y subproductos de matadero, salas de despiece y supermercados a los que se suele extraer parte de la grasa. Debe estar prácticamente exento de pelos, plumas, cerdas, cuernos, cascos y contenidos digestivos. El proceso de fabricación incluye i) molturación para facilitar un procesado térmico homogéneo, ii) cocción (a 133°C durante 20' a 3 bares de presión) para esterilizar el producto y fundir la grasa y iii) sedimentación y separación de parte de la grasa. La mayor parte de los productores españoles extraen la grasa por presión, por lo que el contenido medio en la harina (12-15%) es bastante elevado, similar al de las harinas de origen USA, pero superior a las de origen francés, donde la grasa se extrae casi completamente con disolventes orgánicos. La harina desengrasada es más palatable y fácil de conservar, pero tiene un valor energético notablemente inferior (del orden de 600 kcal/kg). Además, y en función del proceso utilizado, la digestibilidad péptica de estas harinas desengrasadas puede verse comprometida.” (FEDNA, Subproducto matadero de aves, 2012)

VALORES NUTRICIONALES

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
9.7	6.1	61.8	19.3	90

Σ=98.4	FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
	1.0	1.5	1.1	0.0	0.0	0.0

Ácidos grasos	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{≥20}
% Grasa verd.	1.0	21.0	4.4	8.0	41.3	20.2	2.8	1.7
% Alimento	0.17	3.65	0.76	1.39	7.17	3.51	0.48	0.29

Ilustración 8. Matadero de aves. Fuente:

http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/subproducto-matadero-de-aves .

2.1.3 HARINA CARNE DE AVES.

“Las harinas de carne y hueso procedentes fundamentalmente de productos de rumiantes y vacuno y la harina de aves que se obtiene de subproductos de matadero de aves. El producto original incluye en mayor o menor medida vísceras y digestivo, huesos, sangre, cabezas y tejidos magros y grasa. Las harinas de carne o huesos se obtienen por calentamiento, molturación y desecación de animales terrestres de sangre caliente y subproductos de matadero, salas de despiece y supermercados a los que se suele extraer parte de la grasa. Debe estar prácticamente exento de pelos, plumas, cerdas, cuernos, cascos y contenidos digestivos. El proceso de fabricación incluye i) molturación para facilitar un procesado térmico homogéneo, ii) cocción (a 133°C durante 20' a 3 bares de presión) para esterilizar el producto y fundir la grasa y iii) sedimentación y separación de parte de la grasa. La mayor parte de los productores españoles extraen la grasa por presión, por lo que el contenido medio en la harina (12-15%) es bastante elevado, similar al de las harinas de origen USA, pero superior a las de origen francés, donde la grasa se extrae casi completamente con disolventes orgánicos. La harina desengrasada es más palatable y fácil de conservar, pero tiene un valor energético notablemente inferior (del orden de 600 kcal/kg). Además, y en función del proceso utilizado, la digestibilidad péptica de estas harinas desengrasadas puede verse comprometida.” (FEDNA, Harina carne de aves, 2012)

VALORES NUTRICIONALES								
COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)								
Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)				
3.5	15.8	64.8	13.0	95				
Σ=98.5	FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares		
	1.2	1.4	1.2	0.1	0.0	0.0		
Ácidos grasos	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{≥20}
% Grasa verd.	1.0	23.0	5.0	8.0	44.0	17.0	0.5	0.0
% Alimento	0.12	2.84	0.62	0.99	5.43	2.10	0.06	0.00

Ilustración 9. Carne de Aves. Fuente:

http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-carne-de-aves .

2.1.4 HARINA DE SANGRE SPRAY.

“Se han desarrollado sistemas (spray, ring o flash drying) en los que la sangre se divide en pequeñas partículas y se deseca a elevadas temperaturas (> 300°C) en corriente de aire o de vapor en un período de tiempo muy corto. El producto resultante tiene una calidad nutritiva muy superior, particularmente en cuanto a su contenido en lisina disponible, en relación a las harinas de sangre tradicionales. Finalmente, se controlan las condiciones higiénicas de la harina de sangre, para garantizar la ausencia de patógenos (salmonella, coliformes, staphylococcus aureus y clostridios).” (FEDNA, Harina de sangre spray, 2012)

VALORES NUTRICIONALES

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
8.0	3.5	87.0	0.8	0

Σ=99.3	FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Ácidos grasos	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{≥20}
% Grasa verd.								
% Alimento								

Ilustración 10. Sangre Spray. Fuente:

http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-sangre-spray.

2.1.5 HARINA HUEVO.

“La harina de huevo es un subproducto de la industria procesadora de huevos y procede normalmente de huevos rotos y fisurados que no son aptos para el consumo humano. Para su obtención se elimina la cáscara y se pasteuriza la mezcla de yema y clara, en torno a una temperatura aproximada de 70 °C. El polvo que se obtiene debe ser negativo para Salmonella.” (FEDNA, Harina de huevo, 2012)

VALORES NUTRICIONALES

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
6.0	5.0	47.0	38.0	95

$\Sigma=99.0$	FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0

Ácidos grasos	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{≥20}
% Grasa verd.		24.9	3.6	9.0	43.0	15.0	0.3	2.0
% Alimento		8.99	1.30	3.25	15.52	5.42	0.11	0.72

Ilustración 11. Harina de Huevo. *Fuente:*

http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-huevo .

2.2 NORMATIVAS.

2.2.1 NOM-060-ZOO-1999.

“NORMA Oficial Mexicana NOM-060-ZOO-1999, Especificaciones zoosanitarias para la transformación de despojos animales y su empleo en la alimentación animal.

Disposiciones generales.

En el caso de que la secretaria reconozca la presencia alguna encefalopatía espongiiforme transmisible, queda prohibida la alimentación animal con harinas elaboradas con tejidos de la especie en la que se haya identificado la enfermedad, salvo que se beneficien mediante procesos que garanticen una temperatura mínima de 133°C por un tiempo de 20 minutos a una presión de 3 bares o su equivalente en otra unidad de medida, en este caso serán sujetas a los mismos controles descritos para los tejidos de cualquier especie animal que se someta a este proceso.

Tipos de plantas de rendimiento.

Plantas de rendimiento de tejidos de origen rumiante, porcino, equino, aviar o cualquier otra especie, así como pieles de rumiantes y subproductos de la tenería.

- La planta debe procesar los tejidos a una temperatura mínima de 80 °C durante 30 minutos.
- La humedad máxima permitida en el producto final no debe exceder de 10% **a la salida del cocedor.**
- La planta debe conservar registros gráficos de temperatura-tiempo de cada uno de los lotes procesados.
- La planta debe conservar registros de ingreso de materias primas que contengan el tipo y origen de materia prima, fecha y cantidad.” (SAGDRPA, 2001)

2.2.2 NMX-Y-012-SCFI-2006.

“NMX-Y-012-SCFI-2006 ALIMENTO PARA ANIMALES – HARINA DE SANGRE – ESPECIFICACIONES.

Parámetros	Especificaciones		Método de prueba
	mínimo %	máximo %	
Proteína cruda	80,00	-----	NMX-Y-118-A
Fibra cruda	-----	1,00	NMX-Y-094
Extracto etéreo	-----	2,00	NMX-Y-103
Humedad	-----	10,00	NMX-Y-098
Cenizas	-----	6,00	NMX-Y-093
Digestibilidad en pepsina al 0,2 %	80,00	-----	NMX-Y-085
NOTA.- El producto objeto de la aplicación de cumplir con las especificaciones sanitarias establecidas en las normas oficiales mexicanas NOM-113-SSA1 y NOM-114-SSA1 (ver 2 Referencias).			

Ilustración 12. Especificaciones de la harina de Sangre. *Fuente: NMX-Y-012-SCFI-2006.*

Presentación

El 100% de la harina de sangre para consumo animal molida debe pasar por una criba M 2 (Tyler número 9 y US número 10), se recomienda consultar la norma mexicana NMX-B231.” (ANIMALES, 2006)

CAPITULO III. ESTADO DEL ARTE.

A continuación, se muestran quince trabajos analizados con el fin de obtener una base en la cual nos podremos orientar hacia la dirección de nuestro proyecto, en dicha base es inevitable resaltar la dedicación de cada uno de los colaboradores que desempeñaron estos proyectos ya que son artículos de investigación, obtenidos de Google Academic en el rango de tiempo del 2010 al 2020 en el cual las investigaciones revisadas en su mayoría son tesis, 1 para el grado de maestría en nutrición, 12 para el grado de ingenierías y 1 para el grado de licenciatura en contabilidad. En ellos se encuentran metodologías de investigación cualitativas, cuantitativas y mixtas. Aplicando herramientas como encuestas, diagramas de flujo y diagramas de Gantt, diseños de experimento, análisis económicos en donde se describe el punto de equilibrio y una intensa investigación que si bien no se considera como una herramienta debe considerar como una virtud, por la cantidad de información plasmada en los proyectos en los que denotan la descripción de diversos métodos de proceso de transformación de la materia prima y la descripción de la mejor tecnología utilizada en las plantas de rendimiento en las que se analizaron entre varios temas el segmento de mercado, la demanda del producto, la oferta de materia prima, la oferta de mano de obra y diversos factores más que influyen en toda la cadena de suministro de este giro que se enfoca en zonas no muy lejanas a donde se realizaron las investigaciones, en las que se pueden mencionar diferentes ciudades de Perú, Ecuador y Colombia.

El trabajo de (Pereja, 2010) describe como principal problemática la contaminación ambiental que es provocada por los sistemas intensivos avícolas, generando subproductos que causan la contaminación de los suelos y el agua. Estos desechos son desperdicio de grandes cantidades de material orgánico, candidato para la transformación y obtención de subproductos avícolas.

Describe cómo es que dependiendo del tipo de mezcla de la cama de las granjas de aves es la calidad de los valores nutrimentales de la gallinaza, en la que intervienen factores como la humedad del ambiente, el tipo de alimento que se le

da a las aves y los materiales de los cuales está hecho la cama y realizando un análisis de los valores nutrimentales, se determina las condiciones adecuadas bajo las que se debe someter la gallinaza para obtener el mayor rendimiento de esta, incluso se describe el aprovechamiento de este subproducto no solo como composta sino de igual forma como generador de biogás. Y de esta forma dar una alternativa económica y sostenible para los productores de este rubro.

(Valdicia, 2015) presenta en su proyecto de tesis la propuesta de introducir alimentos balanceados a partir de subproductos avícolas, ingresando plantas de rendering que realicen el procesamiento de dichos subproductos y de esta forma obtener el aprovechamiento de estos de forma económica mejorando la rentabilidad de los productores avícolas.

En este trabajo describe los valores nutrimentales de cada uno de los subproductos avícolas tales como la proteína y la humedad, de igual forma describe un tipo de procesamiento de estos subproductos, la cual está basada en la elaboración de harina mixta siguiendo el proceso con los siguientes pasos: separación de sólidos, prensado, cocción, secado, enfriado y envasado. De igual forma es importante resaltar el análisis del nivel de automatización de este proceso, separado en ventajas y desventajas. Concluyendo como importancia la reducción del impacto ambiental que será generada por la inmersión del renderizado, dando una posible solución a la crisis financiera que sufre el sector sin la necesidad de afectar la calidad del producto.

El diseño del sistema de trazabilidad de harina que presento (Santa, 2015) se encuentra basada en la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 22005 con el fin de poder determinar los parámetros requeridos, así como la documentación necesaria establecida por dicha norma. Generando la caracterización del proceso basada en información que confiablemente representa el escenario en el que se desarrolla la empresa, haciendo indispensable recabar los datos necesarios para su diseño. En el que se evalúa solo la transformación los subproductos: pluma y sangre, así como los componentes de estos.

Se inicia con la descripción de la empresa en la que describe los procesos ya existentes y señala la importancia de un esquema de trazabilidad basada en los siguientes puntos: granja, reproductoras incubadoras, pollo engorde, sacrificio, subproductos pluma y sangre, planta de harinas, tratamiento térmico, harina y planta de concentrados. A estos puntos que generan una producción circular se resalta la necesidad de una planta de renderizado en la que se propone el siguiente esquema de proceso: transporte de materia prima, almacenamiento de materia prima, carga de cocedores, presurizado, hidrolisis, despresurizado, prensado, molienda, secado, enfriamiento, empaque y almacenamiento.

Y para finalizar se realiza un manual de trazabilidad en el que se anexan la descripción de puesto del personal, diagrama de proceso y el manual de proceso, fichas técnicas del producto y los formatos a utilizar en el área. De lo más interesante de este trabajo es que no se toma en cuenta la víscera ya que esto requeriría otro proceso independiente y de ser incluido en el mismo, disminuiría la calidad de las propiedades de la haría.

Se presenta en el trabajo de (Espinoza, 2015) una problemática de volumen de subproductos avícolas en la zona de Lima Perú en la que se analiza una producción de 35 toneladas diarias de dichos subproductos. Por lo que el objetivo principal es el análisis de la apertura de una planta de renderizado que cubra la necesidad de transformación de los desechos de los mataderos avícolas de la región

En el proyecto se realiza un análisis de ubicación analizando los requerimientos a partir de la D.S. N°2015-2012-AG “Reglamento sanitario del faenado de animales de abasto”, la disponibilidad de la mano de obra, el transporte y el tipo de suelo, posterior a esto se realiza un análisis de la tecnología propuesta en la que se incluye: Trituradoras. Tolvas de almacenamiento, digestores continuos, prensas continuas, secador, enfriador, molino de martillos, zaranda industrial y molino secador. De estos se analizan opciones y se describen fichas técnicas.

Se lleva a cabo un análisis de la materia prima disponible y se calcula la posible producción diaria ajustada a la capacidad de la planta. Para lo que se concluye con un análisis económico ajustado a la inversión de la tecnología, el costo de

procesamiento y basado a la tasa de producción de harinas de carne de la zona en la que se determina como un proyecto rentable dando una opción atractiva para los productores de piensos de animales, así como para la utilización en el sector agrícola como abono en la que se benefician la zona que se encuentra alrededor de la planta de harina propuesta, tratando de remplazar a su competidor “la harina de pescado” mejorando el sabor de las aves de la zona y dando así a la población un enriquecido producto de calidad.

El trabajo de (Strack, 2020) analiza diversas alternativas tanto de procesos como de equipos, con el fin de dar solución a la problemática para definir cuál es la más apta para el procesamiento de la zona de Argentina en de subproductos avícolas, los cuales son: sangre, pluma y vísceras. Y así poder conseguir o acercarse al 40% de ahorro energético que ofrecen los fabricantes de tecnología.

Para el análisis se considera una zona sucia, zona de proceso y zona limpia en las que realiza el análisis del flujo de proceso de: víscera en seco, víscera en húmedo, víscera en mixto, línea de pluma y línea de sangre. En cada una se describe las diferentes etapas de procesamiento y se realizan fichas técnicas de los equipos tales como: motores, tolvas, digestores, tanques, prensas, percolador, tamiz vibratorio, embolsadora de big bags, etc. Fichas en las que se describen las características principales como tamaño, peso, especificaciones, voltaje, entre otras.

Con el dato de los equipos se realiza una cotización de la tecnología y un cálculo de costo de producción, donde se contempla el gas, luz, agua, mano de obra e insumos. Este cálculo se realiza respectivamente para cada una de las líneas de producción propuestas continuando con un análisis de mercado en el que se estudia la demanda del producto en la zona y realiza un balance de masa de los productos terminados por cada uno de los equipos, esto con el fin de determinar las características finales hablando de propiedades nutrimentales de cada una de las clases de harina. Para concluir con una comparativa de los procesos y determinando una operación en conjunto que se puede utilizar de forma simultánea compartiendo los equipos para las diferentes formas de procesar la materia prima,

dejando en claro la rentabilidad de la planta mejorando el consumo energético, dando solución al problema inicial.

Dentro de las investigaciones analizadas (Bourlot, 2018) presenta el diseño de la planta de rendimiento en Pronunciamiento E.R. Argentina en un proceso continuo, es decir que las maquinaria se encontrara trabajando las 24 horas del día, ya que actualmente y como problemática, se transportan los residuos, obtenidos de la faena del pollo, en unidades no aptas para la tarea, ocasionando inconformidades e incumplimientos en las normas zoosanitarias y generando elevados costos ocasionados por multas dirigidas al sector.

Para este trabajo se toman en cuenta la proyección de las líneas de proceso de víscera, pluma y sangre, en el que se contempla el transporte de la materia prima (subproductos avícolas) a la planta, un layout de las instalaciones, en la que se separan las zonas (sucio de proceso y limpio), la selección de los equipos adecuados para la transformación de la materia prima, la presentación y caracterización, así como el embazado del producto final.

Se dedica un capítulo exclusivo al estudio económico en el que se engloba el valor de los equipos y el consumo de gas y energía eléctrica, esto en relación a la demanda del producto. En este proyecto se elabora una descripción puesta y se toman en cuenta el reglamento de la SENASA para reforzar las características del procesamiento. En resumen, este trabajo engloba ampliamente la caracterización de una planta de rendimiento.

(Llamocca, 2020) realiza un trabajo orientado al valor nutritivo de las harinas de carne, subproducto avícola, en la que se realizó el método de investigación probando con peces, dándoles piensos que incluían de un 5% a un 15%, se tomaron en cuenta dos tipos de materia prima: la harina de sub productos avícolas HSA y la harina de sangre HS, cabe resaltar que una vez más se analiza un trabajo donde se realiza una separación de las materias primas, para ofrecer una mejor homogeneidad de los valores nutritivos del producto terminado y como en este estudio, poder realizar un mejor control a la hora del análisis.

El proyecto se realizó en el Laboratorio de Investigación en Nutrición y Alimentación de Peces y Crustáceos (LINAPC) perteneciente al Departamento Académico de Nutrición de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), en el que estudiaron las heces fecales de los peces a lo largo del análisis, en la que de igual forma se tomó en cuenta la calidad del agua,

Los peces fueron alimentados por 42 días tomando en cuenta el peso vivo al iniciar, talla, peso vivo al finalizar, incremento de peso, incremento de talla y consumo de alimento. En el que se concluyó que la mejor dieta para los peces es en el que incluye un 15% en el pienso de harina de subproducto avícola donde se ve reflejado una tasa de crecimiento del 0.83% por día, dejando esta fórmula de mezcla como la mejor opción

El análisis económico realizado por (ROCA, 2014) está basado en el proceso de transformación de residuos líquidos y sólidos de la planta avícola el Madroño S.A y es proyecto de tesis para la Universidad de Cartagena. En el que se desarrolla como problemática el alto consumo de agua en las diversas etapas de la producción de carne avícola, que van de la crianza hasta la matanza. Se desarrolla una solución al problema enfocada a cuatro etapas que son: consumo de agua, recolección de subproductos avícolas, transformación en Cooker y concientización del personal.

Para dar solución a la contaminación ambiental, se realiza la determinación de la inclusión al proceso productivo avícola de Madroño S.A. la transformación de los subproductos por medio de digestores a los que se les pueda contemplar como parte indispensable del giro de la empresa. Las conclusiones se presentan en una tabla comparativa en la que se describe; La protección del ecosistema, a la línea de producción del digestor se agrega una planta de tratamiento de aguas residuales que ayuda a la reducción del contaminante de los desechos que este recurso arrastra; La eficiencia del consumo de energía se disminuye al disminuir la ocupación de la caldera al incluir el paro automático de esta y reducirla solo al proceso de hidrolisis que es donde se ingresa el vapor al Cooker; Se realizan periódicamente jornadas de aseo y limpieza para atacar el fomento a la educación ambiental; En el tema del estado legal, la empresa cumple con los procedimientos

exigidos por la EPA. De esta manera se contribuirá al desarrollo y crecimiento de la empresa y sea portaran beneficios al medio ambiente.

(Pastor, Alzamora, Mendoza, Monteza, & Rosales , 2018) realizaron un trabajo donde se diseña el proceso productivo de harina a base de plumas de pollo en la zona de Perú, ya que actualmente es elevado el volumen de desechos que son generados por el faenamiento de pollos como son la víscera, pluma y sangre y de estos las empresas que no cuentan con un proceso de aprovechamiento, se ven orilladas a contratar una empresa especializada que se encargue de dichos desechos, generando un costo extra. Es por ello que se analiza el proceso de transformación de la pluma de pollo que posterior se comercializa para elaborar alimentos para aves y truchas.

En el proceso analizado se puede detectar que las variables: Presión, temperatura y tiempo son de gran influencia para la calidad y digestibilidad de la harina. Al no cumplir con los parámetros indicados para la transformación existe un mayor nivel de granulometría, que disminuye el nivel de digestibilidad.

En este proyecto se realiza el diseño del producto, diseño del proceso, investigación del mercado y distribución de la planta. Con el que se concluyen financieramente factible la elaboración de harina de pluma, manteniendo los parámetros establecidos en los procedimientos de proceso desarrollados. Estableciendo las rutas de flujos analizadas como las óptimas para el desarrollo de la industria, manteniendo un análisis de la calidad del producto para evitar el mal procesamiento de este y convirtiendo lo que inicialmente era un desperdicio en un producto competitivo para el mercado.

(Cayo, 2013) elabora un trabajo de graduación donde se elabora un manual de procedimiento para la transformación de sangre de pollo en harina, en el municipio de Riobamba, Ecuador. Donde se realiza una investigación sensorial apoyada con entrevista como herramienta para la obtención de datos y con estos establecer y documentar el proceso de forma sistemática paso a paso la operación de la obtención de la harina de sangre, que inicia desde la el abastecimiento de la materia prima, que inicialmente llega a una playa o tolva de recepción, posterior a esto

continúa con un proceso de desfibrilación, donde se desbaratan todos los coágulos generados en la recepción para posteriormente enviarlo al tanque de almacenamiento de materia prima.

Al iniciar el proceso la materia prima es enviada del silo de almacenamiento a cocedor donde será llevado a cabo la cocción y deshidratación a una temperatura de 150° de 3 a 4 horas de proceso. Al terminar el proceso de transformación, la harina se extrae del digestor y se transporta a un área donde será extendida sobre el piso, esto con el fin de provocar la pérdida de vapor y humedad final que trae del digestor y disminuir el nivel de humedad general del producto, este proceso dura de 3 a 4 días. Como procesos finales tenemos el tamizado y el embalaje que es donde se eliminan sólidos de la harina y se llena en sacos para su presentación como producto final.

El resultado de este trabajo fue el manual de procedimiento el que se incluyó cada una de las operaciones a realizar, evidencia y referencia fotográfica, así como todas las características necesarias para formar un documento con carácter formal: portada, código de documento, título, secciones de proceso, responsables, descripción del proceso y la autorización de quien confirma que el proceso se realiza de la forma descrita.

Como conclusión con lo elaborado en este proyecto se realizó un control estructural y organizado de las operaciones mediante el manual, que reforzara a la organización en el ámbito de la estandarización y con ello poder ser más competente en el sector del mercado de las harinas de subproductos animales.

Para obtener el puesto como Ingeniero Mecánico, (Gomez, 2019) propuso la automatización de la planta de transformación de subproductos avícolas en harinas dirigidas al sector alimenticio para animales de crianza y engorda. En el que se proponen cuatro alternativas dentro del proceso que ayudan en la automatización.

Como primera herramienta se propone un PLC S7 – 200 que ayudará a los digestores en controlar la presión interna, así como la salida de vapor, el tiempo de presurizado, hidrolizado y secado del digestor, la temperatura interna y los tiempos

de cada una de las etapas dentro de la cocción. El ingreso de sistemas de visualización o SCADA es un método realmente atractivo y benéfico para cualquier línea de producción ya que te ayuda no solo a monitorear el proceso sino a conocer diferentes variables de él, así como detectar comportamientos inusuales. Así que la propuesta dentro de este proyecto al ingresar el SCADA a la producción de harina se considera una de las mejores propuestas, sin embargo, se realiza la observación de poder analizar de igual forma las condiciones ambientales a las que se someterán los equipos. A estas dos herramientas por último se les añadió un software llamado WinCC Flexible que ayudara a la supervisión del proceso y a la obtención de datos confiables de cada uno de los lotes producidos en la planta.

Cabe señalar que este es uno de los mejores trabajos de intervención inmediata a una planta de rendimiento de los que se han investigado, ya que los métodos propuestos se encuentran relacionados y la inversión propuesta es mínima en comparación a los beneficios que puede traer la automatización de este tipo de proceso, mejorando la calidad del producto por medio del análisis de la información recopilada y todas las propuestas emergentes de esto.

El estudio sobre la instalación de una planta para elaborar un complemento alimenticio que realizó (Costa, 2016) por medio de una mezcla a base de harina de sangre de pollo y cacao, fue un trabajo para obtener el grado de Ingeniero Industrial en la ciudad de Lima, Perú. Donde se ataca como problemática la desnutrición en la población del segmento C y D de la ciudad de Lima, es decir que a diferencia de las demás plantas de procesamiento de subproductos avícolas en las cuales la harina resultante está dirigida a los piensos de animales, en ésta se visualiza su comercialización y presentación para el consumo humano dando solución a uno de los principales problemas que presentan diversas zonas habitadas en todo el planeta.

Como primer paso se realiza un estudio de mercado, considerando los posibles competidores, la demanda del producto, la oferta del producto dentro de la que se encuentra su presentación, la demanda del proyecto en donde se realiza la selección del mercado meta, los niveles nutrimentales propuestos ya que este

producto a pesar de ser alto en proteína lo que se desea es conseguir un nivel elevado de hierro ya que como principal enfermedad derivada de la desnutrición, se encuentra la anemia y por último se analiza la disponibilidad de los insumos dentro de la zona, proveniente de los sembradíos de cacao y de los mataderos de aves.

En otro capítulo se analiza la localización de la planta en donde los factores a considerar fueron la disponibilidad de mano de obra, el abastecimiento de agua y la disponibilidad de la energía eléctrica. Aquí compitiendo nos encontramos a Lima, San Martín y Ucayali y al finalizar el estudio tenemos como ganador a Lima, Perú con una puntuación de ranking de 8.461. En el análisis de la planta y el proceso de diseño un diagrama de flujo donde es embazado el complemento alimenticio, posterior al procesamiento de la harina de sangre y cacao. Estos subproductos se procesan de forma separada y se unen en un mezclador. Y por último se encuentra el análisis financiero en donde se concluye que el proyecto de puesta en marcha de la planta procesadora de este complemento alimenticio es factible, obteniendo una recuperación de la inversión en un plazo estimado de 2 años 10 meses.

(Masco, 2016) trabajo en la empresa PROCINSUR ubicada en Arequipa, Perú para mejorar el procedimiento de la producción de harina de pluma de pollo por medio de hidrólisis, en este proyecto se introdujo un digestor continuo en que la operación adquiere una mayor capacidad de producción en un 900% de 22.5 toneladas mensuales a 203.5, ya que anterior mente se contaba con un sistema de digestores ensamblados en el que el tiempo de había aumentado considerablemente de 5 a 8 horas operando a una temperatura de 200°C en lo que actualmente se procesa con un mejor control de las variables que afectan los resultados nutrimentales y bromatológicos de la harina, posterior a este proceso se detecta una ineficiencia en los secadores de harina, aumentado el consumo energético y prolongando el tiempo de producción total de los lotes, a estos secadores se le realizaron las reparaciones pendientes, disminuyendo considerablemente su tiempo de operación. Direccionándonos en las variables presión y temperatura.

Una de las herramientas aplicadas fue el cálculo del porcentaje de desperdicio por cada una de las áreas en las pasa el producto, en este se pudo hallar que en las

estaciones en las que más se pierde son, prensado, envasado e hidrólisis. Aportando soluciones para el mantenimiento correctivo de los equipos y minorizar las pérdidas de la materia prima optimizando el rendimiento disminuyendo el desperdicio un 90%. Como en otros trabajos de igual forma se realizó un análisis energético, un estudio de mercado y el planteamiento para la mejor tecnología adquirida. Si bien el enfoque es diferente, estas herramientas describen muy bien el proceso productivo de la planta de harina de pluma hidrolizada.

En la publicación del artículo de (Loja, 2016) se presenta la obtención de Queratina a partir del hidrólisis de harina de pluma, presentando como problemática una cantidad de 72 toneladas anuales de pluma de pollo que se desperdician y la elevada cantidad de productos cosméticos y de higiene que son importados al país, así como la queratina cosmética que es ingresada al país proveniente de Brasil, México, Colombia y Argentina.

En el estudio de muestra que el 80% del peso de la pluma hidrolizada corresponde a la queratina, este producto fue sometido a una fermentación en hidrolizando la pluma con una cepa de *Bacillus Subtilis* obtenido de enzimas Granozyme ACC, dicha encima tiene la capacidad de hidrolizar proteínas de alto peso molecular. Al finalizar la hidrólisis, se somete al proceso de molienda por un molino de martillo, se pasa a través de un tamiz, para continuar con un proceso de inoculación donde el producto pasa 72 horas en reposo, que al concluir se filtra para separar de la harina que no se solubilizo. Al concluir el estudio se determinó que si es posible obtener un el porcentaje de queratina elevado en relación a la proteína que presenta la harina de plumas de pollo dejando como resultado una mezcla idónea de 18% de harina de pluma y 3 g/L de enzima.

La factibilidad del estudio de (García, 2006) sobre una planta procesadora de pluma de pollo se llevó a cabo en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. Aquí fue utilizado el método deductivo a partir de una investigación tecnológica mediante la captura de información de diversas fuentes primarias y secundarias. Utiliza herramientas para la proyección de datos en un periodo de cinco años, mediante mínimos cuadrados, suavización exponencial y media móvil. Por otra parte, es utilizada la metodología

por puntos para la ubicación de la planta de harina y para la selección de proveedores. Para la organización de las actividades que se realizaron con el proyecto y se ejecutó un Gantt, en este se describe cada una de estas actividades, así como el cuándo, dónde y en que se efectuaras las futuras inversiones. Para el costo por tonelada pluma procesada que es convertida en harina se tiene un monto de \$63.78 dólares, tomando en cuenta 15 trabajadores que se dedican a actividades directas en el proceso y que se encuentran distribuidas de acuerdo a la carga de trabajo en cada una de las estaciones del proceso de transformación. En cuestión de la inversión total para la planta se considera un monto de \$301,929.69 dorales. Para realizar la financiación del proyecto se solicitará el 44% de monto de la inversión total, el cual se conseguirá por medio de un crédito equivalente a \$90,009.62. con los datos con los que se concluye en proyecto se presenta con mayor certeza la factibilidad de la planta, siendo esta sustentable y rentable de acuerdo a las proyecciones estimadas sobre las determinaciones técnicas en el periodo de dos años y medio.

La transformación de los subproductos de la maquila de aves, vísceras, pluma y sangre siendo estos los más comunes, es un proceso donde a lo largo de las investigaciones recopiladas se demuestra la gran versatilidad de los fines a los que se puede dirigir el producto final que en este caso es la harina de carne de pollo. Desde la más conocida como lo es ser unos de los ingredientes para piensos de animales, hasta otros fines que fueron demostrados de los cuales tenemos el ejemplo de la base principal para la alimentación y crianza del sector apícola, la obtención de queratina y como considerado el más innovador se encuentra la elaboración de un complemento alimenticio para combatir la desnutrición dirigida a la anemia.

Si bien este proceso pudiera verse como la transformación de desechos de un proceso en el que el principal objetivo es la obtención de los productos finales antes mencionados, toma parte como uno de los procesos más simbólicos hablando dentro del ámbito ambiental ya que actualmente en una de las herramientas más fundamentales para la planeación de un proceso es que sea dirigida a una economía circular donde no sean arrojados desechos al medio ambiente,

incrementado el valor productivo y de rentabilidad de la empresa. Por otra parte, se encuentran los trabajos que hablaron sobre la tecnología, la distribución y la factibilidad de este tipo de plantas de renderizado, dejando en claro que en cualquier sentido el sector de la obtención de harina de carne de pollo es un negocio altamente sostenible y amigable para el medio ambiente, aumentando la economía de los productores avícolas.

En las investigaciones analizadas no se detectó alguna que atacara la problemática del tema aportando una mejora al desempeño de la planta de harina mediante simulación discreta, es por ello que esta es una excelente aportación al rubro de la elaboración de harina a base de los subproductos avícolas, representando esta investigación como una herramienta de innovación que servirá como referencia en trabajos futuros de investigación y propias de la empresa.

CAPITULO IV. DISEÑO METODOLOGICO.

4.1 OBJETIVOS.

4.1.1 OBJETIVO GENERAL.

Analizar e identificar las variables en el proceso de producción de la planta de harina de subproductos avícolas, que permitan disminuir la variación de las propiedades de los lotes producidos para las recetas 1 y 5.

4.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Implementar un formato para la recolección de los datos de elaboración.
2. Establecer un manual de procedimiento que describa la correcta operación dentro de la planta.
3. Detectar la variación de las propiedades entre los lotes producidos.
4. Realizar un análisis del volumen de carga de los digestores con la materia prima con el fin de producir lotes con propiedades similares.
5. Proponer parámetros de las propiedades de la harina que representen el estado actual de estos.
6. Detectar factores que afectes al flujo de la producción.
7. Modelación del proceso por medio del software de simulación SIMIO versión 12 para la eliminación de los cuellos de botella.
8. Eliminar los cuellos de botella generados en la línea de producción de harina de carne con ayuda de simulación discreta.

4.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.

4.2.1 FORMATO DE BITACORA DIARIA.

La planta de rendimiento cuenta con un formato o bitácora, ilustración 13, donde se registran los datos de elaboración de cada uno de los lotes producidos, en esta bitácora se describe:

- El número de folio, que debe ser consecutivo al anterior utilizado.
- El turno en el que se están elaborando las recetas.

- Sin embargo, no se recolecta en ellos la información necesaria para el análisis del proceso ya que no se toma en cuenta la cantidad de materia prima y el tiempo de cada una de las etapas del proceso.

Ilustración 13. Control diario. *Fuente: SGCI UNPP.*

Para la recolección de los datos del proceso se realizó el siguiente formato, en donde se registrarán las condiciones bajo las que se está procesando la materia prima:

- La fecha.
- El número de folio.
- El turno en el que se carga el digestor.
- Las cantidades suministradas de cada uno de los subproductos.
- El tiempo suministrado de materia prima al digestor.
- El número de digestor.
- El tipo de proceso o receta.
- El responsable de iniciar el proceso, así como el de terminarlo.
- El tiempo que demora en cada una de las etapas (carg de digestor, incremento de presión, cocción, disminución de cocción, secado, tiempo en percolador, expeller y ensacado).
- Se monitorea la presión y la temperatura en cada etapa.
- Datos generales del lote (peso total del lote, tiempo total de producción, número se sacos y número de lote).
- Al finalizar se realiza la descripción de las observaciones en donde se describe algún evento extraordinario ocurrido durante la operación.

Como se puede observar, el formato de control diario, ilustración 13, no cuenta con diversos apartados incluidos en el formato actual, que sin duda alguna son indispensables para la medición y captura de datos que describan correctamente el proceso, uno de estos es el tiempo de carga de cada una de las materias primas, ya que, al ser un proceso en su mayoría manual, no se cuenta con el equipo necesario que realice las mediciones correspondientes.

La bitácora de Control diario (ilustración 14) se generó y aplico a partir de mayo del 2021, del cual para la investigación se monitoreo por un tiempo de 3 meses, en los 3 turnos existentes, posterior a esto se destinó al área de calidad para anexarlo a los formatos del SGCI (Sistema de Gestión de calidad e Inocuidad) en el cual se establece una vigencia del formato de 2 años, en el cual se estará aplicando en la

planta de alimentos bajo la responsabilidad del supervisor y operador que se encuentre laborando en cualquiera de los 3 turnos existentes.



UNIDAD DE NEGOCIO POLLO PROCESADO
DEPARTAMENTO SERVICIOS DE OPERACIÓN
CONTROL DIARIO DE PRODUCCIÓN EN PLANTA DE HABERAS

FECHA:

Nº DE FOLIO:

TURNOS:

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

N.º	MATERIA PRIMA	CANTIDAD	NO. COC 2005	CARGA DE COCCIÓN	INSTANTANEO DE PRES.	TIEMPO MIN.	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	SECAO	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	RECOLOCADOR	EXPILER
1															
2															
3															
4															

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

N.º	MATERIA PRIMA	CANTIDAD	NO. COC 2005	CARGA DE COCCIÓN	INSTANTANEO DE PRES.	TIEMPO MIN.	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	SECAO	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	RECOLOCADOR	EXPILER
1															
2															
3															
4															

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

N.º	MATERIA PRIMA	CANTIDAD	NO. COC 2005	CARGA DE COCCIÓN	INSTANTANEO DE PRES.	TIEMPO MIN.	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	SECAO	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	RECOLOCADOR	EXPILER
1															
2															
3															
4															

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

N.º	MATERIA PRIMA	CANTIDAD	NO. COC 2005	CARGA DE COCCIÓN	INSTANTANEO DE PRES.	TIEMPO MIN.	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	SECAO	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	RECOLOCADOR	EXPILER
1															
2															
3															
4															

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

N.º	MATERIA PRIMA	CANTIDAD	NO. COC 2005	CARGA DE COCCIÓN	INSTANTANEO DE PRES.	TIEMPO MIN.	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	SECAO	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	RECOLOCADOR	EXPILER
1															
2															
3															
4															

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

N.º	MATERIA PRIMA	CANTIDAD	NO. COC 2005	CARGA DE COCCIÓN	INSTANTANEO DE PRES.	TIEMPO MIN.	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	SECAO	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	RECOLOCADOR	EXPILER
1															
2															
3															
4															

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

N.º	MATERIA PRIMA	CANTIDAD	NO. COC 2005	CARGA DE COCCIÓN	INSTANTANEO DE PRES.	TIEMPO MIN.	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	SECAO	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	RECOLOCADOR	EXPILER
1															
2															
3															
4															

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

N.º	MATERIA PRIMA	CANTIDAD	NO. COC 2005	CARGA DE COCCIÓN	INSTANTANEO DE PRES.	TIEMPO MIN.	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	SECAO	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	RECOLOCADOR	EXPILER
1															
2															
3															
4															

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

N.º	MATERIA PRIMA	CANTIDAD	NO. COC 2005	CARGA DE COCCIÓN	INSTANTANEO DE PRES.	TIEMPO MIN.	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	SECAO	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	RECOLOCADOR	EXPILER
1															
2															
3															
4															

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

N.º	MATERIA PRIMA	CANTIDAD	NO. COC 2005	CARGA DE COCCIÓN	INSTANTANEO DE PRES.	TIEMPO MIN.	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	SECAO	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	RECOLOCADOR	EXPILER
1															
2															
3															
4															

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

N.º	MATERIA PRIMA	CANTIDAD	NO. COC 2005	CARGA DE COCCIÓN	INSTANTANEO DE PRES.	TIEMPO MIN.	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	SECAO	TIEMPO °C	H. INICIO	H. TERMINO	RECOLOCADOR	EXPILER
1															
2															
3															
4															

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

NO. LOTE: RECETA: NO. LOTI: NO. SALDO: PESO T. KG: HAMBURG:

OPERACION:

FOLIO: 01 DE 01
TIEMPO DE RETENCIÓN: 2 AÑOS
ARCHIVO: OFICINA SUPERVISOR DE SERVICIOS DE OPERACIÓN

TIPOS DE MATERIA PRIMA
PLUMA, VISCERAS, CASCARON, MORTAGAND, DECONOSO, SANGRE C., SANGRE L Y OTROS.

Ilustración 14. Control diario. Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 RECOLECCION DE RESULTADOS BROMATOLOGICOS.

De cada lote elaborado, se recolecta una muestra que es enviada al laboratorio de la empresa, donde es analizada y como resultado se obtiene un formato, ilustración 15, con las propiedades nutricionales de la harina de carne, como son: Proteína, grasa y humedad.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD			
FECHA: 02/Feb/2021	HORA: 15:09		
ORIGEN: Planta de Harinas	RECEPCIÓN DE MUESTRAS NÚMERO:		
ANÁLISIS SOLICITADO:	Bromatológico Completo		
NOMBRE DE QUIEN ENTREGA:	Gustavo Martinez C.	FIRMA:	

DATOS DE LA MUESTRA	RESULTADOS		
	HUMEDAD	GRASA	PROTEÍNAS
L-210424 (P) ROC# 2 Rec#5 Etalab: 31-02-21	7.40	18.61	60.19
	12.89 ceniza	5.08 calcio	1.03 fosforo
L-210433 (P) ROC# 4 Rec#1 Etalab: 01-02-21	3.85	22.28	64.27
	4.05 ceniza	1.62 calcio	0.75 fosforo

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN ANALIZÓ: Antonio Jarama Flores

FQ.U.P.O.P.L.C.C.01-04
Archivo: Oficina del LCC
Tiempo de Retención: 5 Años

Ilustración 15. Análisis Bromatológico. Fuente: SGCI UNPP.

Existe un estudio completo de la muestra, en este se suman los resultados bromatológicos: ceniza, calcio y fosforo. Sin embargo, para este se utiliza el mismo formato y se añaden de forma manual los demás rubros.

4.3 POBLACION DE ESTUDIO.

Dada la falta de información sobre el caso de estudio, el proyecto inicia con la construcción de los datos a analizar, durante el periodo marzo-agosto 2021 donde se estudiará la trayectoria de los resultados, así como el comportamiento del manejo de los equipos y recepción de la materia prima.

En el caso de la información ligada al estudio y externa a la planta, se manejarán periodos de información no mayores a un año de antigüedad, ya que el modelo de calidad con el que cuenta Grupo Pecuario San Antonio gestiona la mejora continua de todos los procesos pertenecientes a esta empresa, descartando la semejanza del comportamiento de los sistemas a periodos de tiempos extensos.

Descrito esto, la población de estudio a analizar es la planta de rendimiento donde se lleva a cabo el proceso de elaboración de harinas de carne a través transformación de los subproductos generados por las tareas de producción avícolas. En los que podemos determinar como: Recepción y almacenamiento de materia prima, proceso de transformación de los sub productos en los digestores, almacenaje de materia prima, extracción de aceite, cribado y envasado.

4.4 HIPOTESIS.

El objetivo de esta investigación busca la estandarización del proceso de producción de harinas de carne, lo cual da pauta a establecer las siguientes hipótesis de investigación:

“La implementación de técnicas basadas en simulación discreta de procesos permitirá mejorar los niveles de desempeño en la producción de harinas, obteniendo niveles estándar en los parámetros de las propiedades del producto.”

4.5 DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA APLICADA.

4.5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

a) Materia prima

- Para la clasificación de la materia prima se distinguen por el tipo de receta a elaborar ya que, si bien es posible utilizar una combinación de estas o alguna otra receta que las incluya de forma diferente, actualmente se encuentra en operación la siguiente clasificación:
 - Receta 5 (proceso de secado directo): Mortandad, decomiso, cascarón, vísceras y solidos de aceite. Así como harina que requerí ser reprocesada.
 - Receta 1 (proceso de hidrolisis): sangre líquida, sangre coagulada, pluma y vísceras.



Ilustración 16. Tolva con decomiso. *Fuente: Elaboración propia.*

- Como variables para esta clasificación de la materia prima se concluyen las siguientes: peso, mezcla, disponibilidad, demanda y hora de llegada o de abastecimiento.



Ilustración 17. Decomiso en tolva. *Fuente: Elaboración propia.*

b) Transportadores sin fin.

- En los transportadores sin fin tenemos diferentes tamaños y por consiguiente diferentes capacidades, esto dependiendo de la inclinación y el tipo de subproducto o materia prima que transportan, en donde se añade como variable la velocidad de estos, ya que, a menor capacidad y distancia, la velocidad es mayor y disminuye en el caso contrario a este.



Ilustración 18. Transportador sin fin. *Fuente: Elaboración propia.*

c) Tolvas y contenedores.

- En las tolvas encontramos:
 - Tolvas de materia: tolva de pluma, tolva de vísceras, tolva de cascarón y tolva de mortalidad. De esta capacidad si bien no es un factor de medición ya que no sería insuficiente la materia prima si se encontrara alguna de estas llenas, si se considera como variable la disponibilidad, ya que en ocasiones se encuentran fuera de servicio en espera del mantenimiento correctivo requerido.
 - Tolvas de percolador: en estas tolvas si se cuenta con un margen de capacidad, que implica la disponibilidad para descargar un digestor sobre ella en espera de la siguiente etapa

del proceso y que este no se encuentre en peligro de contaminación o mezcla por otro lote producido.



Ilustración 19. Descarga de harina. *Fuente: Elaboración propia.*

- En los tanques encontramos dos diferentes, uno en el que se almacena la sangre líquida proveniente del proceso de desangrado de las aves y posterior a este tenemos el tanque de sangre coagulada que es en el que se almacena la sangre que ya pasó por el proceso de coagulación y pre-secado. Dicha materia prima es la más escasa en comparación a las demás, es por ello que si se refleja la capacidad de los contenedores al tratar de almacenar la mayor cantidad posible de dicho recurso.



Ilustración 20. Tanque de sangre. *Fuente: Elaboración propia.*

d) Cocedores.

Los digestores que se utilizan para la transformación de la materia prima son de diferentes modelos, es por ello que sus características de funcionamiento, así como capacidades varían, del tipo de cocedor igualmente depende el tipo de receta que se quiere elaborar, y que de los 6 con los que se cuenta, 3 de ellos están designados para el proceso de hidrólisis y 3 para el secado directo. En dicho proceso se deben mantener bajo parámetros establecidos las siguientes variables.



Ilustración 21. Digestores 3 y 4. *Fuente: Elaboración propia.*

- Temperatura: en un manómetro colocado en la parte superior a la tapa de salida de la descarga de los digestores se muestra la temperatura interna sobre la que está trabajando el digestor,

esta variable es de suma importancia ya que al no existir una temperatura correcta el proceso puede modificar el tiempo y las propiedades del producto.

- Tiempos de las etapas de proceso: en el proceso de hidrolisis, así como en el de secado directo, se debe tomar en cuenta el tiempo de ejecución de cada actividad (incremento de presión, hidrolisis, despresurización, secado), para que estos se mantengan lo más semejante de un lote a otro, procurando la seguridad de la homogeneidad entre los lotes producidos.
- Presión: aquí se encuentran dos variables a observar, una de ellas es la presión asignada por la caldera y la otra es la presión interna del digestor. Ambas son de suma importancia para controlar el tiempo del proceso y para prevenir algún daño en el equipo.
- Capacidad: se cuentan con 3 tipos distintos de digestores y cada uno de ellos cuentan con capacidades distintas de carga, es por ello que se debe tomar en cuenta a la hora de cargarlo ya que se toma en cuenta el volumen de materia prima disponible y el tipo de recesa o mezcla que se realizara.
- Tipo de receta: en los digestores el primer punto a considerar es el tipo de receta, ya que esta depende de la materia prima disponible, así como también la disposición del digestor con el que se quiere trabajar.

e) Especificaciones de equipos.

En las especificaciones de los equipos se contemplan los equipos secundarios al proceso pero que de igual forma figuran como un elemento crucial para la estandarización.

- Prensas expeller: las prensas expeller se utilizan en el producto proveniente del proceso de secado directo, ya que en este es en donde se procesan las vísceras, las cuales cuentan con un elevado porcentaje de grasa y con ayuda de este equipo se puede separar de

la harina de carne, sin embargo, la demanda de estos equipos es tan alta que no se llegan a dar abasto con la cantidad de harina producida. Uno de los factores que bien no es medible de forma certera durante el proceso pero que si es de gran importancia es la presión de la prensa, la cual se asigna de forma manual por un timón con el que cuenta cada uno de los equipos. La separación de la grasa da resultado al nivel de la grasa medible en el bromatológico de cada lote.

- Zarandas: En el proceso de cribado se cuenta con una zaranda asignada para cada tipo de proceso, es decir una para el proceso de hidrolisis y la otra para el proceso de secado directo, en donde se debe ir a un ritmo moderado, transportando la harina de pollo, procurando no saturarlas y para los transportadores sin fin ya que la harina se apelmaza y provoca atascamiento.
- Pistones de vísceras: los pistones de vísceras tienen una capacidad de carga a los digestores en donde se controla a través del tiempo de carga, esta variable debe adecuarse a la capacidad de cada uno de los digestores.
- Bomba de Sangre: la bomba de sangre se utiliza para dirigir la sangre de contenedor hacia el coagulador y directamente a los digestores, esta bomba tiene un funcionamiento de galones por golpeo, por lo que se debe medir en tiempo calculado por los galones que debemos dosificar a cada uno de los digestores dependiendo de su capacidad.

f) Envasado de producto terminado.

- Tiempo de operación: el tiempo promedio que se tarda en embazar cada uno de los lotes de los diferentes digestores.
- Mano de obra: refiere al número de empleados que son requeridos para embazar un lote de harina en determinado tiempo.



Ilustración 22. Estiba de harina *Fuente. Elaboración propia.*

En el diagrama de flujo de proceso, Ilustración 23, se puede observar que se tiene una demora de 5 horas promedio en el almacenaje del subproducto que bien es el resultado del proceso que llevan a cabo los digestores al convertir los subproductos avícolas en harina, dicha harina tiene lapsos de almacenaje prolongados.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO								
Nombre del proceso:			Planta de harina y aceite		Fecha:		23 de febrero de 2022	
Hecho por:			Arturo Montiel Cortés		Pág.		1	de 1
DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO ACTUAL	OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACENAJE	DISTANCIA EN METROS	CANTIDAD	TIEMPO (min)
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA (SUB PRODUCTOS AVICOLAS)	○	□	→	□	▽	-	-	-
ALMACENAJE DE MATERIAS PRIMAS	○	□	→	□	▽	5	-	-
ESPERA A DISPONIBILIDAD DE DIGESTOR	○	□	→	□	▽	-	-	240
TRANSPORTE A DIGESTORES	○	□	→	□	▽	10	-	30
PROCESAMIENTO DE MATERIA PRIMA EN DIGESTORES	○	□	→	□	▽	-	1350	540
ALMACENAJE DE SUB PRODUCTO TERMINADO	○	□	→	□	▽	-	-	10
TIEMPO DE ESPERA EN TOLVAS DE DESCARGA	○	□	→	□	▽	-	-	300
TRANSPORTE A PRENSAS EXPELLER	○	□	→	□	▽	6	-	5
PRENSADO DE HARINA PARA EXTRACCIÓN DE ACEITE	○	□	→	□	▽	-	-	90
TRANSPORTE A LAS SARANDAS	○	□	→	□	▽	4	-	5
PROCESO DE CRIBADO	○	□	→	□	▽	-	-	-
TRANSPORTE A EMBAZADO	○	□	→	□	▽	3	-	-
ENVASADO	○	□	→	□	▽	-	45	3
ALMACENAJE DE PRODUCTO TERMINADO	○	□	→	□	▽	12	2250	5

Ilustración 23. Diagrama de Flujo. Fuente: Elaboración propia.

Con ayuda de la simulación se pretende dar propuestas de solución para eliminar ese cuello de botella y con ello mejorar el flujo y obtener un mejor control del proceso de producción, eliminando el almacenaje excesivo en las tolvas de descarga que llevan a otro problema que es la contaminación de la harina al existir diferentes tipos de recetas mezcladas en una misma tolva.

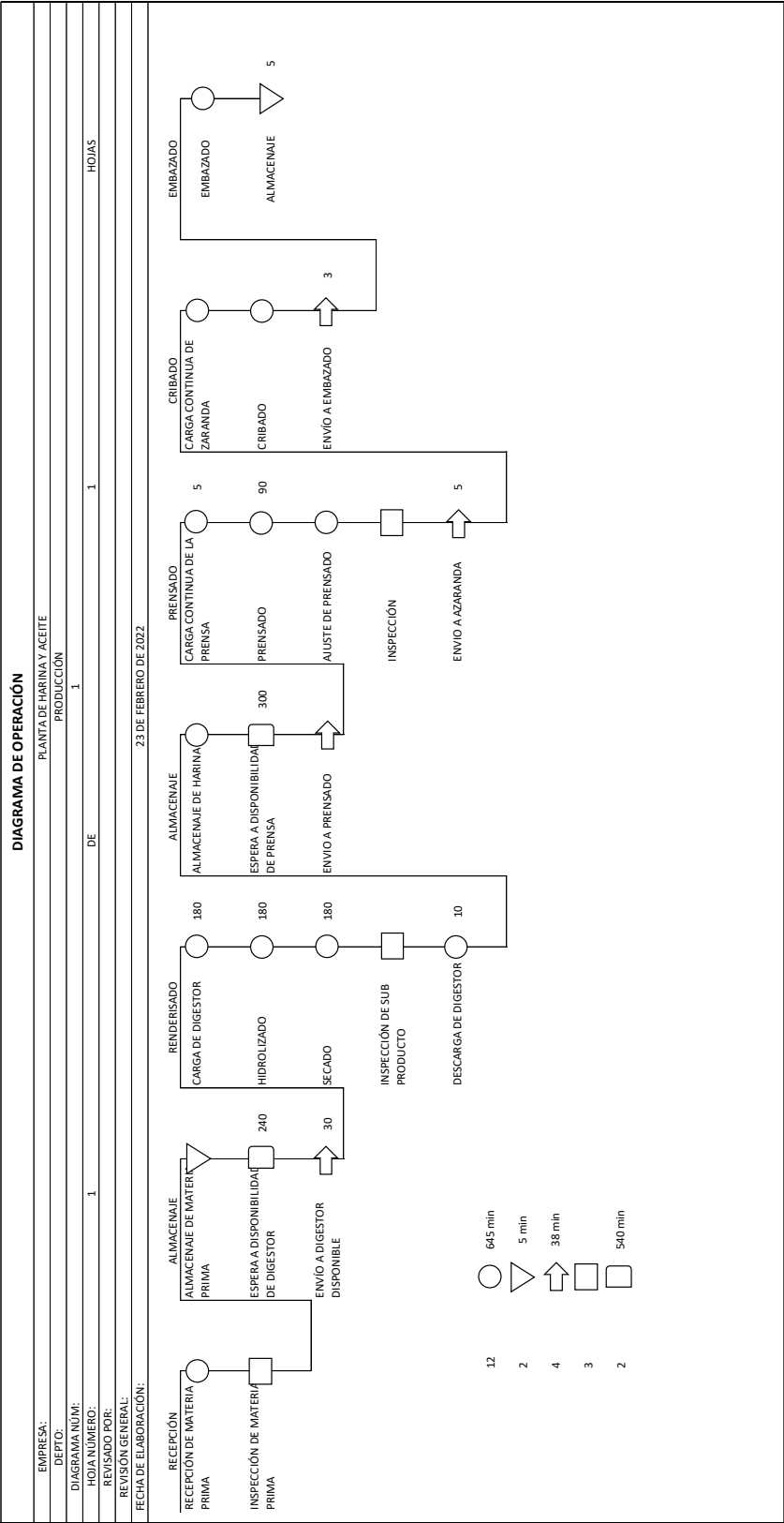


Ilustración 24. Diagrama de Operación. Fuente Elaboración propia.

Dentro del proceso de la obtención de harina de carne se pueden observar diversas oportunidades de mejora en las que se puede considerar reducir los tiempos de espera y así mismo atacar los factores principales del problema, los cuales son el tener un mejor manejo de y control de la producción y con ello generar el estudio y análisis de cada lote.

4.5.2 PROCEDIMIENTO.

Para realizar un análisis del proceso, una vez identificadas las variables se desarrolló el procedimiento que engloba ambos procesos de transformación que ocurren dentro de la planta, en donde de forma sistemática se podrá llevar a cabo en el orden adecuado las actividades, dicho orden fue analizado junto con las personas a cargo del proceso y puesto en marcha con apoyo del personal operativo, para así poder llevar a cabo posteriormente el análisis de datos correspondiente. Obteniendo los datos más certeros posibles, resultado de un proceso estandarizado por los tres turnos que laboran en este centro de trabajo.

En la descripción del proceso se describirá la recepción de la materia prima y su almacenamiento, el tipo de proceso de acuerdo al recetario aportado y la relación de estas recetas con cada uno de los digestores, ya que se tienen asignados tres de ellos para el proceso de hidrólisis y los otros tres para secado directo. Se generaron dos desgramas de flujo uno para cada tipo de proceso y durante la descripción de demuestran gráficos que describen de forma más fácil cada una de las tareas, así como su descripción y el tipo de proceso al que corresponden.

Como última aportación a esta descripción se ingresa un manual de procedimiento para el producto no conforme, en el que se reprocesa el producto final, con el propósito de obtener las características requeridas por el cliente o específicas del tipo de receta elaborado.

4.5.3 MANUAL DE PROCEDIMIENTO.

Recepción y almacenamiento de materias primas

Durante el faenado de las aves, éstas pasan por los procesos de: aturrido eléctrico, sangrado, escaldado por inmersión, desplume por roce, eviscerado y despiezado.

En estos procesos se generan subproductos y productos no conformes (no utilizables por la UNPP) que son decomisados y transportados por diferentes medios como materia prima a la Planta de Harina y Aceite para la elaboración de productos de calidad y con alto valor nutricional en la generación de alimentos balanceados para animales.

En los procesos de incubación y engorda provienen otro tipo de materia prima como son la mortandad, cascara y huevos no eclosionados, que son transportados por diversos medios hasta la Planta de Harina y Aceite para su procesamiento.

- Recepción

La planta debe conservar registros de ingreso de materias primas que contenga el tipo y origen de materia prima, fecha, hora y cantidad.

La recepción debe ser realizada por el personal capacitado y competente para este proceso donde se requiere realizar una inspección organoléptica (visual y olfativa) que no demuestre signos avanzados de descomposición, acarreo de agentes extraños a la materia prima como solventes o pesticidas y así mismo verificar la calidad de ésta, quedando libre de materias ajenas (productos que hayan sido utilizados para su procesamiento, metales, basura, plásticos o maderas).

- Almacenamiento

El tiempo de almacenamiento va acompañado con el tiempo de carga y proceso de los digestores teniendo como prioridad la materia prima solicitada con mayor tiempo de espera. Ésta no debe rebasar un periodo máximo de 12 horas de almacenamiento, esto con el objetivo de conservar el mejor estado de frescura posible.

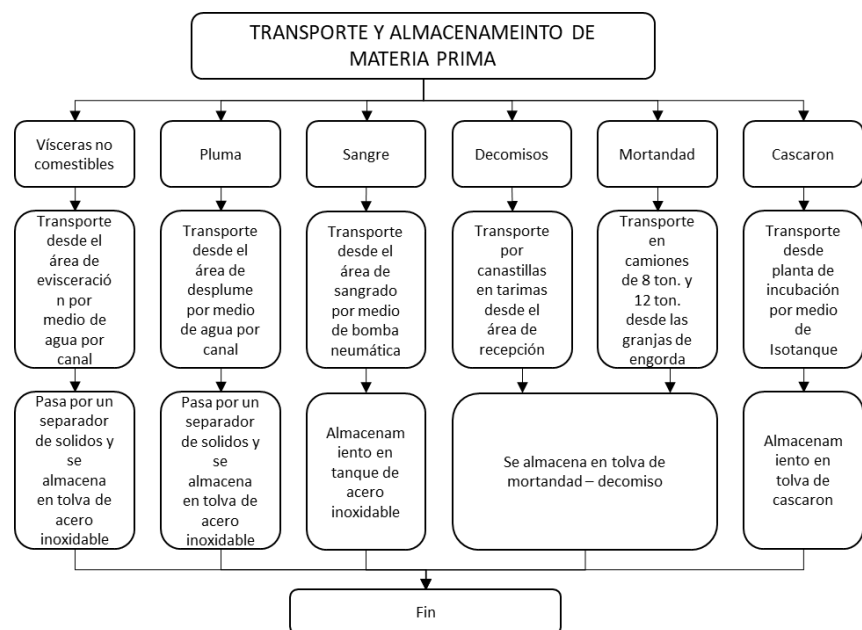


Ilustración 25. Transporte de materia prima. *Fuente: Elaboración propia.*

La planta de harina y aceite San Antonio produce dos tipos de harina de carne de pollo con la clasificación: Harina de 1ª Alpesur y Harina de 1ª Externos. De las cuales se sigue el siguiente recetario.

Tabla 1 Recetario de Harinas:

No. De Receta	Materia prima
1	Víscera, pluma y sangre
3	Mortandad o decomiso y pluma
5	Mortandad o decomiso, víscera y cascarron
7	Pluma y sangre
9	Sangre

Tabla 1. Recetario de Harina. *Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 2 Recetas por Cocedor

Cocedor	Tipo de Receta
1	5 S/D
2	5 S/D
3	1,3,7 y 9
4	1,3,7 y 9
Jumbo	5 S/D
6	1,3,7 y 9

Tabla 2. Recetas por Cocedor. *Fuente: Elaboración propia.*

Diagrama de Elaboración de Harina de Pollo (receta 1,3 y 7)

Proceso de Hidrolisis

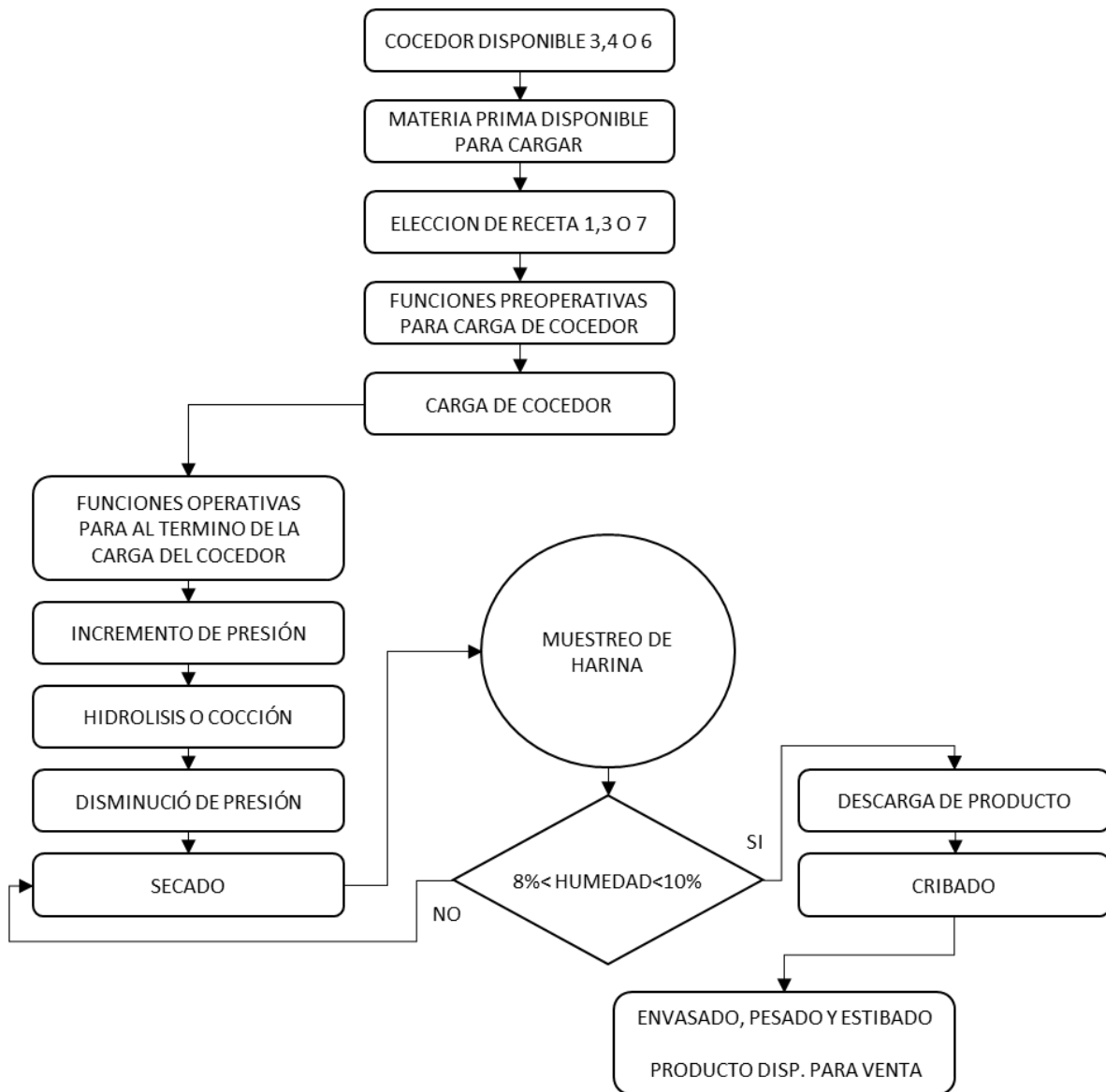


Ilustración 26. Diagrama de flujo Hidrolisis. *Fuente Elaboración propia.*

Diagrama de Elaboración de Harina de Pollo (receta 5 y 9)

Proceso de secado directo

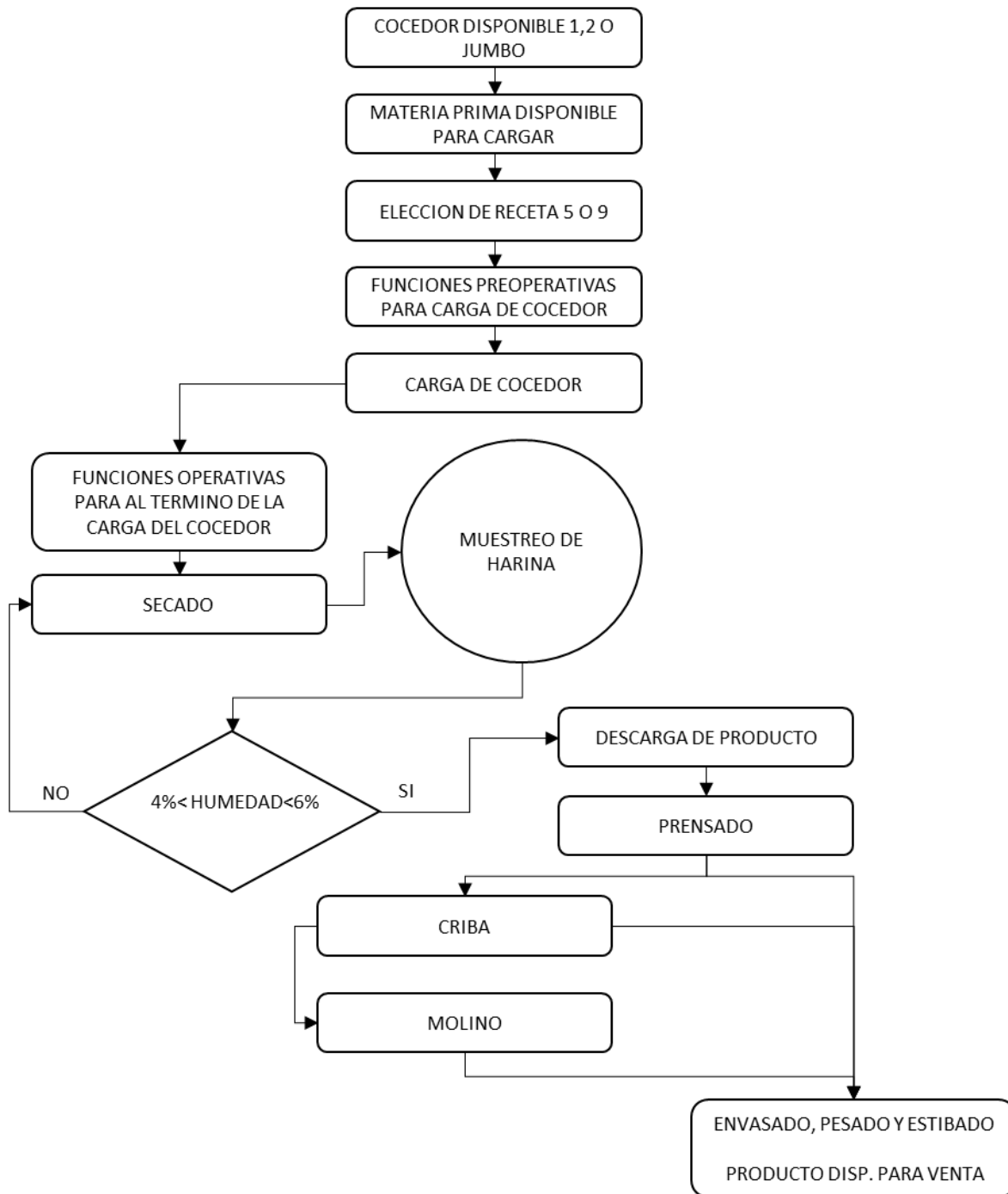


Ilustración 27. Diagrama de flujo Secado directo. *Fuente: Elaboración propia.*

Proceso de elaboración de harina

Se describen ambos procesos: H = proceso de hidrolisis y SD = proceso de secado directo.

Actividad	Descripción	Gráfico	Responsable
Inicio de carga de cocedor			
1-Cocedor disponible (H y SD)	El proceso da inicio con la disponibilidad de un cocedor, verificando el correcto funcionamiento del equipo acorde al tipo de proceso (Hidrolisis o Secado Directo).		Supervisor de Servicios de Operación, Operador de planta de Harina y Aceite.
2- Materia prima disponible (H y SD)	Disponer de materia prima para el tipo de receta a elaborar (Mortandad, decomiso, vísceras, pluma, sangre o cascaron), asegurando la cantidad necesaria para cargar el cocedor.	  	

3- Elección de receta (H y SD)	Con la materia prima y el cocedor disponible se selecciona el tipo de receta a elaborar, utilizando el método Pep's (Primeras entradas, primeras salidas) para disponer de la materia prima.		Supervisor de Servicios de Operación.
Carga de cocedor			
1- Cerrar tapa de descarga (H y SD)	Limpiar la tapa de descarga y su contra, eliminando residuos de harina. Colocar empaque en tapa de descarga y cerrar asegurando con el timón de la tapa que ésta quede de sellada de forma hermética.		Operador de planta de Harina y Aceite.

2- Apertura de tapa de carga (H y SD)	Abrir tapa de carga de cocedor y colocar reductor de carga en dirección a la compuerta del transportador sin fin para el apoyo a la carga de materia prima.		
3- Encender cocedor (H y SD)	Se inicia la rotación de las aspas del cocedor con el tablero de control de los cocedores, asegurar el sentido correcto de rotación y la inexistencia de ruidos ajenos a funcionamiento.		
4- Encender transportadores sin fin (H y SD)	Se activan, en el tablero de control, los transportadores sin fin con la dirección correcta hacia el cocedor que será alimentado y se abre la compuerta de descarga que se		

	encuentra en el transportador y que corresponde al cocedor que será alimentado.		
5- abrir válvula de vísceras (H y SD)	Si se agregara víscera al digestor, se debe abrir toda la válvula de este ducto correspondiente al cocedor que será cargado.		
6- abrir válvula de Sangre (H)	Si se desea agregar sangre liquida a cocedor, se debe abrir el paso en el ducto con la válvula de sangre correspondiente al cocedor y verificar que la alimentación proveniente del tanque se encuentre abierta.		

7- Alimentación de materia prima (H y SD)	La alimentación de pluma se controla por medio de la botonera junto a la tolva de pluma y se utiliza para accionar transportadores sin fin, procurando mantener un ritmo contante sin sobre cargarlos.		
	Para accionar el bombeo de Visceras al digestor se dispone del tablero de control de pistones que inicia de forma automática la dosificación al cocedor, verificando la descarga de forma correcta.		

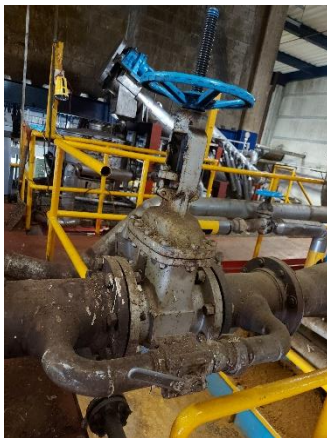
	Alimentación de sangre líquida por medio de monitor de control, al iniciar se debe verificar el funcionamiento de la bomba y la descarga del ducto al cocedor.		
	La alimentación de cascara es de forma manual y se realiza descargando de la tolva cascara a la tolva mortandad y decomiso. Abriendo la compuerta que une a estas dos.		

	La alimentación de mortandad y decomiso es por medio los transportadores sin fin que son accionados por su botonera, la cual no debe sobrecargar los transportadores y alimentar de forma uniforme.		
	Para alimentar con sangre coagulada, en el monitor de control se acciona el sistema que por medio de un transportador sin fin deposita la sangre coagulada en el transportador que dirige la materia prima a los cocedores.		
8- Capacidad de carga (H y SD)	Cocedor Jumbo: La carga no debe tapar la flecha central, para evitar		

	sobrecargar el equipo.		
	Los cocedores 1, 2, 3, 4 y 6 deben ser cargados 15 cm. antes del nivel de la capacidad máxima del equipo, para evitar la fuga de materia prima por el ducto de desfogue de vapor.		
9- Tiempo de carga (H y SD)	La sangre liquida para los cocedores 3 y 4 se agrega un tiempo de 3 minutos y para cocedor 6 un tiempo de 4 minutos.		
	La Vísceras se agregan a los cocedores 1, 2 y Jumbo durante un tiempo de 10 minutos, a los cocedores 3 y 4 durante 18 minutos		

	y al cocedor 6 un tiempo de 22 minutos de bombeo.		
	La sangre coagulada se agrega en una proporción de 10% del tanque de sangre coagulada equivalente a 1 minuto de sangre líquida.		
Termino de carga de cocedor			
1- Paro de transportadores (H y SD)	Se paran los transportadores sin fin que fueron activados para la carga y se cierra la compuerta de descarga del sin fin, que se encuentra sobre el cocedor.		Operador de planta de Harina y Aceite.

2- Cierre de válvulas (H y SD)	Se cierran las válvulas de víscera y/o sangre según sea el caso Asegurarse de que no queden abiertas para evitar que se obstruyan.		
3- Limpieza de ducto de salida de vapor (H y SD)	Se saca la materia prima que se haya acumulado durante la carga en el ducto de salida de vapor con ayuda de un gancho de metal, para evitar que esta lo tape o se dirija al sistema de olores.		
4- Cierre de tapa de cocedor (H y SD)	Se coloca empaque a tapa de carga y se cierra firmemente de forma que quede hermético (sin fuga de vapor).		

5- Descarga de condensado (H y SD)	Si el cocedor se encontró inactivo se descarga el condensado a través de la trampa de vapor Asegurar abrir y cerrar la válvula de la trampa de vapor solo durante la descarga del condensado (aproximados 15 minutos).		
Cocción			
1- alimentación de vapor (H)	Se abre por completo la válvula del ducto que alimenta al cocedor correspondiente con vapor.		Operador de planta de Harina y Aceite.
2- Incremento de presión (H)	Con un cierre al 95% de la válvula de Vahos se continua ingresando vapor al cocedor, verificando en tapas del cocedor de carga y descarga que no existan fugas.		

3- Monitoreo de manómetros (H)	El equipo debe llegar a una temperatura mayor a 133°C Verificar que el manómetro que mide la presión interna del digestor no sea menor a 30 libras.		
4- Cocción (H)	Al llegar a 133°C, se abre la válvula de cocción (verificar que exista un flujo de salida de vapor) y se mantiene estable la temperatura interna del cocedor durante 30 minutos (regulándola con la válvula de cocción).		
5- Disminución de presión (H)	Se cierra la válvula de alimentación de vapor y la válvula de cocción y se abre la válvula de Vahos pausadamente durante 30 minutos, hasta quedar totalmente abierta.		

Secado			
1- Alimentación de vapor (H y SD)	Abrir totalmente la válvula de alimentación de vapor, verificando que la válvula Vahos esté totalmente abierta.		Operador de planta de Harina y Aceite.
2- Monitoreo de manómetros (H y SD)	La temperatura interna del digestor no debe ser menor a 80°C. durante el proceso de sebo verificar el flujo de vapor por la válvula de Vahos.		
3- Tiempo de secado (H y SD)	El tiempo de secado es diferente a cada digestor y es arrojado por el tiempo de secado promedio. (realizar plan de trabajo con ayuda del supervisor en turno para estimar el termino de proceso de secado).		Supervisor de Servicios de Operación, Operador de planta de Harina y Aceite.

Muestreo de humedad			
1- Colocar canastilla (H y SD)	Colocar canastilla debajo de la compuerta de descarga del cocedor Velicar que este en dirección a la caída de descarga.		Operador de planta de Harina y Aceite.
2- Abrir compuerta de descarga (H y SD)	Abrir compuerta de descarga para dejar caer harina sobre canastilla No exceder el límite de la canastilla.		
3. Cerrar compuerta de descarga de cocedor (H y SD)	Cerrar compuerta de descarga de cocedor Verificar que deje de caer harina.		
2- Prueba sensorial (H y SD)	Prueba olfativa: en esta la harina debe tener un olor neutro, es decir, no a crudo o a quemado.		

	Prueba visual: la harina debe observarse con textura seca y/o aceitosa.		
	Prueba del tato: el producto debe cumplir con un nivel de humedad correcto.		
3- Analizador de humedad (H y SD)	Recolectar muestra de canastilla en bolsa para muestreo de lote Evitar no recolectar solidos grandes o agentes ajenos a la harina.		
	Abrir el equipo, limpiar y destarar Verificar que no se encuentren residuos de haría sobre el plato de muestreo y que al destarara en quipo este en 0 grs		

	Introducir 5 gramos de harina sobre el plato de aluminio para muestra. Llenar de forma uniforme la superficie del plato.		
	Cerrar equipo para iniciar análisis. Verificar temperatura de 130 °C durante 5 minutos.		
	En caso de no obtener la humedad requerida, se continuara con el proceso de secado dentro del digestor, de lo contrario se procede a la descarga del equipo.		
Descarga de harina			
1- Cierre de válvula de vapor (H y SD)	Para indicar la descarga se debe cerrar la válvula que alimenta con vapor al cocedor.		Operador de planta de Harina y Aceite.

2. Verificar espacio en tolva de descarga (H y SD)	Se verifica la disponibilidad del espacio que ocupara la harina en la tolva percolador. De existir se prosigue con el paso 4 de lo contrario con el paso 3.		
3. Apagar el equipo (H y SD)	Se apaga el cocedor en espera de disponibilidad de espacio para poder descargar la harina. (en este paso se recomienda de igual forma abrir la tapa de descarga para dejar salir el calor interno del cocedor y evitar quemar el producto).		
4. Abrir tapa de descarga (H y SD)	De existir espacio en el percolador y con el cocedor encendido, se abre la tapa de descarga, girando el timón y levantando el contrapeso.		

5. Descarga de harina (H y SD)	Con ayuda de una pala se distribuye la harina sobre el percolador, dejando libre la tapa de descarga para posteriormente poder cerrarla.		
6. Apagar equipo (H y SD)	Por último, se apaga el cocedor para facilitar las operaciones al cerrar la tapa de descarga.		
Prensado de harina			
1- Transporte a prensas (SD)	Con ayuda de los transportadores sin fin, la harina es transportada hasta las prensas de aceite Expeller.		Operador de planta de Harina y Aceite.
3. Ajuste de prensado (SD)	El nivel de extracción es calibrado con ayuda de una manivela que se encuentra a un costado de la prensa expeller que ayuda a		

	extraer el punto exacto de aceite.		
2. Tiempo de prensado (SD)	El tiempo que tarda un lote en pasar por las prensas de aceite es monitoreado y anotado en la bitácora de producción.		
Cribado			
1- Transporte a zarandas (H y SD)	Por medio de los transportadores sin fin y de forma pausada, es llevada la harina hasta la zaranda correspondiente.		Operador de planta de Harina y Aceite.
2. Cribado (H y SD)	La zaranda elimina los sólidos de mayor tamaño que no son cribados por la malla, obteniendo un producto de calidad.		

3. Depurado de solido (H y SD)	Los sólidos que no pasan por la malla de la azaranda, son depurados y enviado al molino.		
Molienda			
1- Molienda (H y SD)	En este proceso se muele la harina que no paso por el proceso de cribado, aumentando la cantidad de productor final de calidad.		Operador de planta de Harina y Aceite.
Envasado de Harina			
1- Envasado (H y SD)	Harina sin cribar se envasa en costales que son colocados en los dosificadores que se encuentran en el trasportador, antes de las zarandas.		Operador de planta de Harina y Aceite.
	Harina cribada se envasa en costales que son colocados en los dosificadores debajo de la zaranda.		

	Producto del molino se envasa en costales que son colocados en el dosificador posterior al molino.		
2- Pesado (H y SD)	Una vez llenos los sacos, se estiban en una tarima, o las que requiera el lote que se está procesando, y se pesan en una báscula digital previamente destarada.		
3- Almacenaje (H y SD)	Con el peso del lote, se almacena la estiba en el lugar indicado correspondiente al tipo de producto.		

PROCESO PARA PRODUCTO NO CONFORME

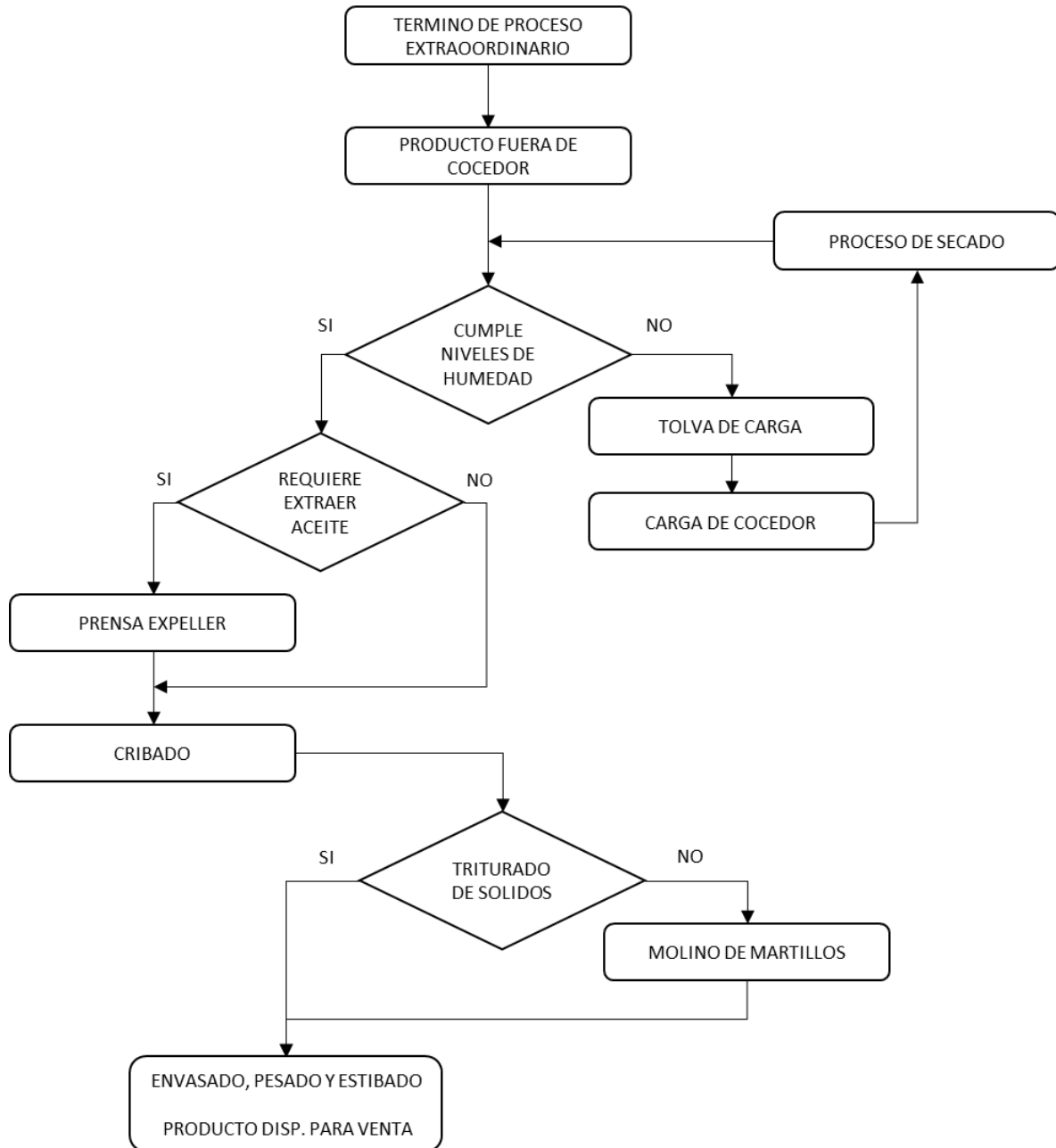


Ilustración 28. Diagrama de flujo producto no conforme. *Fuente: Elaboración propia.*

Actividad	Descripción	Gráfico	Responsable
Descarga extraordinaria			
1- Descarga de cocedor (H y SD)	Se descargar el cocedor antes del término del proceso por un evento extraordinario (falla en el cocedor, saturación de materia prima, etc.) y autorizado por el supervisor en turno.		Supervisor de Servicios de Operación, Operador de planta de Harina y Aceite.
2- Envasado y almacenaje (H y SD)	El almacenaje de este producto se realiza a través de canastillas o algún otro recipiente externo a la tolva percolador para evitar la contaminación de la harina que se encuentre en él. Este producto se almacena en el área de producto no conforme.		Supervisor de Servicios de Operación.

3- Carga de cocedor (H y SD)	El producto realiza un tiempo de espera, en el área de producto no conforme a espera de la disponibilidad de un cocedor que por medio de la tolva de mortandad, volverá a ser cargado para terminar su proceso y alcanzar el nivel de humedad requerido.		
Proceso agregado			
1- Almacenamiento (H y SD)	El producto que sufrirá un proceso agregado, es el producto que por falta de espacio en el percolador o porque el cliente solicita la haría con características diferentes (prensado y/o cribado), será almacenada en el área de producto no conforme.		Supervisor de Servicios de Operación, Operador de planta de Harina y Aceite.

2- Proceso (H y SD)	Al existir un espacio en el percolador y con la planeación del proceso correspondiente, se deposita el lote de harina en el percolador y posterior a esto se realiza el proceso requerido (Prestado y/o cribado).		
------------------------	---	--	--

4.5.3 ANALISIS DE DATOS.

Posterior a realizar el manual de procedimiento, se analizan el muestreo realizado de la producción de marzo a junio del 2021, en el que se integran los promedios de 50 muestras correspondientes a los tiempos de carga de víscera, pluma y sangre en los cocedores 3, 4 y 6 que son en donde se elabora el proceso de hidrolisis. Esto con el fin de poder analizar las diferencias existentes entre los lotes producidos en cada uno de los digestores y determinar si existe o no una diferencia significativa, a lo que nos llevará el diagnosticar en qué etapa del proceso encontramos una alarma en la ejecución de la producción.

En la tabla 6 se muestran dichos promedios en los que se detecta a primera instancia que los digestores 3 y 4 son de una capacidad similar y en el digestor 6 encontramos un aumento en el tiempo de carga lo que puede afectar el cálculo de la proporción de carga y como consecuencia la alteración de las propiedades de la harina.

Tiempo de carga en minutos - Digestor 6							
Viscera	23	23	20	23	21	20	20
	24	20	20	23	24	22	24
	20	20	22	24	20	22	
	23	24	22	20	23	22	
	22	21	23	23	20	23	
	20	23	20	22	22	24	
Pluma	36	37	41	41	50	50	34
	36	36	42	42	53	53	35
	34	36	42	42	45	45	
	37	34	48	48	50	50	
	34	37	40	40	45	37	
	35	45	53	53	58	58	
Sangre	5	5	4	4	6	5	
	6	4	5	5	5	6	
	5	5	4	4	4	5	
	4	5	4	5	6	6	
	5	5	5	6	5	4	
	5	6	4	5	6	5	

Tabla 3. Tiempo de carga digestor 6. *Fuente: Elaboración propia.*

Tiempo de carga en minutos - Digestor 4							
Viscera	18	18	18	18	18	18	18
	20	18	20	18	18	18	18
	20	20	18	18	18	18	18
	19	19	20	20	20	20	18
	18	18	19	18	20		
Pluma	25	34	27	25	27	21	22
	29	27	30	29	30	35	25
	21	30	22	21	22	22	29
	22	35	21	35	21	35	21
	34	22	35	34	35		
Sangre	3	4	4	3	4	4	3
	3	3	3	3	3	3	3
	4	4	3	4	4	3	4
	3	3	3				

Tabla 4. Tiempo de carga digestor 4. *Fuente: Elaboración propia.*

Tiempo de carga en minutos - Digestor 3							
Viscera	18	17	20	20	20	20	18
	18	18	17	20	20	18	18
	18	20	18	18	18	19	20
	20	18	20	18	19	18	20
	18	20					
Pluma	18	26	18	30	32	30	21
	28	30	18	27	30	23	21
	18	20	28	26	23	21	18
	26	32	18	30	30	21	26
	27	20					
Sangre	3	4	3	3	3	3	3
	4	3	3	3	3	3	3
	3	3	4	4	3	3	

Tabla 5. Tiempo de carga digestor 3. *Fuente: Elaboración propia.*

Marzo - Junio				
	Viscera	Pluma	Sangre L	Digestor
$\bar{X}$	21.89	42.95	4.94	6
S	1.50	7.23	0.71	
$\bar{X}$	18.80	24.53	3.20	3
S	1.06	4.87	0.41	
$\bar{X}$	18.64	27.36	3.38	4
S	0.90	5.43	0.52	

Tabla 6 Tiempo de carga R1 *Fuente: Elaboración propia*

Ya que los resultados bromatológicos van desfasados en el tiempo de los lotes producidos, se recabo la información de los formatos enviados por el laboratorio de la empresa en el periodo de marzo a mayo del 2021 de los que se obtiene el promedio y la desviación estándar de cada una de las propiedades nutrimentales de los diferentes digestores, como se puede observar en la siguiente tabla, se muestra el número de datos, el promedio de los datos recolectados ($\bar{X}$), desviación estándar (S), numero de digestor y numero de receta.

Bromatologico Marzo - Mayo						
No. Datos		Humedad	Grasa	Proteina	Digestor	Receta
128	$\bar{X}$ S	6.75 2.22	19.81 2.63	66.05 4.08	3	1
122	$\bar{X}$ S	7.15 2.23	19.86 2.41	66.06 3.65	4	
139	$\bar{X}$ S	5.92 1.31	20.14 2.13	67.18 3.39	6	
127	$\bar{X}$ S	5.12 1.25	20.86 2.20	59.30 3.62	1	5
109	$\bar{X}$ S	5.09 1.26	21.16 2.49	59.49 4.29	2	
183	$\bar{X}$ S	5.15 1.17	21.27 2.32	59.09 4.30	Jumbo	
808						

Tabla 7. Datos Bromatológicos. *Fuente: Elaboración propia.*

Se graficaron los datos de los digestores 3, 4 y 6 para demostrar que estos siguen un comportamiento de distribución normal, es decir que la operación de estos tres digestores se realiza de forma similar en la producción de un lote a otro.

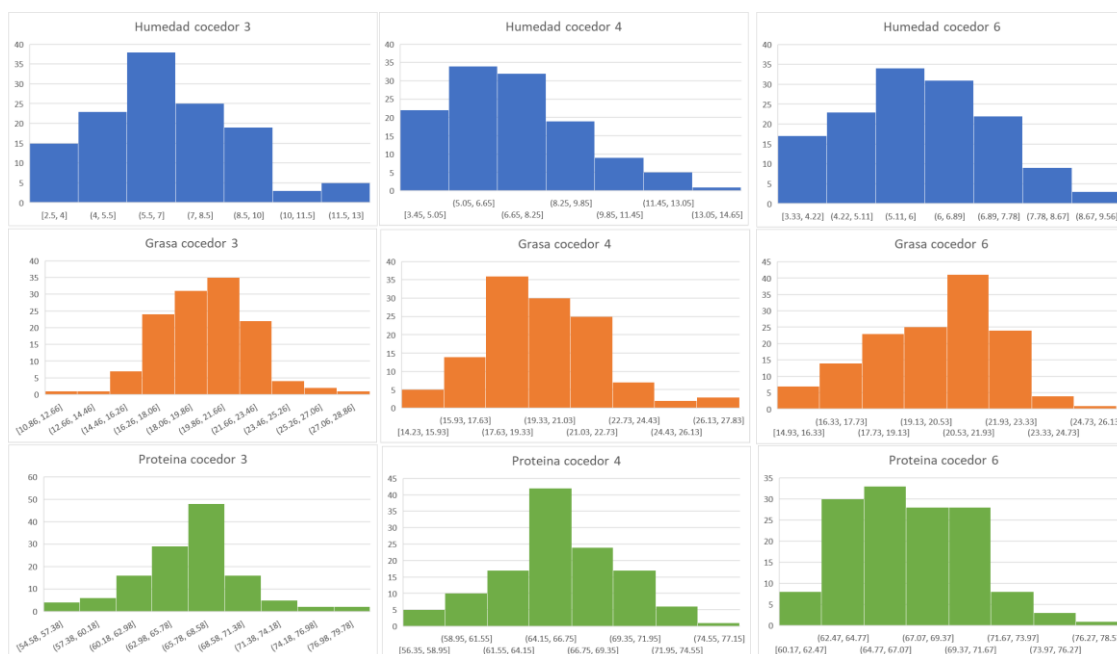


Ilustración 29 Graficas de propiedades *Fuente: Elaboración propia*

Otros factores a analizar dentro de las propiedades nutrimentales son, la ceniza, el calcio y el fósforo. Dichos factores pudieran considerarse como secundarios, sin

embargo, el calcio en la mezcla de otros ingredientes para la elaboración de las recetas para alimentos o piensos para mascotas argumenta el departamento responsable, altera significativamente su composición.

Esta propiedad es aportada por los subproductos enviados de las incubadoras, en donde se acarrea el cascaron, mortalidad y huevos no eclosionados. En la tabla 8 se muestran los resultados existentes de los bromatológicos en los que se incluye el porcentaje de ceniza, calcio y fosforo, de los meses de enero y febrero del 2021, ya que los análisis que incluyen estas tres propiedades no se realizan para todos los lotes, se presenta la información solo de los lotes en los que, si hubo la oportunidad por parte del laboratorio de la empresa en desarrollar el estudio.

Como se puede observar en la tabla 8, los estudios se encuentran divididos por el tipo de receta, es decir receta 1 y receta 5. Como se mencionó anteriormente, para el caso de la receta número 5 que es en la que se incluyen los subproductos de las incubadoras, encontramos un valor máximo de 9.3% y un valor mínimo de 2.85% representando una variación del 6.45%, considerándose como la propiedad nutrimental con mayor variación entre los lotes producidos. Dando oportunidad a desarrollar mayor énfasis en la regularización la cantidad que se distribuye de cascaron en cada uno de los lotes de receta 5 y que como resultado se obtiene el porcentaje de calcio.

RESULTADOS DE LABORATORIO											
BROMATOLOGICO COMPLETO						RESULTADOS					
NO.	FECHA	LOTE	NO. DE COCEDOR	NO. DE RECETA	FECHA DE ELABORACION	HUMEDAD	GRASA	PROTEÍNAS	CENIZA	CALCIO	FOSFORO
1	08/01/2021	210071	3	1	06/01/2021	5.49	20.04	65.36	3.45	6.34	0.41
6	26/01/2021	210317	4	1	23/01/2021	3.55	18.95	74.14	4.6	1.3	0.35
8	02/02/2021	210433	4	1	01/02/2021	3.85	22.28	64.27	4.05	1.62	0.45
3	18/01/2021	210211	6	1	16/01/2021	4.61	22.05	66.4	3.18	2.33	0.33
2	08/01/2021	210082	1	5	06/01/2021	4.91	16.46	62.52	22.94	9.3	0.98
5	26/01/2021	210312	1	5	23/01/2021	6.26	17.25	63.26	18.23	7.56	1.06
7	02/02/2021	210424	2	5	01/02/2021	7.4	18.61	60.19	12.89	5.08	1.03
4	18/01/2021	210222	JUMBO	5	16/01/2021	6.21	19.73	68.72	4.38	2.85	0.36

Tabla 8. Bromatológico completo. Fuente: San Antonio SGCI FO.UP.LCC.01-04.

CAPITULO V. DISCUSION.

5.1 ANALISIS DE RESULTADOS.

5.1.1 INTERVALO DE CONFIANZA PARA LA DIFERENCIA DE MEDIAS.

Para demostrar si existe una diferencia significativa en los resultados bromatológicos correspondientes a cada uno de los producidos se recurrió a la herramienta del análisis de datos por la diferencia de medias, aplicando la siguiente formula.

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - Z_{\alpha/2} * \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}} < \mu_1 - \mu_2 < (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + Z_{\alpha/2} * \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

Ecuación 1. Intervalo para la diferencia de medias. *Fuente:*
https://www.mate.unlp.edu.ar/practicas/117_12_12092016211213.pdf.

Donde:

- $\bar{x}_n$ = A la media de los datos.
- σ_n = desviación estándar de los datos.
- n_n = El tamaño de muestra.
- $Z_{\alpha/2}$ = El valor de la tabla Z según el nivel de confianza.

Con un nivel de confianza del 98% ya que así fue solicitado por parte del departamento de calidad, con el fin de disminuir el margen de diferencia entre los lotes producidos.

Fueron utilizadas las medias de los resultados por cocedor, y comparado con los demás cocedores que realizan el mismo proceso, es decir el proceso de hidrolisis o el de secado directo. Los cálculos realizados fueron los siguientes.

Cocedor 1 y 2 - Proteína

$$(59.3 - 59.49) - 2.33 * \sqrt{\frac{3.62^2}{127} + \frac{4.29^2}{109}} < \mu_1 - \mu_2 < (59.3 - 59.49) + 2.33 * \sqrt{\frac{3.62^2}{127} + \frac{4.29^2}{109}}$$

Cocedor 1		Cocedor 2		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	59.30	$\bar{x}_2 =$	59.49	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	3.62	$\sigma_2 =$	4.29	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	127	$n_2 =$	109	$Z \alpha/2 =$	2.33

-1.40	$<\mu_1 - \mu_2 <$	1.03
-------	--------------------	------

Tabla 9. Proteína 1 y 2. Fuente: Elaboración propia.

Cocedor 1 y Jumbo Proteína

$$(59.3 - 59.09) - 2.33 * \sqrt{\frac{3.62^2}{127} + \frac{4.30^2}{183}} < \mu_1 - \mu_2 < (59.3 - 59.09) + 2.33 * \sqrt{\frac{3.62^2}{127} + \frac{4.30^2}{183}}$$

Cocedor 1		Cocedor Jumbo		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	59.30	$\bar{x}_2 =$	59.09	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	3.62	$\sigma_2 =$	4.30	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	127	$n_2 =$	183	$Z \alpha/2 =$	2.33

-0.84	$<\mu_1 - \mu_2 <$	1.26
-------	--------------------	------

Tabla 10. Proteína 2 y Jumbo. Fuente: Elaboración propia.

Cocedor 2 y Jumbo Proteína

$$(59.09 - 59.49) - 2.33 * \sqrt{\frac{4.3^2}{183} + \frac{4.29^2}{109}} < \mu_1 - \mu_2 < (59.09 - 59.49) + 2.33 * \sqrt{\frac{4.3^2}{183} + \frac{4.29^2}{109}}$$

Cocedor 2		Cocedor Jumbo		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	59.49	$\bar{x}_2 =$	59.09	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	4.29	$\sigma_2 =$	4.30	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	109	$n_2 =$	183	$Z \alpha/2 =$	2.33

-0.81	$<\mu_1 - \mu_2 <$	1.60
-------	--------------------	------

Tabla 11. Proteína 2 y Jumbo. Fuente: Elaboración propia.

Cocedor 3 y 4 Proteína

$$(66.05 - 66.06) - 2.33 * \sqrt{\frac{4.08^2}{128} + \frac{3.65^2}{122}} < \mu_1 - \mu_2 < (66.05 - 66.06) + 2.33 * \sqrt{\frac{4.08^2}{128} + \frac{3.65^2}{122}}$$

Cocedor 3		Cocedor 4		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	66.05	$\bar{x}_2 =$	66.06	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	4.08	$\sigma_2 =$	3.65	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	128	$n_2 =$	122	$Z \alpha/2 =$	2.33

-1.15	$<\mu_1 - \mu_2 <$	1.12
-------	--------------------	------

Tabla 12. Proteína 3 y 4. *Fuente: Elaboración propia.*

Cocedor 4 y 6 Proteína

$$(66.06 - 67.18) - 2.33 * \sqrt{\frac{3.65^2}{122} + \frac{3.39^2}{139}} < \mu_1 - \mu_2 < (66.06 - 67.18) + 2.33 * \sqrt{\frac{3.65^2}{122} + \frac{3.39^2}{139}}$$

Cocedor 4		Cocedor 6		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	66.06	$\bar{x}_2 =$	67.18	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	3.65	$\sigma_2 =$	3.39	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	122	$n_2 =$	139	$Z \alpha/2 =$	2.33

-2.14	$<\mu_1 - \mu_2 <$	-0.10
-------	--------------------	-------

Tabla 13. Proteína 4 y 6. *Fuente: Elaboración propia.*

Cocedor 3 y 6 Proteína

$$(66.05 - 67.18) - 2.33 * \sqrt{\frac{4.08^2}{128} + \frac{3.39^2}{139}} < \mu_1 - \mu_2 < (66.05 - 67.18) + 2.33 * \sqrt{\frac{4.08^2}{128} + \frac{3.39^2}{139}}$$

Cocedor 3		Cocedor 6		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	66.05	$\bar{x}_2 =$	67.18	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	4.08	$\sigma_2 =$	3.39	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	128	$n_2 =$	139	$Z \alpha/2 =$	2.33

-2.20	$<\mu_1 - \mu_2 <$	-0.06
-------	--------------------	-------

Tabla 14. Proteína 3 y 6. *Fuente: Elaboración propia.*

Cocedor 1 y 2 Grasa

$$(20.86 - 21.16) - 2.33 * \sqrt{\frac{2.2^2}{127} + \frac{2.49^2}{109}} < \mu_1 - \mu_2 < (20.86 - 21.16) + 2.33 * \sqrt{\frac{2.2^2}{127} + \frac{2.49^2}{109}}$$

Cocedor 1		Cocedor 2		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	20.86	$\bar{x}_2 =$	21.16	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	2.20	$\sigma_2 =$	2.49	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	127	$n_2 =$	109	$Z_{\alpha/2} =$	2.33

-1.01	$<\mu_1 - \mu_2 <$	0.42
-------	--------------------	------

Tabla 15. Grasa 1 y 2. Fuente: Elaboración propia.

Cocedor 1 y Jumbo Grasa

$$(20.86 - 21.27) - 2.33 * \sqrt{\frac{2.2^2}{127} + \frac{2.32^2}{183}} < \mu_1 - \mu_2 < (20.86 - 21.27) + 2.33 * \sqrt{\frac{2.2^2}{127} + \frac{2.32^2}{183}}$$

Cocedor 1		Cocedor Jumbo		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	20.86	$\bar{x}_2 =$	21.27	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	2.20	$\sigma_2 =$	2.32	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	127	$n_2 =$	183	$Z_{\alpha/2} =$	2.33

-1.01	$<\mu_1 - \mu_2 <$	0.20
-------	--------------------	------

Tabla 16. Grasa 1 y Jumbo. Fuente: Elaboración propia.

Cocedor 2 y Jumbo Grasa

$$(21.16 - 21.21) - 2.33 * \sqrt{\frac{2.49^2}{109} + \frac{2.32^2}{183}} < \mu_1 - \mu_2 < (21.16 - 21.21) + 2.33 * \sqrt{\frac{2.49^2}{109} + \frac{2.32^2}{183}}$$

Cocedor 2		Cocedor Jumbo		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	21.16	$\bar{x}_2 =$	21.27	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	2.49	$\sigma_2 =$	2.32	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	109	$n_2 =$	183	$Z_{\alpha/2} =$	2.33

-0.79	$<\mu_1 - \mu_2 <$	0.57
-------	--------------------	------

Tabla 17. Grasa 2 y Jumbo. Fuente: Elaboración propia.

Cocedor 3 y 4 Grasa

$$(19.81 - 19.86) - 2.33 * \sqrt{\frac{2.63^2}{128} + \frac{2.41^2}{122}} < \mu_1 - \mu_2 < (19.81 - 19.86) + 2.33 * \sqrt{\frac{2.63^2}{128} + \frac{2.41^2}{122}}$$

Cocedor 3		Cocedor 4		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	19.81	$\bar{x}_2 =$	19.86	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	2.63	$\sigma_2 =$	2.41	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	128	$n_2 =$	122	$Z_{\alpha/2} =$	2.33

-0.79	$<\mu_1 - \mu_2 <$	0.69
-------	--------------------	------

Tabla 18. Grasa 3 y 4. Fuente: Elaboración propia.

Cocedor 4 y 6 Grasa

$$(19.86 - 20.14) - 2.33 * \sqrt{\frac{2.41^2}{122} + \frac{2.13^2}{139}} < \mu_1 - \mu_2 < (19.86 - 20.14) + 2.33 * \sqrt{\frac{2.41^2}{122} + \frac{2.13^2}{139}}$$

Cocedor 4		Cocedor 6		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	19.86	$\bar{x}_2 =$	20.14	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	2.41	$\sigma_2 =$	2.13	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	122	$n_2 =$	139	$Z_{\alpha/2} =$	2.33

-0.94	$<\mu_1 - \mu_2 <$	0.38
-------	--------------------	------

Tabla 19. Grasa 4 y 6. Fuente: Elaboración propia.

Cocedor 3 y 6 Grasa

$$(19.81 - 20.14) - 2.33 * \sqrt{\frac{2.63^2}{128} + \frac{2.13^2}{139}} < \mu_1 - \mu_2 < (19.81 - 20.14) + 2.33 * \sqrt{\frac{2.63^2}{128} + \frac{2.13^2}{139}}$$

Cocedor 3		Cocedor 6		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	19.81	$\bar{x}_2 =$	20.14	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	2.63	$\sigma_2 =$	2.13	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	128	$n_2 =$	139	$Z_{\alpha/2} =$	2.33

-1.02	$<\mu_1 - \mu_2 <$	0.35
-------	--------------------	------

Tabla 20. Grasa 3 y 6. Fuente: Elaboración propia.

Cocedor 1 y 2 Humedad

$$(5.12 - 5.09) - 2.33 * \sqrt{\frac{1.25^2}{127} + \frac{1.26^2}{109}} < \mu_1 - \mu_2 < (5.12 - 5.09) + 2.33 * \sqrt{\frac{1.25^2}{127} + \frac{1.26^2}{109}}$$

Cocedor 1		Cocedor 2		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	5.12	$\bar{x}_2 =$	5.09	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	1.25	$\sigma_2 =$	1.26	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	127	$n_2 =$	109	$Z_{\alpha/2} =$	2.33

-0.36	$<\mu_1 - \mu_2 <$	0.41
-------	--------------------	------

Tabla 21. Humedad 1 y 2. Fuente: Elaboración propia.

Cocedor 1 y Jumbo Humedad

$$(5.12 - 5.15) - 2.33 * \sqrt{\frac{1.25^2}{127} + \frac{1.17^2}{183}} < \mu_1 - \mu_2 < (5.12 - 5.15) + 2.33 * \sqrt{\frac{1.25^2}{127} + \frac{1.17^2}{183}}$$

Cocedor 1		Cocedor Jumbo		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	5.12	$\bar{x}_2 =$	5.15	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	1.25	$\sigma_2 =$	1.17	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	127	$n_2 =$	183	$Z_{\alpha/2} =$	2.33

-0.36	$<\mu_1 - \mu_2 <$	0.29
-------	--------------------	------

Tabla 22. Humedad 1 y Jumbo. Fuente: Elaboración propia.

Cocedor 2 y Jumbo Humedad

$$(5.09 - 5.15) - 2.33 * \sqrt{\frac{1.26^2}{109} + \frac{1.17^2}{183}} < \mu_1 - \mu_2 < (5.09 - 5.15) + 2.33 * \sqrt{\frac{1.26^2}{109} + \frac{1.17^2}{183}}$$

Cocedor 2		Cocedor Jumbo		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	5.09	$\bar{x}_2 =$	5.15	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	1.26	$\sigma_2 =$	1.17	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	109	$n_2 =$	183	$Z_{\alpha/2} =$	2.33

-0.41	$<\mu_1 - \mu_2 <$	0.28
-------	--------------------	------

Tabla 23. Humedad 2 y Jumbo. Fuente: Elaboración propia.

Cocedor 3 y 4 Humedad					
-----------------------	--	--	--	--	--

$$(6.75 - 7.15) - 2.33 * \sqrt{\frac{2.22^2}{128} + \frac{2.23^2}{122}} < \mu_1 - \mu_2 < (6.75 - 7.15) + 2.33 * \sqrt{\frac{2.22^2}{128} + \frac{2.23^2}{122}}$$

Cocedor 3		Cocedor 4		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	6.75	$\bar{x}_2 =$	7.15	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	2.22	$\sigma_2 =$	2.23	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	128	$n_2 =$	122	$Z \alpha/2 =$	2.33

-1.05	$<\mu_1 - \mu_2 <$	0.26
-------	--------------------	------

Tabla 24. Humedad 3 y 4. *Fuente: Elaboración propia.*

Cocedor 4 y 6 Humedad					
-----------------------	--	--	--	--	--

$$(7.15 - 5.92) - 2.33 * \sqrt{\frac{2.23^2}{122} + \frac{1.31^2}{139}} < \mu_1 - \mu_2 < (7.15 - 5.92) + 2.33 * \sqrt{\frac{2.23^2}{122} + \frac{1.31^2}{139}}$$

Cocedor 4		Cocedor 6		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	7.15	$\bar{x}_2 =$	5.92	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	2.23	$\sigma_2 =$	1.31	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	122	$n_2 =$	139	$Z \alpha/2 =$	2.33

0.69	$<\mu_1 - \mu_2 <$	1.76
------	--------------------	------

Tabla 25. Humedad 4 y 6. *Fuente: Elaboración propia.*

Cocedor 3 y 6 Humedad					
-----------------------	--	--	--	--	--

$$(6.75 - 5.92) - 2.33 * \sqrt{\frac{2.22^2}{128} + \frac{1.31^2}{139}} < \mu_1 - \mu_2 < (6.75 - 5.92) + 2.33 * \sqrt{\frac{2.22^2}{128} + \frac{1.31^2}{139}}$$

Cocedor 3		Cocedor 6		nc	0.98
$\bar{x}_1 =$	6.75	$\bar{x}_2 =$	5.92	$\alpha =$	0.02
$\sigma_1 =$	2.22	$\sigma_2 =$	1.31	$\alpha/2 =$	0.01
$n_1 =$	128	$n_2 =$	139	$Z \alpha/2 =$	2.33

0.30	$<\mu_1 - \mu_2 <$	1.35
------	--------------------	------

Tabla 26. Humedad 3 y 6. *Fuente: Elaboración propia.*

En las tablas siguientes se pueden observar los resultados obtenidos, en donde:

- Para la receta número 5 en el rubro de proteína, no se encontró una diferencia significativa entre los resultados de los cocedores 1, 2 y Jumbo ya que los valores dados por el intervalo $<\mu_1-\mu_2<$ son opuestos, es decir negativo y positivo.
- Para la receta número 1 en el rubro de proteína, no se encontró diferencia significativa entre la media del cocedor 3 y 4 ya que los valores dados por el intervalo $<\mu_1-\mu_2<$ son opuestos, es decir negativo y positivo. Sin embargo, para la diferencia de medias de los cocedores 4 - 6 y 3 - 6 si existe una diferencia significativa a favor del cocedor 6 en sus medias ya que los valores dados por el intervalo $<\mu_1-\mu_2<$ son ambos negativos, por lo que se puede concluir que el cocedor 6 se encuentra con mayor carga de sangre en comparación a los otros dos cocedores ya que esta es la propiedad que aporta este subproducto.

Diferencia de medias para el nivel de proteína					
Cocedor	Resultados			Interpretación	Receta
1 y 2	-1.40	$<\mu_1-\mu_2<$	1.03	No existe diferencia significativa	5
1 y Jumbo	-0.84	$<\mu_1-\mu_2<$	1.26	No existe diferencia significativa	
2 y Jumbo	-0.81	$<\mu_1-\mu_2<$	1.60	No existe diferencia significativa	
3 y 4	-1.15	$<\mu_1-\mu_2<$	1.12	No existe diferencia significativa	
4 y 6	-2.14	$<\mu_1-\mu_2<$	-0.10	Hay una diferencia a favor del promedio del cocedor 6	1
3 y 6	-2.20	$<\mu_1-\mu_2<$	-0.06	Hay una diferencia a favor del promedio del cocedor 6	

Tabla 27. Concentrado de diferencia de medias de Proteína. *Fuente: Elaboración propia.*

- Para la receta número 5 en el rubro de la grasa, no se encontró una diferencia significativa entre los resultados de los cocedores 1, 2 y Jumbo ya que los valores dados por el intervalo $<\mu_1-\mu_2<$ son opuestos, es decir negativo y positivo.
- Para la receta número 1 en el rubro de la grasa, no se encontró una diferencia significativa entre los resultados de los cocedores 3, 4 y 6 ya que los valores dados por el intervalo $<\mu_1-\mu_2<$ son opuestos, es decir negativo y positivo. En este caso, aunque la herramienta no nos arroje una diferencia significativa, si existe la posibilidad de mejorarla midiendo la cantidad de vísceras que son vertidas en los tres digestores.

Diferencia de medias para el nivel de grasa				
Cocedor	Resultados			Receta
1 y 2	-1.01	$<\mu_1-\mu_2<$	0.42	5
1 y Jumbo	-1.01	$<\mu_1-\mu_2<$	0.20	
2 y Jumbo	-0.79	$<\mu_1-\mu_2<$	0.57	
3 y 4	-0.79	$<\mu_1-\mu_2<$	0.69	1
4 y 6	-0.94	$<\mu_1-\mu_2<$	0.38	
3 y 6	-1.02	$<\mu_1-\mu_2<$	0.35	

Tabla 28. Concentrado de diferencia de medias de Grasa. Fuente: Elaboración propia.

- Para la receta número 5 en el rubro de la humedad, no se encontró una diferencia significativa entre los resultados de los cocedores 1, 2 y Jumbo ya que los valores dados por el intervalo $<\mu_1-\mu_2<$ son opuestos, es decir negativo y positivo.
- Para la receta número 1 en el rubro de la humedad, no se encontró una diferencia significativa entre los resultados de los cocedores 3 y 4 ya que los valores dados por el intervalo $<\mu_1-\mu_2<$ son opuestos, es decir negativo y positivo. Sin embargo, para la comparación de los digestores 3 – 6 y 4 – 6 debe verifica una diferencia a favor de los cocedores 3 y 4 ya que los valores dados por el intervalo $<\mu_1-\mu_2<$ son ambos positivos. Este factor es dado por el tiempo de secado que se le da después del proceso de hidrolisis en el que se debe ajustar en el cocedor 6 para estandarizar la propiedad en los 3 digestores.

Diferencia de medias para el nivel de humedad				
Cocedor	Resultados			Receta
1 y 2	-0.36	$<\mu_1-\mu_2<$	0.41	5
1 y Jumbo	-0.36	$<\mu_1-\mu_2<$	0.29	
2 y Jumbo	-0.41	$<\mu_1-\mu_2<$	0.28	
3 y 4	-1.05	$<\mu_1-\mu_2<$	0.26	1
4 y 6	0.69	$<\mu_1-\mu_2<$	1.76	
3 y 6	0.30	$<\mu_1-\mu_2<$	1.35	

Tabla 29. Concentrado de diferencia de medias de Humedad. Fuente: Elaboración propia.

Las diferencias encontradas son correspondientes al digestor 6 en el cual por falta de análisis de la capacidad de producción con respecto a los digestores 3 y 4, presenta variación en las propiedades bromatológicas, en el caso de la humedad se debe ajustar el tiempo de secado directo y para la proteína se debe ajustar el tiempo de carga de sangre, el cual se muestra a continuación.

5.1.2 ANÁLISIS DEL BOMBEO DE SANGRE Y VÍSCERA.



Ilustración 30. Bomba de sangre. *Fuente: Elaboración propia.*

En la búsqueda de la ficha técnica de la bomba neumática wilden, ilustración 30, se encontró que posee una capacidad de 0.81 galones por golpe, es decir 3.066 litros, considerando la información que se muestra en la siguiente tabla, los cocedores 3, 4 y 6 producen en promedio 2.48, 2.56 y 3.46 lotes por día, en el proceso actual se están agregando 383.58 litros por lote a los cocedores 3 y 4 ya que en ellos se vierten en promedio 3 minutos de bombeo de este subproducto, y para el cocedor 6 se agregan 639.3 litros de sangre por cada lote producido, ya que se depositan en este digestor 5 minutos de bombeo.

Carga de Sangre			
3	4	6	Cocedor
09:40	09:22	06:55	Tiempo x'
2.4828	2.5623	3.4699	Lotes/Dia
Actual			
3	3	5	Minutos de sangre agregados/Lote
383.58	383.58	639.3	Litros de sangre agregados/Lote
Propuesto			
4	4	5	Minutos de sangre agregados/Lote
511.44	511.44	639.3	Litros de sangre agregados/Lote

Tabla 30. Carga de sangre. *Fuente: Elaboración propia.*

Verificando que el promedio de los kilogramos maquilados es de 199489.6 Kg. en la planta procesadora de aves, se aplica la fórmula Litros = (Kg*4%)*85%) de la cual se calculan los litros de sangre que se obtienen de dicha maquila lo cual da un resultado de 6782.65 litros por día de sangre. Con el promedio de 1.44 golpes por minuto que obtuvo, se pudo concluir que al término del día se consumen 4153.44 litros de sangre, dejando un restante de 2629.21 litros.

Propuesto (kg*4%)*85%		Actual (kg*4%)*85%	
199489.60	x' porllos/dia	199489.60	x' porllos/dia
6782.65	litros de sangre/dia	6782.65	litros de sangre/dia
1.44	x' segundos/golpe	1.44	x' segundos/golpe
0.81	Galones/golpe	0.81	Galones/golpe
33.78	Galones/minuto	33.78	Galones/minuto
37.53	Minutos/dia	32.48	Minutos/dia
1267.63	Galones/dia	1097.22	Galones/dia
4798.49	Litros/dia	4153.44	Litros/dia
1984.15	Restante	2629.21	Restante

Tabla 31. Cargas de sangre. *Fuente: Elaboración propia.*

La propuesta de la nueva carga de sangre a los digestores observando que aún se cuenta con sangre suficiente para aumentar el abasteciendo, se calcula a través del peso de los lotes producidos en dicha relación se puede observar en la siguiente tabla que para los digestores 3 y 4 se puede aumentar a 4 minutos de bombeo y para el digestor 6 4.87 minutos que para simplificar la operación se redondea a 5 minutos.

Con este comparativo de la carga, se modifican los litros consumidos a lo que se obtiene un consumo de 4798.49 litros por día, con un restante de 1984.15 litros, a lo que nos lleva a una carga de 511.44 litros por lote producido para los digestores 3 y 4 y 639.3 litros de sangre cargada al digestor 6 por un lote producido.

Relación: Peso de lote - Tiempo de carga de sangre			
	Cocedor 3	Cocedor 4	Cocedor 6
Peso Kg.	1352.09	1326.30	1628.83
No. sacos	33.27	33.42	44.42
"Tiempo actual min."	3	3	3.65
"Tiempo propuesto min."	4	4	4.87

Tabla 32. Distribución de sangre. *Fuente: Elaboración Propia.*

Como la tripa es un subproducto que no fácilmente se agota y debido a esto se utiliza de igual forma en la receta 5, para la receta 1 se calculó de acuerdo a la relación del peso promedio de los lotes producidos según se muestra en la tabla 33, determinando que para los digestores 3 y 4 se continúe agregando 18 minutos de vísceras con ayuda de los pistones, ilustración 31, mientras que para el digestor 6 se reduzca de 23 minutos que se vierten actualmente a 21.89 minutos, que para la simplificación de la operación se redondea a 22 minutos. Si bien esta materia prima no significaba diferencia en el estudio de medias, se calculó con el fin de homogenizar las propiedades de los deferentes cocedores que producen la receta 1.



Ilustración 31. Pistones de Vísceras. *Fuente: Elaboración propia.*

Relación: Peso de lote - Tiempo de carga de viscera			
	Cocedor 3	Cocedor 4	Cocedor 6
Peso Kg.	1352.09	1326.30	1628.83
No. sacos	33.27	33.42	44.42
Tiempo actual min.	18	18	23.00
Tiempo propuesto min.	18	18	21.89

Tabla 33. Carga de Vísceras. *Fuente: Elaboración propia.*

5.1.3 DISTRIBUCIÓN DE CASCARON.

Como se pudo observar en los resultados bromatológicos completos, el calcio es uno de los factores que más variación mostraban, esto es causado al ingreso de los subproductos provenientes de las incubadoras, los cuales son, los cascarones, los huevos no eclosionados y la mortandad de incubadora.

Este subproducto llega en isotanques con un promedio de llegada de 39:43 horas y es depositado en la tolva destinada al cascaron, por lo que se obtuvo el promedio de lotes producidos de receta 5 producidos durante ese lapso de tiempo, a los que nos arroja: 5 lotes para el cocedor 1, 4 lotes para el cocedor 2 y 7 lotes para el digestor Jumbo. Con esta información, la carga del isotanque debe ser repartida de forma equitativa al total de los 16 lotes producidos de la receta 5. Dicha información se resume en la siguiente tabla.

Cascaron Febrero - Abril	
Tiempo promedio de llegada	39:43:00
Lotes cocedor 1	5
Lotes cocedor 2	4
Lotes cocedor Jumbo	7
Total de lotes	16

Tabla 34. Carga de cascaron. *Fuente: Elaboración propia.*

Para la explicación grafica se reutilizo el modelo elaborado en SketchUp, en el cual de ocupo la tolva de cascaron y fue dividida en 16 secciones iguales, tal como se muestra en la ilustración 32, para que el personal pudiera distinguir las secciones que debían ser cargadas a cada lote producido y con esto generar uniformidad en el calcio aportados a la receta 5.

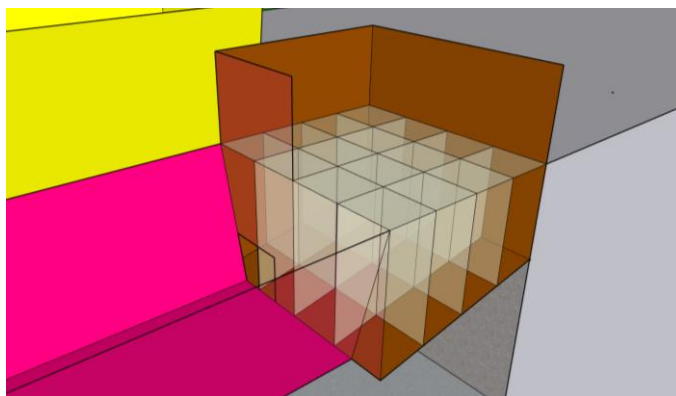


Ilustración 32. Diseño de cargas para cascaron. *Fuente: Elaboración propia.*

5.1.4 SIMULACIÓN MONTECARLO.

El proceso de la receta numero 5 no se presenta como un proceso moldeable a una estandarización, ya que él está detonado por la oferta de la materia prima, es decir se carga de la materia prima disponible, por lo que genera que sea difícil de medir, sin embargo, aquí se detectó que existe la posibilidad de separar la harina de receta 5 de una harina exclusiva de carne o, dicho de otra forma, elaborada exclusivamente con mortandad. La ilustración 33 muestra la descarga de las morteras a la tolva de carga de los digestores que elaboran receta número 5 de harina.



Ilustración 33. Mortera. *Fuente: Elaboración propia.*

[illegible]

Con dichos datos se generaron 10,000 números aleatorios y un total de 100 réplicas, obteniendo como resultado la tabla 35, donde podemos observar que a las 6 de la mañana encontramos la descarga de un 7% de las unidades, en dicho horario podría este recurso tomarse como complemento para cargar los digestores pendientes, ya que en el turno nocturno como no se realiza el proceso de matanza en la planta procesadora de aves, se observa que el comportamiento de las tolvas de almacenaje de materia prima tienden a vaciarse, esto sucede hasta las 6 de la mañana que inicia nuevamente el proceso de matanza y se reanuda la carga de las

tolvas de materia prima, es por ello que ese 7% podemos considerarlo como complemento de la carga de un digestor disponible.

Sin embargo, en el horario comprendido entre las 09:00 y las 15:00 tenemos el 84.32% del total de las unidades que descargan la mortandad en los digestores, y es aquí donde se abre una ventana de 6 horas para poder controlar la carga de los digestores, llenándolos exclusivamente de mortandad y hacer separar la mortandad del resto de los tipos de subproductos y con ellos generar un control el proceso de la obtención de harina exclusivamente de mortandad, tabla 35.

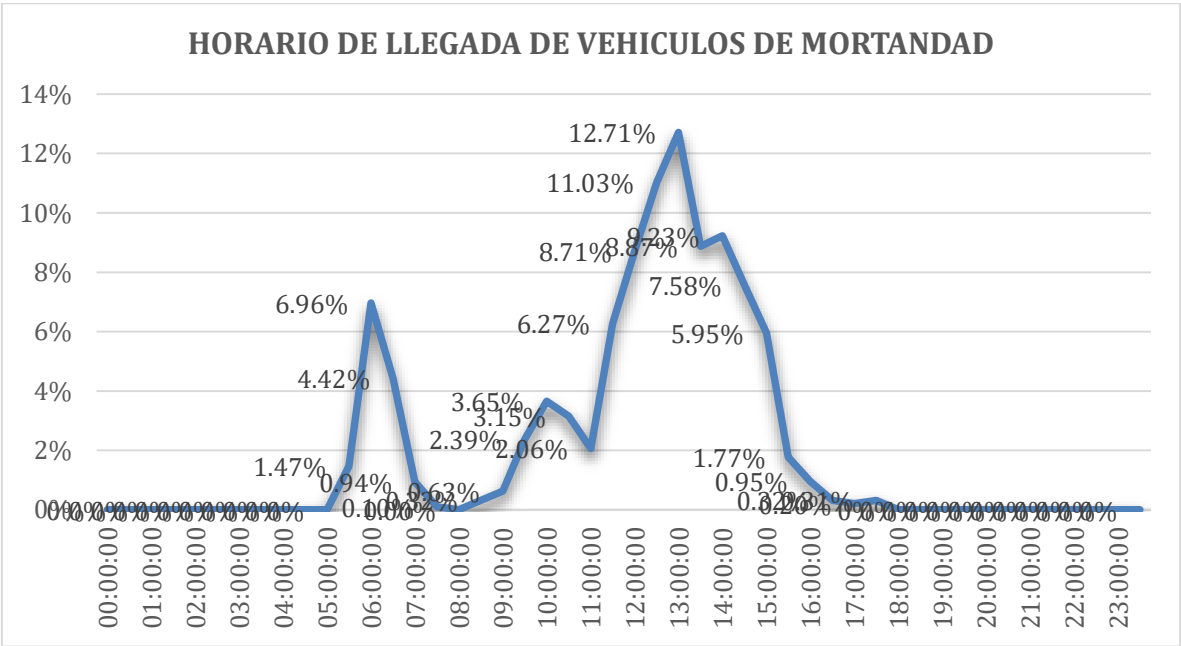


Tabla 35. Horario de morteras. *Fuente: Elaboración propia.*

Este proceso desde nuestro punto de vista es factible ya que la carga de las demás materias primas que son depositadas en dicha tolva pueden programarse por horario de descarga ya que si bien el decomiso del proceso de despiece de las aves maquiladas (hígados, patas, cabezas, hueso de pechuga) se transportan hasta la planta en canastillas como se muestra en la ilustración 34. Sin embargo, por cuestiones de políticas de la empresa, esta propuesta solo fue tomada en cuenta como sugerencia.



Ilustración 35. Canastillas de decomiso. *Fuente: Elaboración propia.*

5.1.5 CARTAS DE CONTROL XR.

Para respuesta a los parámetros que debían tener las propiedades bromatológicas en los procesos de las recetas 5 y 1 correspondientes a la humedad, proteína y grasa, se decidió llevar a cabo el cálculo de los límites dado que la empresa no contaba con especificaciones establecidas y que no hay norma técnica que defina dichos parámetros, por lo que se decide construir la carta XR y tomar como especificaciones, las dadas por dicha carta obtenida con el apoyo del software Minitab en el cual se ingresaron los datos recolectados del histórico de los resultados de los bromatológicos con los que se realizó el análisis de la información, dando como resultado la siguiente tabla que de forma general presenta los límites de cada propiedad correspondientes al tipo de receta elaborada para cada lote.

Cartas de control XR Marzo - Mayo				
	LCS	X	LCI	Receta
Humedad	11.6	6.99	2.37	1
Grasa	24.37	19.96	15.54	
Proteína	73.93	66.04	58.15	
Humedad	7.48	5.09	2.7	5
Grasa	24.84	21.07	17.3	
Proteína	65.24	59.38	53.53	

Tabla 36. Cartas XR. *Fuente: Elaboración propia.*

Para la receta 1 una vez analizada la diferencia de medias, tomando en cuenta únicamente los digestores 3 y 4, en el parámetro nutrimental correspondiente a humedad, tenemos que los parámetros LCI y LCS son de 2.37% y 11.6% de humedad con una media de 6.99%.

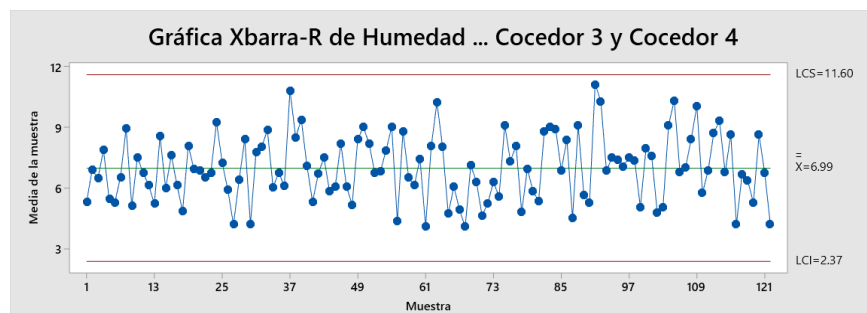


Tabla 37. Humedad receta 1. *Fuente: Elaboración propia.*

Para la receta 1 una vez analizada la diferencia de medias, tomando en cuenta únicamente los digestores 3 y 4, en el parámetro nutrimental correspondiente a proteína, tenemos que los parámetros LCI y LCS son de 58.15% y 73.93% de proteína con una media de 66.04%.

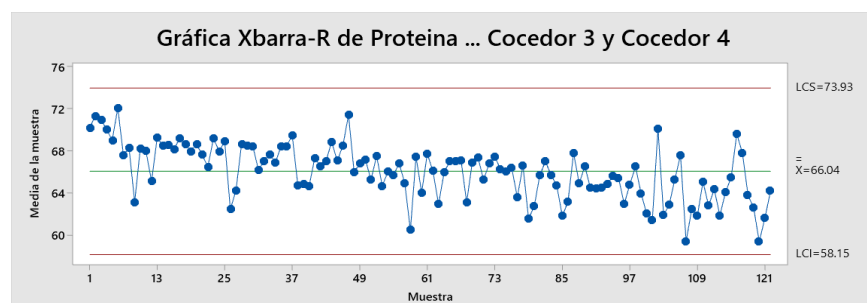


Tabla 38. Proteína receta 1. *Fuente: Elaboración propia.*

Como en los digestores 3, 4 y 6 en el rubro de grasa, no se encontró diferencia significativa entre sus medias, se graficaron los datos de los tres digestores dando como resultado un LCS de 24.37% y un LCI de 15.54% con una media de 19.96% de grasa.

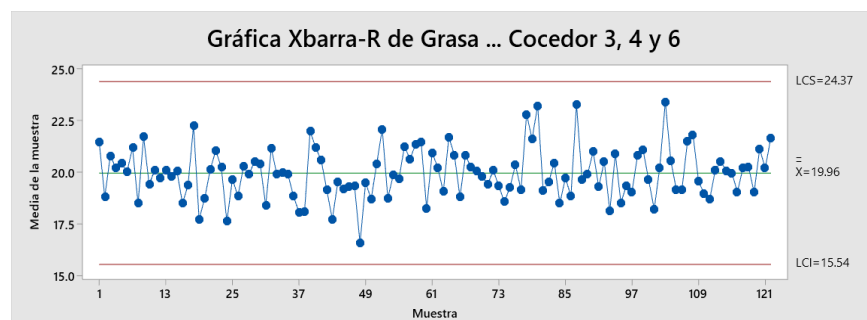


Tabla 39. Grasa receta 1. *Fuente: Elaboración propia.*

Para el caso de la receta numero 5 contemplando los digestores Jumbo, 2 y 1, en la propiedad de proteína, el software nos arrojó un LCI de 53.33% y el LCS de 65.24% con una media de 59.38%

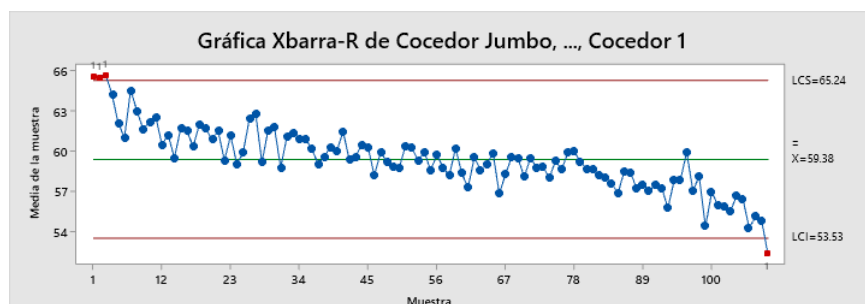


Tabla 40. Proteína receta 5. *Fuente: Elaboración propia.*

Para la receta 5 una vez analizada la diferencia de medias, tomando en cuenta los digestores 1, 2 y Jumbo, en el parámetro nutrimental correspondiente a humedad, tenemos que los parámetros LCI y LCS son de 2.7% y 7.4% de humedad con una media de 5.1%.

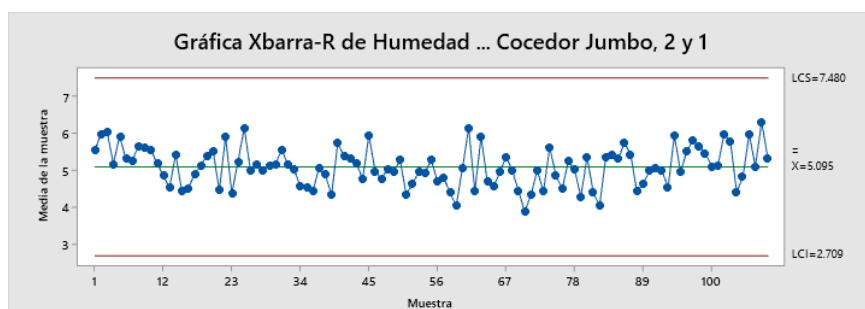


Tabla 41. Humedad receta 5. *Fuente: Elaboración propia.*

Como en los digestores 1, 2 y Jumbo en el rubro de grasa, no se encontró diferencia significativa entre sus medias, se graficaron los datos de los tres digestores dando como resultado un LCS de 24.8% y un LCI de 17.3% con una media de 21% de grasa

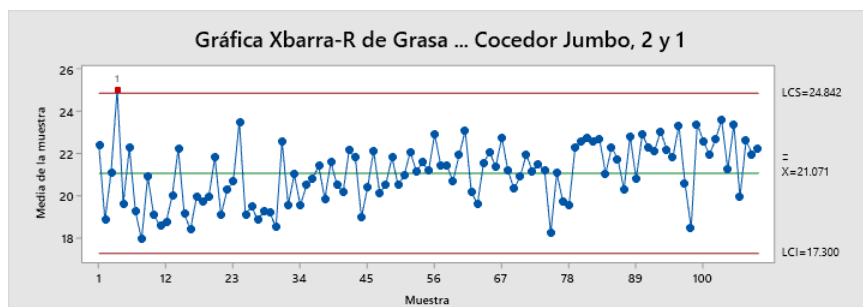


Tabla 42. Grasa receta 5. Fuente: *Elaboración propia.*

Los parámetros que desea el proveedor deben ser definidos por el mismo y de esta forma tomar las acciones necesarias en el proceso para que este pueda disminuir su variación y mejorar el valor de la media inclinando la elaboración de harina hacia un proceso de estandarización. Por otra parte, los datos presentados representan el estado actual del comportamiento de las propiedades nutrimentales de los lotes, dando como punto de partida los resultados presentados.

5.1.6 SIMULACIÓN DISCRETA.

En el análisis del diagrama de flujo del proceso se detectó que existen dos cuellos de botella en él, uno se encuentra en las tolvas donde se descarga la harina de los digestores y el otro existe en las prensas expeller. Para ello con ayuda del software SIMIO se simulará el escenario actual en comparación con un escenario que nos pueda proporcionar fluidez en el flujo de proceso.

En el primer caso tenemos las tolvas de descarga de harinas al término del proceso de transformación de la materia en los digestores, como podemos observar en la ilustración 37, dos lotes que fueron vaciados sobre la tolva y que se encuentran en espera de ser transportados por el transportador sin fin, hacia la zaranda que es la etapa siguiente. En la ilustración 36 simulamos la posible solución a este problema, ya que remplazar la tolva representa un impacto de inversión significativo, se propone el aumento de esta tolva al realizar una añadidura en la parte superior de esta, aumentando su capacidad para almacenar los dos lotes de harina que descargan sobre ella y se evite la contaminación entre ellos.

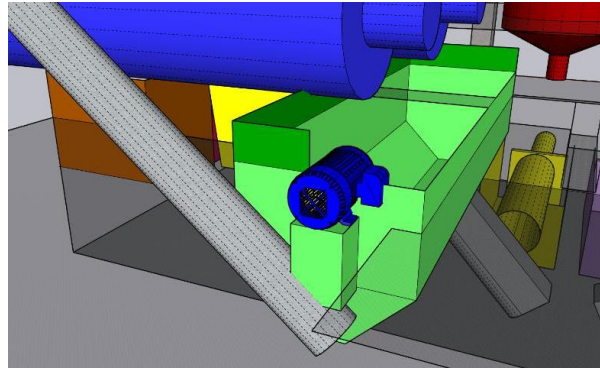


Ilustración 36. Tolva 3 y 4. *Fuente: Elaboración propia.*



Ilustración 37. Tolva mezcla de harina. *Fuente: Elaboración propia.*

Como segundo punto podemos observar en la ilustración 39 que para el prensado de los lotes producidos por los digestores 1, 2, Jumbo y 6, solo contamos con dos prensas expeller que se encuentra ya deterioradas por el tiempo de servicio que han aportado, aquí se genera un cuello de botella a la hora del mantenimiento o en caso de paro por falla de alguna de ellas. En la ilustración 38 se propone colocar una prensa más y así disminuir el tiempo de ocupación de las dos actuales, aportando espacio para el posible paro por mantenimiento de alguna de ellas sin ocasionar un cuello de botella en el flujo del proceso.

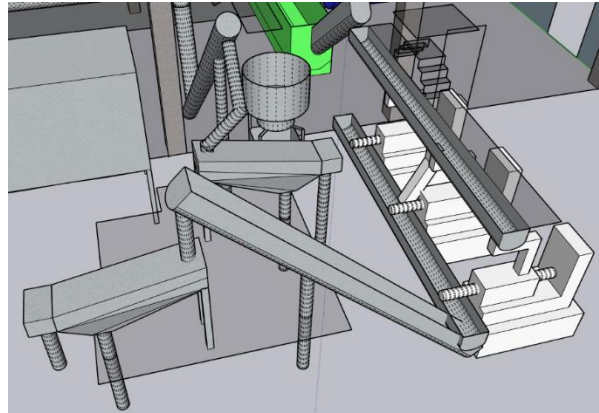


Ilustración 38. Expeller 3. *Fuente: Elaboración propia.*



Ilustración 39. Expeller. *Fuente: Elaboración propia.*

Se realizó, según los datos recolectados de la bitácora diaria de producción, el análisis de los tiempos con ayuda del software STAT FIT.

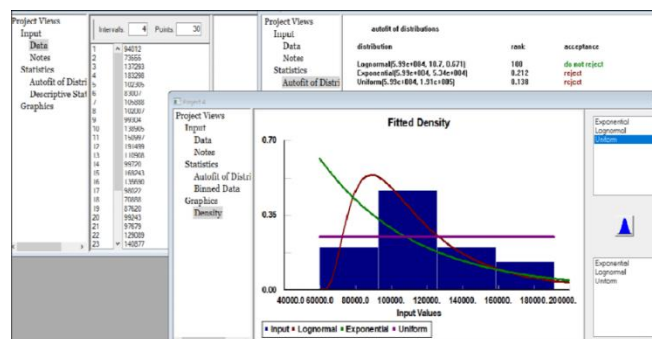


Ilustración 40 STAT FIT *Fuente: <http://promodel.com.mx/stat-fit/>*

Con el fin de obtener el tipo de distribución que corresponde a cada uno de los siguientes comportamientos:

- La duración de procesamiento de la materia prima en cada uno de los digestores para determinar la cantidad de minutos de la materia prima dentro de ellos.
- El tiempo de procesamiento de cada lote de receta 5 en las prensas expeller, para obtener la duración que requiere el extraer el aceite de cada descarga de los digestores 1, 2 y Jumbo.
- El tiempo que demora cada lote en pasar por las zarandas, para conocer el tiempo que demora pasar por las cribas, cada uno de los lotes de receta 1, obtenida de los digestores 3 y 4.

Agregados los datos en el software, los resultados de las distribuciones fueron las siguientes.

Receta 5			Receta 1		
Proceso	Distribución	Tiempo	Proceso	Distribución	Tiempo
Cocedor 1	Normal	393, 59.1	Cocedor 4	Uniforme	400, 700
Cocedor 2	Normal	573, 88.3	Cocedor 3	Normal	581, 58.8
Cocedor Jumbo	Uniforme	270, 385	Zaranda	Normal	93.4, 25.1
Cocedor 6	Uniforme	340. 480			
Prensa Expeller	Exponencial	90, 32.4			

Tabla 43. Distribuciones. Fuente *Elaboración propia.*

Línea de Producción receta 1.

Como la materia prima rebasa la capacidad de los digestores, se ingresó una llegada continua de las entidades que representa cada kilo de materia prima, del inicio a la tolva de materia prima, aquí se realiza un almacenamiento sin límite ya que no tenemos problema con el abastecimiento de la materia prima. En la TolvaMP se incluyó un vehículo que nos apoyara en agrupar el total de kilos o entidades que

se transportaran a cada uno de los digestores para que estas entidades inicien su procesamiento al mismo tiempo, el vehículo regresa a la TolvaMP a cargar nuevamente y realiza una espera a la disponibilidad de un digestor. Los digestores cuentan con el tiempo de procesamiento según la distribución calculada con el STAT FIT y al termino del procesamiento del lote se realiza la descarga en la tolva de almacenamiento la cual cuenta con una capacidad de 3780 entidades, en la tolva se realiza un almacenamiento indeterminado, en espera de procesamiento de la zaranda la cual trabaja bajo la distribución antes mencionada, para posteriormente finalizar el proceso.

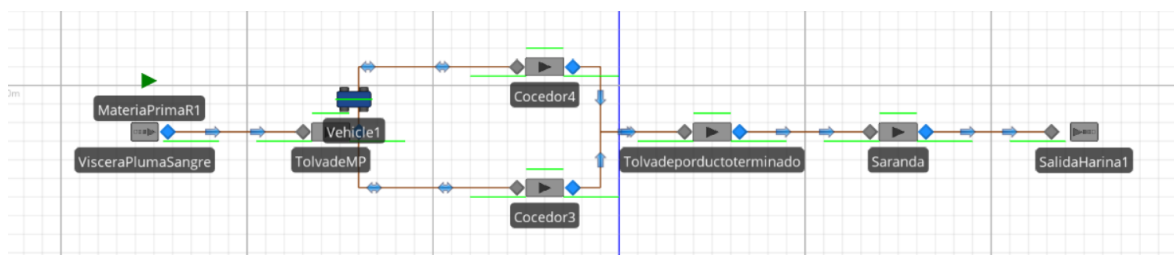


Ilustración 41 Modelo receta 1 *Fuente: Elaboración propia*

En los resultados obtenidos podemos detectar lo siguiente.

- En el estado actual tenemos que en 1 m3 podemos almacenar 360 kg que aproximadamente son 9 bultos de harina de carne, aquí la capacidad de la tolva de producto terminado es de 6.3 m3 por lo que su capacidad en kilogramos es de 2,268 kg. El valor más alto de almacenamiento en la tolva de producto terminado es de 2,678 entidades que equivale al momento en el que se descargan el cocedor 3 y 4 simultáneamente. En este punto el nivel de ocupación de la tolva es de un 118%, por lo que concluimos que sobrepasa en un 18% su capacidad.
- En el escenario donde se propone aumentar el tamaño de la tolva, los metros cúbicos de capacidad suben a 8.2 m3 por lo que su capacidad en kilos es de 2,952 kg. al obtener los resultados posteriores a la ejecución de la simulación, podemos observar que el volumen máximo almacenado es de 2,678 entidades, equivalente a la descarga de los digestores 3 y 4 simultáneamente. En este escenario nuestro nivel de ocupación disminuye a un 90%, por lo que se puede demostrar que disminuye un 28% de su

capacidad, dando oportunidad de controlar la contaminación de los lotes que se descargan en la tolva.

Los resultados descritos en los puntos anteriores se describen en la tabla 44.

Simulación	m3	Capacidad 360 kg/m3	Entidades	% de ocupación
Actual	6.3 m3	2,268 kg	2,678	118%
Propuesta	8.2 m3	2,952 kg	2,678	90%

Tabla 44. Resultados receta 1. Fuente: *Elaboración propia.*

Línea de producción receta 5.

Para la línea de producción de la receta número 5 se utiliza la materia prima disponible para cargar los digestores, por lo que en cuestión de materia prima no existe desabasto por lo que esta entidad no cuenta con un tiempo determinado de llegada, posterior a esto agregaron 3 vehículos, el 1° transporta la materia prima a los digestores 1 y 2, el 2° transporta la materia prima al digestor Jumbo y el 3° transporta la materia prima a digestor 6. Cada vehículo tiene la capacidad de carga de acuerdo a la capacidad de producción de los digestores. Posterior a esto se descarga la harina en la tolva de harina y pasa a la prensa expeller, donde se tomaron en cuenta dos estaciones de trabajo para posteriormente finalizar el sistema.

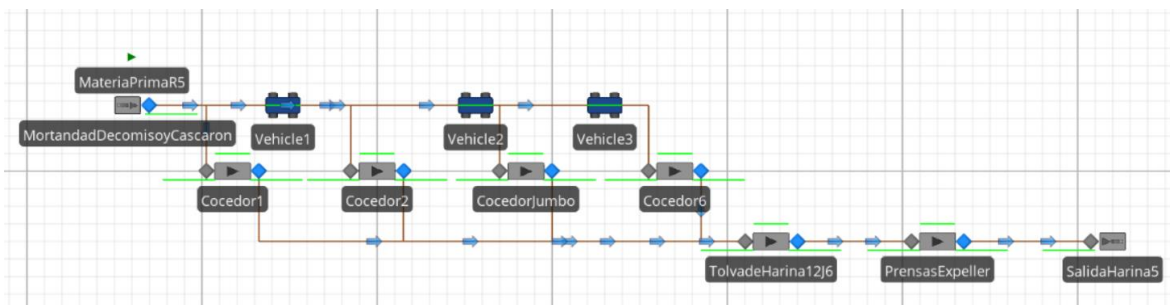


Ilustración 42. Modelo receta 5. Fuente: *Elaboración propia.*

Los resultados arrojados por el tiempo laborado de los expeller se muestran en la tabla 45, los cuales fueron, con dos estaciones de trabajo 23.47 horas que

representan el 98.8% del total de horas al día que trabajan los equipos, procesando un total de 9,675 unidades cada uno. al modificar el proceso y aumentar una estación de trabajo más a las prensas expeller el tiempo de ocupación de estas disminuyo, a 15.64 horas equivalentes al 65.2% de horas laboradas al día, procesando 6,450 unidades diarias c/u. Como se puede observar el número de horas disminuyo, lo que da espacio a tener un mejor manejo del proceso, así como a prevenir el cuello de botella ocasionado por la falla de alguna de las prensas.

Simulación	No de Expeller	Horas de trabajo de cada Expeller / día	Entidades / Prensa Expeller	% de trabajo por día
Actual	2	23.47 Hrs.	9,675 Entidades	97.79%
Propuesta	3	15.64 Hrs.	6,450 Entidades	65.16%

Tabla 45. Resultados receta 5. *Fuente: Elaboración propia.*

5.2 CONCLUSIONES.

Los objetivos planteados en la hipótesis se llevaron a cabo ya que los resultados bromatológicos en los meses analizados no representan una variación significativa en las propiedades de proteína y grasa, según el tipo de receta correspondiente al cocedor que elaboró el lote. En cuestión de humedad, se debe reforzar la planificación de operaciones dentro del turno para mejorar el control del tiempo de secado de los cocedores.

Los cuellos de botella generados en la línea de producción fueron resueltos, demostrando con ayuda de la simulación discreta, al introducir un aumento en las medidas de la tolva de harina y aumentando una prensa más para la extracción de aceite, mejorando el flujo de la producción.

Es necesario realizar un análisis periódico de los datos involucrados en el departamento (materias primas y bitácora diaria) que ayude a una toma de

decisiones para la optimización de las operaciones y detención de amenazas dentro del sistema.

Se recomienda adoptar una mentalidad de pirámide de residuos iniciando por la prevención y control de los residuos de los diferentes sistemas y posterior a esto continuar con la reutilización de dichos desechos, ya que, al ser un sistema detonado por la oferta de la materia prima, el cliente “Planta de harina y aceite”, debe solicitar una estandarización en cuanto a la calidad y cantidad de la materia prima recibida y con esto iniciar el control del proceso interno. Que, con ayuda de proyectos dirigidos a la logística interna de cada una de las materias primas, se continúe con la mejora de un proceso controlado.

Los parámetros establecidos según las normas halladas no hacen referencia a las propiedades de la harina de carne, éstas están basadas en el tiempo, temperatura y presión a la que son sometidas las materias primas dentro del digestor. Analizando el proceso actual en comparación a dichas variables, se puede concluir que el proceso cumple con lo establecido.

Por último, atacando el tema de las propiedades de la harina de carne, éstas deben ser acordadas en la relación cliente-proveedor, ya que de otra forma se recomienda el procesamiento por separado de cada una de las materias primas y con ello obtener las propiedades correspondientes, con las que se ofertara el producto dejando al cliente la responsabilidad de la elección que satisfaga sus necesidades.

Comparativo de conclusiones		
Herramientas	Problemática	Solución
Análisis de las propiedades.	Se presenta la problemática de la variación de las propiedades entre los lotes de harina, con un intervalo de proteína del 47% a un 79%	Se establece que entre las propiedades de los lotes de harina no se encuentra una diferencia significativa que demuestre que hay una variación en la elaboración de los lotes. Con un intervalo de proteína en receta 1 del 66.05% a un 67.18% y en receta 5 de un 59.09% a un 59.49%.

Formato para la recolección de datos.	El formato para la recolección de los datos que describen el proceso de producción de cada lote, no contiene lo necesario para realizar una descripción precisa.	Se implementa un nuevo formato que ayudara a la adecuada recolección de los datos de elaboración de los lotes que sirve para el estudio realizado y para posteriores análisis del proceso.
Manual de procedimiento.	El proceso no contaba con un manual que describa a detalle las actividades a realizar para la producción de los lotes de harina, por lo que había una variación en las operaciones entre los operadores de los tres turnos.	Se realiza un manual de procedimiento basado en las actividades realizadas, respaldándolo con los parámetros correctos de operación requeridos por la normativa, incluyendo un proceso para el producto no conforme. Y con ello estandarizar la operación realizada en los tres turnos.
Suministro de materia prima	La carga de los digestores no es proporcional con forme a la capacidad de producción.	Se analiza el volumen de carga de los cocedores y se propone una correcta distribución y carga de la materia prima hacia los digestores, aportando los siguientes valores de carga: Para receta 1: - Visceras: Digestor 3 y 4, 18 minutos y para digestor 6, 22 minutos. - Sangre: Digestor 3 y 4, 4 minutos y para digestor 6, 5 minutos. Para receta 5: - Una carga de materia prima de incubadora, dividida en 16 lotes de harina.
Simulación Montecarlo	Se mezclan diferentes tipos de subproductos en la tolva de mortandad y con esta mezcla se cargan los digestores que elaboran harina de receta 5, haciendo un proceso no controlado.	Se determina el espacio de tiempo de 09:00 horas a 15:00 horas, espacio en el que llegan de las morteras, para destinar la tolva de mortandad a solo este tipo de materia prima y con ello obtener un proceso controlado.

Cartas de control XR	No se cuenta con un punto de partida para los parámetros de las propiedades de la harina. Solo se plantea la disminución del intervalo entre los límites.	Con ayuda de las cartas de control XR obtenidas en Minitab, se proponen parámetros de inicio para el estudio del comportamiento de las propiedades de los lotes de harina de carne los cuales son: Receta 1 • Humedad (LCS=11.6, $\bar{X}$=6.99, LCI=2.37) • Grasa (LCS=24.37, $\bar{X}$=19.96, LCI=15.54) • Proteína (LCS=73.93, $\bar{X}$=66.04, LCI=58.15) Receta 5 • Humedad (LCS=7.48, $\bar{X}$=5.09, LCI=2.7) • Grasa (LCS=24.84, $\bar{X}$=21.07, LCI=17.3) • Proteína (LCS=65.24, $\bar{X}$=59.38, LCI=53.53)
Simulación discreta	Se cuenta con cuellos de botella en el proceso que propician la mezcla de los lotes y así favorece la variación de las propiedades de los lotes.	Realizando la modelación en SIMIO de los cuellos de botella detectados se encuentra la solución para disminuir el tiempo de espera de la harina a lo largo del proceso mejorando el proceso en: • La capacidad de la tolva de descarga de los digestores a un 90% con dos lotes de harina dentro, esto permite que ese 10% mantenga la separación entre ambos lotes y evite que se mezclen. • Introducir una prensa expeller al proceso genera una reducción de la ocupación de las existentes de un 97.79% a un 65.16% dando oportunidad a la reparación o

		mantenimiento de alguna de ellas y disminuyendo el tiempo promedio de proceso de 1.92 horas a 1.26 horas equivalente a un 34% en el tiempo de proceso en dicha estación.
Recomendaciones	Existen diversas zonas que no son analizadas por la ceguera de taller.	Se proponen soluciones a las áreas que requieren atención en el proceso y se propone una nueva restructuración del método de operación.

Tabla 46. Comparativo de conclusiones. *Fuente: Elaboración propia.*

5.3 RECOMENDACIONES.

1. Reemplazo de la banda transportadora de pluma por un transportador sin fin, ya que esta transportadora se atasca mucho por el peso y requiere de contante mantenimiento debido a que el material de ella es plástico. En este punto con facilidad se puede realizar un trabajo de investigación ya que requiere de conocimiento e investigación acerca de dichos trasportadores y el cálculo del tambo del sin fin, el grosor del material, la potencia del motor, etc. Por ello lo veo como una gran oportunidad de mejor. En la imagen inferior se muestra la banda actualmente colocada, y al costado se muestra una ilustración elaborada que simula un transportador sin fin desde el término del separador de agua hasta la prensa de pluma.

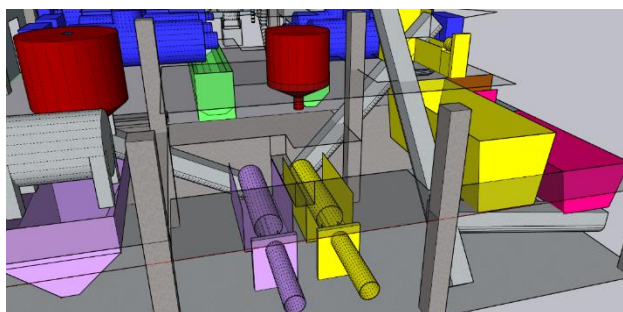


Ilustración 43. Sinfín de pluma. *Fuente: Elaboración propia.*



Ilustración 44. Transportador de pluma. *Fuente: Elaboración propia.*

2. La sangre es un subproducto que es recolectado en una tolva y enviado por bombeo hasta el tanque de sangre líquida, sin embargo, como coagula rápidamente, en la tolva donde es recolectada, se despegan los coágulos con agua y esta agua llega de igual forma hasta el tanque de sangre líquida. Dentro de este tanque existen dos fenómenos que perjudican la calidad de la sangre los cuales son la coagulación y la sedimentación. Y por supuesto cuando es bombeada esta sangre hacia los digestores no se realiza de una forma homogénea lo cual puede considerarse para la variación de la proteína la cual es aportada por esta materia prima. Es por ello que se sugiere que se ingrese un agitador dentro del tanque de sangre líquida que rompa los coágulos y realice una uniformidad de la materia prima. Un ejemplo de dicho agitador se muestra en la imagen siguiente.

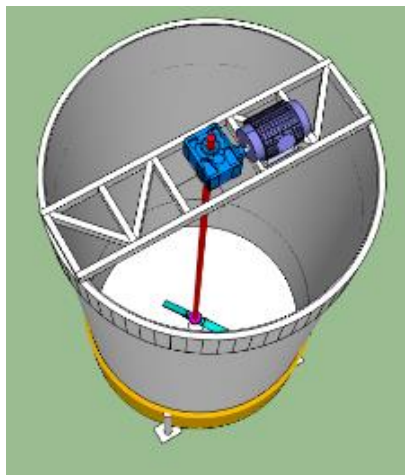


Ilustración 45. Agitador. *Fuente: Elaboración propia.*

3. El control del suministro de la sangre al igual que el abastecimiento de la mortandad pro horario es realizable si se llegara a un acuerdo con el área de matanza, en donde se acorde un horario en el que se bomba exclusivamente la sangre liquida y de aquí llenar el tanque de sangre liquida dentro de la planta de harinas, y al término del horario acordado, realizar el proceso de lavado de la tolva de captación de sangre en el área de matanza, redirigiendo estos coágulos con agua directamente al coagulador que se encuentra dentro de la planta de harina, de esta forma se eliminaría el exceso de agua y por consecuente se mejoraría el control de este suministro.
4. De los ISOtanques no es medible la cantidad de solidos que estos transportan de las incubadoras a la planta de harinas, ya que en el proceso de carga de los ISOtanques se entiende que al igual que los desechos como lo son el cascaron, la mortandad y los huevos no eclosionados, se deposita todo el resultado del lavado de las tolvas de recolección de los subproductos en las incubadoras y al llegar a la planta de harina y abrir el ISOtanque, un gran porcentaje es solo líquido, lo que deteriora el control de la materia prima en la tolva de almacenaje en la planta de harinas, es por ello que se propone que con el departamento correspondiente en las incubadoras mejorar el proceso de carga de los ISOtanques y así mejorar la calidad de esta materia prima.
5. Realizar un proceso de análisis de tiempos y movimiento del lavado de canastillas que se desocupan posterior a la descarga de los subproductos del proceso de despiece del pollo maquilado, ya que aquí se observa que se ocupa el tiempo de una persona que no es supervisada y puede demorar hasta un turno completo en solo el lavado, desatendiendo otras actividades en las que es de mayor necesidad el talento humano.
6. En cada turno se encuentra un operador con cargo de procesador, este se encarga de coordinar las actividades de sus compañeros a lo largo del turno, sin embargo, esa responsabilidad es atacada a base de conocimientos

empíricos, es por ellos que se recomienda realizar capacitaciones a los procesadores con temas de planeación de operaciones (Gantt, diagrama de flujo, checklist o elaboración de formatos) que faciliten su planeación de actividades.

7. El personal que tiene un límite de tiempo en su contrato se le conoce como externo y dicho externo se dirige a realizar actividades complementarias al proceso, sin embargo en los dos primeros turnos del día por la cantidad de trabajo se requiere de mayor personal dentro del proceso para realizar las actividades correspondientes a la transformación de la materia prima, es por ello que se recomienda disponer en los primeros dos turnos de un externo que cubra la necesidad existente de limpieza, cubre descansos o inasistencias, da espacio para le TPM y anticipar capacitación de nuevo personal.
8. Una vez llegada la pluma a la prensa de pluma, a esta se le exprime el exceso de agua que transporta para posteriormente caer por gravedad a la tolva de almacenamiento de pluma, sin embargo por el exceso de pluma que se acumula en la tolva el conducto que donde se drena el agua extraída de la pluma, es golpeado constantemente provocando que se mueva de posición y el agua en vez de ser dirigida al drenaje nuevamente cae sobre la pluma, ocasionando que esta se moje ganando peso y provoque el deterioro de los transportadores sin finque se encuentran debajo de la pluma. Por esta razón se propone realizar un corte en el conducto y redireccionando de la forma que se muestra en la ilustración siguiente.



Ilustración 46. Tubo de pluma. *Fuente: Elaboración propia.*

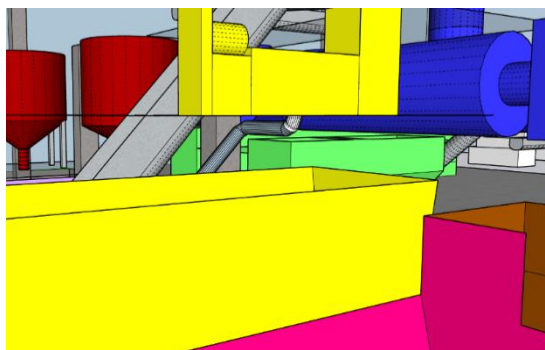


Ilustración 47. modelo de tubo de pluma. *Fuente: Elaboración propia.*

9. Evaluar embazado el impacto la implementación de embazado de la harina dentro de contenedores big bags exclusivos para el cliente Alpesusr, esto permitirá analizar la reducción del tiempo de embazado y la carga y descarga de las unidades, disminuyendo de igual forma la fatiga por esfuerzo generada al movilizar saco por saco en cada uno de los lotes.
10. En la planta de harinas se cuenta con un secador de harina que actualmente se encuentra fuera de servicio y es por ello que en la receta 5 donde se ocupa la pluma, posterior al proceso de hidrolisis se lleva a cabo un proceso de secado directo, sin embargo, dicho proceso es específico de un secador lo cual puede disminuir el tiempo de proceso. Es por ello que se sugiere ponerlo en marcha y destinar los digestores 3, 4 y 6 al proceso de hidrolisis y al término de este descargar la materia prima y transportarla al secador generando añadiendo como modificación al proceso sustituir la receta 5 que consta de vísceras, pluma y sangre a un proceso de receta 7 en el cual solo se procese la pluma y sangre, elevando el control y manejo los lotes producidos aumentado su nivel de proteína y disminuyendo el volumen de grasa que aporta la víscera. En la imagen siguiente se muestra el secador fuera de servicio.



Ilustración 48. Secador de pluma. *Fuente: Elaboración propia.*

11. Actualmente en la planta de harina se está realizando una ampliación donde se pondrán en marcha dos digestores nuevos, con la capacidad de procesar la grasa que aporta la víscera es por ello que se recomienda cargar estos solo con una mezcla de vísceras, y un triturado homogéneo que incluya el decomiso y las demás materias primas no controladas (solido de aceite, materia prima de depósitos, harina) y así mantener este proceso bajo un control exclusivo para dichas materias primas.
12. Por último, resta recomendar la asignación de la mortandad a los digestores 1, 2 y Jumbo, con el proceso de secado directo y en conjunto con el análisis de la simulación Montecarlo, mantener un proceso de secado directo solo para harina de carne y con una investigación futura realizar los análisis correspondientes para mantener bajo control los procesos anteriores mencionados y este último.

IX. BIBLIOGRAFIA.

1. ANIMALES, A. P. (2006). *NMX-Y-012-SCFI-2006*. SECRETARIA DE ECONOMIA .
2. ANTONIO, S. (2022). *POLLO SAN ANTONIO* . Obtenido de <https://pollosanantonio.com.mx/>
3. Belda, C. F. (2009). *LOS MODELOS DE SIMULACIÓN: UNA HERRAMIENTA MULTIDISCIPLINAR DE INVESTIGACIÓN*.
4. Blasco, A. F. (2014). *Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos*.
5. Bourlot, M. (2018). *Planta de subproductos avícolas FADEL* .
6. C. Dennis Pegden, P. (2009). *An Introduction to Simio®*.
7. Cayo, N. M. (2013). *MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA FÁBRICA DE HARINA DE SANGRE* .
8. Costa, R. R. (2016). *Estudio de prefactibilidad para la instalacion de una planta de elaboracion de un complemento alimenticio en polvo a base de harina de sangre de pollo y cacao*. Lima, Perú.
9. Espinoza, G. R. (2015). *Diseño de un proceso para la produccion de harina de carne, visceras y hueso a partir de aves de descarte*.
10. FEDNA. (2012). *Harina carne de aves*. España. Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-carne-de-aves
11. FEDNA. (2012). *Harina de huevo*. España. Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-huevo
12. FEDNA. (2012). *Harina de plumas hidrolizada*. España. Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-plumas-hidrolizada-actualizada-nov-2012
13. FEDNA. (2012). *Harina de sangre spray*. España. Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-sangre-spray
14. FEDNA. (2012). *Subproducto matadero de aves*. Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/subproducto-matadero-de-aves
15. García, M. A. (2006). *Estudio de factibilidad de una fabrica productora de harina vial a partir de pluma de pollo*. Guayaquil, Ecuador .

16. Gomez, Y. C. (2019). *Automatizacion de un proceso de coccion en una planta avicola de harinas* . Colombia.
17. Llamocca, R. P. (2020). *VALOR NUTRITIVO DEL SUBPRODUCTO Y HARINA DE SANGRE AVÍCOLA Y EFECTO EN LA PERFORMANCE DE JUVENILES DE PACO (Piaractus brachypomus)*” .
18. Loja, G. M. (2016). *Queratina a partir de la hidrolisis enzimatica de harina de plumas de pollo, utilizando queratinasas producidas por Bacillus subtilis*. Ecuador .
19. Mamani, N. U. (2004). *SIMULACIÓN Ingeniería Sistemas de Información*.
20. Masco, A. C. (2016). *Estudio de Factibilidad para Optimizar la Producción de Harina de Plumav Hridrolizadas de Pollo en la Empresa Procinsur SRL*. Arequipa, Perú.
21. Pastor, F., Alzamora, A., Mendoza, G., Monteza, D., & Rosales , R. (2018). *DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE HARINA A BASE DE PLUMAS DE POLLO EN LA EMPRESA DISTRIBUIDORA AVÍCOLA EL GALPÓN E.I.R.L.*
22. Pereja, M. M. (2010). *Manejo y procesamiento de la gallinaza*. Colombia.
23. ROCA, Y. P. (2014). *ANALISIS ECONOMICO DEL PROCESO DIGESTOR DE LOS RESIDUOS SOLIDOS Y LIQUIDOS, EN LA PLANTA AVICOLA EL MADROÑO S.A* .
24. SAGDRPA. (2001). *NOM-060-ZOO-1999*.
25. Santa, C. A. (2015). *Diseño del sistema de trazabilidad para el proceso de fabricacion de harina de plumas y sangre*. Colombia.
26. Strack, F. A. (2020). *Determinacion de la mejor tecnologia para el procesamiento de subproductos*.
27. Train, K. E. (2009). *MÉTODOS DE ELECCIÓN DISCRETA CON SIMULACIÓN*.
28. Valdicia, R. A. (2015). *Harina de desperdicios*. Perú.