



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Programación lineal para maximizar las utilidades en la  
fabricación de harina de pescado, empresa JADA S.A.C -  
CHIMBOTE 2019”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

Carrillo Rojas, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0003-2196-4805)

Mondragon Soto, Yeremi Fransua (ORCID: 0000-0003-0701-4934)

**ASESOR:**

Dra. PEREZ CAMPOMANES, María Delfina (ORCID: 0000-0003-4087-3933)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

**CHIMBOTE-PERÚ**

**2019**

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Índice de contenidos.....	ii
Índice de Figuras.....	iii
Índice de Tablas.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	7
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	7
2.2 Población y muestra.....	7
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad....	8
2.4 Procedimiento.....	9
2.5 Método de análisis de datos.....	9
2.6 Aspectos éticos.....	9
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
IV. CONCLUSIONES.....	17
V. RECOMENDACIONES.....	18
REFERENCIAS.....	19
ANEXOS.....	25

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Producción de harina de pescado - I temporada.....	10
<b>Figura 2:</b> Reporte utilidades de harina de pescado - I temporada. ....	11
<b>Figura 3:</b> Situación actual de la producción y las utilidades de harina de pescado. ....	11
<b>Figura 4:</b> Simulación de modelo matemático en WinQSB 2.0 .....	13
<b>Figura 5:</b> Solución óptima tomado en modelo de simulación WinQSB 2.0.....	13
<b>Figura 6:</b> Planteamiento de variables del modelo matemático en Solver Excel. ....	14
<b>Figura 7:</b> Aplicación del modelo matemático en Solver Excel. ....	14
<b>Figura 8:</b> Propuesta de relación de producción y utilidades después de la PL.....	15
<b>Figura 9:</b> Producción de harina de pescado del año 2018. ....	26
<b>Figura 10:</b> Formato del reporte de producción en harina de pescado.....	26
<b>Figura 11:</b> Análisis de composición de la harina de pescado. ....	35

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Método de análisis de datos.....	25
<b>Tabla 2:</b> Validez y calificación del Ing. Agroindustrial, Castillo Martínez Williams. ....	30
<b>Tabla 3:</b> Validez y calificación del Ing. Agroindustrial, Símpalo López Wilson. ....	30
<b>Tabla 4:</b> Validez y calificación del Ing. Industrial, Ruiz Gómez Percy.....	30
<b>Tabla 5:</b> Consolidación de la calificación de expertos. ....	31
<b>Tabla 6:</b> Escala de validez del instrumento Máster Bloc.....	31
<b>Tabla 7:</b> Validez y calificación del Ing. Industrial, Flores Solís Juan Gerardo. ....	33
<b>Tabla 8:</b> Validez y calificación del Ing. Industrial, Méndez Parodi Raúl.....	33
<b>Tabla 9:</b> Validez y calificación de la Ing. Industrial, Quiliche Castellares Ruth.....	33
<b>Tabla 10:</b> Consolidación de la calificación de expertos.....	34
<b>Tabla 11:</b> Escala de validez del instrumento Cuestionario. ....	34

## RESUMEN

El trabajo de investigación titulado: Programación Lineal para maximizar las utilidades en la fabricación de harina de pescado, empresa JADA S.A - CHIMBOTE 2019, tiene como objetivo determinar la formulación óptima de la fabricación de harina de pescado mediante la programación lineal para maximizar las utilidades en la empresa Jada S.A, Chimbote. El desarrollo de esta tesina tiene como base un modelo matemático que maximice las utilidades de harina de pescado, indicando que se ha tomado como referencia las utilidades de cada tipo de harina, la capacidad máxima de temporada y las cantidades mínimas de cada tipo de harina, indicado por la teoría de programación lineal se obtuvo variables de decisión, función objetivo y las respectivas restricciones, para que esto se lleve a cabo y poder maximizar las utilidades, se aplicó el WimQBS y el Solver Excel, teniendo como un aumento en las utilidades de la temporada estudiada.

En este trabajo se pudo encontrar la formulación óptima de las calidades de harina que corresponden a 1450 TM super prime, 950 TM prime, 400 TM estándar y 200 TM residual obteniendo una utilidad de \$1932500 en la primera temporada.

**Palabras Claves:** Programación lineal, harina de pescado, utilidades, producción.

## **ABSTRACT**

The research work entitled: Linear Programming to maximize utilities in the manufacture of fishmeal, JADA SA - CHIMBOTE 2019 Company, aims to determine the optimal formulation of fishmeal manufacturing through linear programming to maximize utilities in Jada SA, Chimbote. The development of this thesis is based on a mathematical model that maximizes the fishmeal utilities, indicating that the utilities of each type of flour, the maximum seasonal capacity and the minimum quantities of each type of flour have been taken as a reference, indicated by the linear programming theory, decision variables, objective function and the respective restrictions were obtained, so that this is carried out and to maximize profits, the WimQBS and the Solver Excel were applied, having as an increase in the utilities of The season studied.

In this work the optimal formulation of the flour qualities corresponding to 1450 MT super prime, 950 MT prime, 400 MT standard and 200 MT residual was obtained, obtaining a profit of \$ 1932500 in the first season.

**Keywords:** Linear programming, fishmeal, utilities, production.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente las empresas presentan múltiples problemas de producción, ya sea estos por una mala asignación o planificación de recursos para la producción de bienes y servicios. La mala planificación de los recursos genera situaciones conflictivas como el cuello de botella, haciendo que los pedidos tengan una demora en el almacén y los clientes no se sientan satisfechos. Además se generan tiempos muertos por lo que ocasiona que los costos de producción sean mucho mayor, es decir, que se trabaja con una cantidad de mano de obra innecesaria, porque se necesita menos trabajadores de lo que hay, muy aparte las empresas no saben cómo maximizar su producción y a la vez aumentar sus ganancias, no saben qué decisión tomar en cuanto a la mejora de alguno de sus tipo de productos, por ello en esta investigación analizaremos el método de programación lineal para la toma de decisiones.

Se pudo evidenciar en la localidad de Coishco que la Corporación Hayduk S.A, la que se dedica a la elaboración de harina y aceite de pescado, se da origen a grandes cantidades de agua de bombeo con un alto registro de grasas, lo cual sin el proceso de separación apropiada se estaba contaminando el medio ambiente. Para lo que se realizó la investigación de separación con respecto a la proporción de grasas que se encontraban en el agua de bombeo, teniendo en cuenta la programación lineal, para que optimicen el proceso de separación (Silva y Zevallos, 2019, p. 15).

La Empresa Jada S.A está ubicada en Mz B Lt 4-5 Zona industrial Gran Trapecio – Chimbote, dedicada a la producción de harina, aceite y conservas de pescado. Procesan tres tipos de harina de pescado, que son harina residual, prime y super prime, donde desconocen la proporción adecuada a producir de cada tipo de harina para tomar la mejor decisión y lograr maximizar sus utilidades, ya que si lo hacen con cualquier tipo de harina y no es la correcta decisión, estarían generando mayores costos, esto se da por el uso ineficiente de sus recursos y por la falta de conocimiento de los encargados del área de producción, es decir, está que utiliza mano de obra innecesaria, el consumo de energía de las maquinas es mucho mayor, además el tiempo de entrega de sus pedidos tardan más de lo establecido, en lo que se realizará una investigación con el propósito de optimizar los recursos

que se utiliza en el proceso de producción de harina de pescado y así reducir los costos en la empresa. Para lo que utilizaremos el método de programación lineal que nos ayudará a tomar la mejor decisión de cuanto producir con la finalidad de obtener la máxima ganancia, teniendo como función objetivo maximizar la cantidad total de producción de tipos de harina, mientras que las restricciones serian el costo, la producción máxima y mínima a producir de cada tipo de harina. Esto permitirá tomar la mejor decisión para procesar una proporción adecuada según el tipo de harina y lograr aumentar las ganancias, reducir costos y además lograr que los pedidos no presenten retrasos, lo que brindará la máxima satisfacción a los clientes.

Acero (2017) en su tesis “Aplicación del Método Simplex para un modelo en la fabricación de leche y sus derivados en pequeños y medianos productores”, tuvo como objetivo principal plantear un modelo matemático que optimice las utilidades en la producción de leche y sus derivados en pequeñas y medianas empresas. Luego de la aplicación se logró como resultado una utilidad de S/.56557.452. Concluyó que con la utilización de la programación lineal determinó el modelo matemático, que permite la simulación del modelo para producción de leche y sus derivados en pequeños y medianos fabricantes.

Aramburú (2016) en su tesina “Programación lineal para la mejora del proceso de envasado en una empresa de lubricantes” tuvo como objetivo principal implementar un modelo de Programación Lineal y maximizar los valores de sus productos para optimizar el volumen de la producción del cliente, debido a que la situación actual de la empresa en los meses de mayo hasta setiembre tuvieron una producción de 16, 4, 14, 21 y 14 lotes producidos respectivamente, logrando una utilidad de S/.48,063 ; S/.12,143; S/.34,341; S/.63,901; S/.37,621 respectivamente entre mayo y setiembre, es decir logro una utilidad total de S/.196,069 ,mientras que en la aplicación del modelo de programación lineal llegó a obtener un resultado de producción de 20, 6, 20, 21, 17 lotes producidos respectivamente entre mayo y setiembre, y una utilidad de S/.63,123; S/.19,554; S/.68,172; S/.66,613; S/.51,688 , es decir logró una utilidad total de S/ 269,150, lo que se concluyó que el modelo matemático nos permite obtener una utilidad neta de S/.73.081 por encima de los resultados reales.



Conejero (2013) en su trabajo de investigación “Aplicación de la programación lineal a la fabricación de helados”, en la cual detalló el afecto de querer optimizar sus recursos y maximizar su fabricación de sus materias primas para la producción de las distintas gamas de helado, lo cual aplicó un modelo matemático de programación lineal de acuerdo a sus insumos de los distintos sabores de helados, logrando un resultado de la empresa con una producción de 15 kg de menta, 8 kg de chocolate, 16 kg de yogurt y melocotón y 0,75 kg de almendra. Estos datos son importantes para la reducción de stock e inventarios y para tener una demanda satisfactoria.

Reynisdóttir (2012) en su tesis “Modelo de optimización lineal que maximiza el valor de productos de cerdo” tuvo como objetivo principal realizar un modelo matemático que maximice el valor de la carne de cerdo, obteniendo que el tipo de modelo muestra el plan de producción de 4.17 % más que el real en forma de inicio de inventario y compra del proveedor, para lo que se concluyó que el modelo fue realizado para la toma de decisión en la planta, da el momento de cuándo y cuánto producir cada producto para maximizar las utilidades.

Galicia (2013) en su tesis “Modelo matemático determinístico simplex para optimizar los recursos en una distribuidora de materia prima para calzado en la ciudad de Guatemala” tuvo como objetivo principal aplicar un modelo matemático para conocer la combinación óptima de productos y tomar decisiones que brinden la máxima utilidad, lo cual dio como resultado que en el modelo matemático, se estableció una combinación óptima, donde se expresan las ventas que deben realizarse para cumplir con la utilidad máxima en Q \$31,500.00 por lo tanto, se considera la venta de 60 rollos de espuma, 70 rollos de contrafuerte y 110 rollos de forro

Silva y Zevallos (2019) en su tesis “Programación lineal para optimizar separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado. corporación Hayduk s.a. Coishco, 2018.”, tuvo como objetivo principal optimizar la separación de grasas en el proceso de fabricación de harina de pescado mediante el uso de la programación lineal, teniendo como resultado, la determinación de las variables de decisión, asignando a  $X_1$ : harina de pescado y a  $X_2$ : Aceite de pescado , posteriormente formuló su función objetivo mediante la siguiente ecuación  $\text{Max } Z =$

$1\ 114 X_1 + 2\ 678 X_2$ , de la misma manera se determinó las restricciones del modelo de programación lineal como R1: Restricción de Trommel ( $11X_1 + 0X_2 \leq 16$ ), R2: Restricción de trampa de grasa ( $10X_1 + 10X_2 \leq 15$ ), R3: Restricción de DAF 1 ( $9X_1 + 9X_2 \leq 13$ ), R4: Restricción de DAF 2 ( $8X_1 + 8X_2 \leq 11$ ), R5: Restricción de celda química ( $7X_1 + 0X_2 \leq 10$ ), R6: Restricción de separadora ambiental ( $6X_1 + 0X_2 \leq 9$ ), R7: Restricción PAMA harina ( $1X_1 + 0X_2 \leq 37.5$ ), R8: Restricción PAMA aceite ( $0x_1 + 1X_2 \leq 4.5$ ), obteniendo una solución óptima de máxima utilidad de: \$ 5 273,67 dólares, si se produce 1 TM de harina, y si produce 1.25 TM de aceite para asegurar máxima utilidad.

Una variable va a tomar distintos valores, en dependencia de las condiciones en el entorno que se presentan. (Espinoza, 2018. p. 41), debido a ello la programación lineal minimiza o maximiza diversas variables que se quiere mejorar (Halidi, 2018. p. 13), por otro lado, incrementa significativamente la eficiencia de la operación actual (Villamarín [et. al], 2019. p.3), sin embargo, tal aplicación solo informa la solución óptima, pero no las operaciones reales para encontrar dicha solución (Erling, 2014. p. 8). Este enfoque propone el uso de ecuaciones de programación, orientadas a la minimización de costos, cantidad de materia prima, almacenamiento de materiales, control de niveles de rotación de materia prima y producto terminado, para satisfacer la demanda existente. (Cáceres, 2016, p. 4).

Las técnicas de optimización son herramientas que facilitan la planificación estratégica ideal. (Mariel [et. al], 2019, p. 6), optimizar consta en elegir entre las alternativas de producción disponibles, la más eficiente en el uso de recursos productivos y la que satisfaga las metas establecidas anteriormente. (Frizzone [et. al], 1997, p.3), el principal objetivo de la optimización es la minimización de costos totales. (Jablonsky y Skocdopolova, 2017. p. 5)

La programación matemática cuantifica una forma óptima de combinar recursos escasos para satisfacer los objetivos propuestos (Frizzone [et. al], 1997, p.3). Así también para (Hernández [et. al], 2020, p. 2) está dedicado a maximizar o minimizar una función lineal, denominada función objetivo, de tal forma que las variables estén sujetas a restricciones.

Aplicar el método simplex se puede resolver ecuaciones lineales de hasta 3 o más variables, siendo más amplia la solución del problema en relación con el método gráfico (Merino, 2020. p. 3). Además es un método de solución de problemas de programación lineal, capaz de resolver problemas complejos (López, Morales, 2020. p.3)

Para Taha (2012, p.72) el método simplex tiene infinidad de soluciones factibles, lo cual su función se encarga de determinar la mejor solución básica de las ecuaciones. Mayormente es el método que utiliza la mayoría del software comercial disponible en el mercado para resolver problemas de PL, debido a su eficiencia computacional. (Moncayo y Muñoz, 2018. p. 5).

El proceso de harina de pescado ha ido desarrollándose con nuevas técnicas de fabricación a baja temperatura para obtener un producto con excelente valor nutricional. Este producto especial está encontrando uso en la alimentación de cerdo, mascotas, peces de cultivos y rumiantes (Bimbo, 2018. p. 5). Mientras que (Cabello [et al] 2015. p. 5) la producción de harina es la forma de aprovechamiento más utilizada, teniendo un 60% de capturas mundiales.

Según (Rodríguez, 2018, p.149) la utilidad es la capacidad de brindar información financiera comprensible y fiable con la finalidad de satisfacer los requerimientos de diferentes tipos de usuarios para la toma de decisiones económicas. El diseño es significativo porque fija los productos, por lo que la fabricación diagnostica el tiempo más corto de producir y entregar el producto a tiempo (Meissner y Aurich, 2019. p. 168). Mientras que (Morelos, Fontalvo, Vergara, 2017. p. 10) indican que es la satisfacción por la cual los individuos valoran la elección de determinados bienes o servicios.

Para una combinación rentable es necesario el apoyo de instrumentos matemáticos y computacionales, ya que sin ellos no se podría dar una buena toma de decisiones al planificar la cantidad de producción en una empresa, por lo que es necesario de operaciones que acuden a factores económicos y técnicos. Sin embargo, este tipo de enigmas que presentan correlación de la mezcla óptima para maximizar el margen de contribución total se pueden resolver a través de la aplicación de programación lineal (Moller [et. al], 2016, p.3).

En este trabajo de investigación que se desarrollará en la empresa JADA SAC, permite poder conocer la proporción de cada tipo de harina que se va a producir, esto logrará que la empresa tenga un buen plan de producción, conozca la capacidad de materia prima a procesar, y servirá para disminuir stocks de inventarios de producto terminado, además de ello económicamente es muy importante para la empresa ya que con la ayuda de un patrón numérico que se desarrollará en esta tesina para evaluar este proyecto, aplicando técnicas y herramientas que brinda la programación lineal, permitirá contar con información exacta para la toma de decisiones de producción y se identificarán las mayores utilidades dentro del proceso productivo.

Esto además de conocer la cantidad de harina a producir, permitirá a la empresa no tener pedidos pendientes por despachar, debido a que la cantidad producida por la empresa es la cantidad de pedidos despachados, y la cantidad de poder conseguir la mayor utilidad en la empresa, por lo tanto si se aumenta la utilidad, la empresa tendrá la capacidad de brindar una mejor remuneración a sus trabajadores, lo que conseguirá a una buena motivación laboral por parte de los obreros dentro de la planta del proceso y dicha motivación se verá reflejado en la calidad del producto final.

Para eso se planteó la siguiente interrogante como problema.

¿Cuál es la formulación óptima en la fabricación de harina de pescado mediante la programación lineal para maximizar las utilidades en la empresa Jada S.A., Chimbote?

Por lo que tenemos como objetivo general.

Determinar la formulación óptima de la fabricación de harina de pescado mediante la programación lineal para maximizar las utilidades en la empresa Jada S.A, Chimbote.

De igual manera nuestros objetivos específicos son: Diagnosticar la situación actual de la producción y de las utilidades; aplicar la programación lineal mediante las aplicaciones del WinQSB y Solver Excel; determinar la mezcla óptima de producción para maximizar las utilidades de la harina de pescado.

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo y diseño de investigación**

En un enfoque cuantitativo la recolección de datos es a través del criterio de los investigadores mediante la observación e historial de documentos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 8). Así también los elementos que se recolectan se pueden evaluar o medir a través del uso de métodos estadísticos para la indagación obtenida (Sánchez, 2019, p.2). En base a esta definición esta investigación tiene un enfoque cuantitativo porque presenta las características mencionadas anteriormente para este tipo de estudio.

En un tipo de investigación no experimental las variables no están siendo manejadas deliberadamente (Maldonado, 2016, p. 2). Asimismo (Rojas, 2016. p.10) se basa en conceptos, comunidades. Debido a estas características se puede decir que esta investigación es de tipo no experimental.

El tipo investigación escrita tiene el tema de estudio no aplicado (Cazau, 2011, p. 27). Además para (Calzadilla, Diaz, 2016. p. 12) se encarga de puntualizar las características de la población estudiada.

Así también Vallejo (2012, p. 8) da a conocer que la investigación descriptiva presenta cierta indagación en las peculiaridades, propiedades, cualidades de la población, pero para llegar a un aclaramiento más exacto se necesita de conocimientos previos. Este tipo de estudio o investigación está siempre de la mano con la explicativa porque se da conocer la posible solución del problema. Debido a ello el tipo de diseño de investigación tiene una orientación descriptiva.

### **2.2 Población y muestra**

Se define a la población como la recopilación de datos de suma importancia, ya que de ello recae el objeto de estudio, con el fin de que sus resultados sean factibles a solucionar el problema (Kothari y Gaurav 2019, p.168); así mismo Dicovski (2018, p. 32) dice que la población es un grupo de elementos que presentan características similares. Estos elementos forman parte del registro de un censo. Por consiguiente, para la presente investigación se tiene una población con 3816.3 TM comprendida por 7 meses de funcionamiento en la producción de harina de pescado.

La muestra está conformada por datos confiables que se sustrajeron de la población para formar una inferencia estos se deben delimitar y determinar de antemano (Santiago y Eldegar, 2019, p. 7). Así mismo Manterola y Otzen (2017, p. 3) dice que la muestra por conveniencia son los datos que se toman por importancia y deben ser reconocidos para el caso, esto basado por el alcance del investigador. Dado para esta investigación como muestra se tiene a la primera temporada comprendida por cuatro meses, entre ellos abril, mayo, junio y julio tal cual se muestra en el anexo 2.

### **2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Como técnica se utilizó la entrevista, que es un recurso flexible que consiste en el dialogo (Bravo [et. al], 2013. p. 1). Así también el entrevistador formula preguntas y el entrevistado las responde (Diaz [et al], 2017, p. 4). En busca de obtener los datos que tienen relación a las utilidades de las diferentes calidades de harina de pescado se entrevistó al superintendente de la planta Jada S.A. Cuyo instrumento fue el cuestionario, que es un formato donde se desarrollan preguntas generales o específicas de manera estructuradas con el fin de obtener datos (Alcaraz [et. al], 2006. p. 233) en esta tesina el instrumento contó con once preguntas que se basa con la importancia a recolectar información sobre los tipos de harina y sus utilidades, la cual fue validado por tres ingenieros de la especialidad. Se puede visualizar el cuestionario en el anexo 4 y su validación en el anexo 6.

Otra técnica es el análisis de contenido, que trata de entender y analizar la situación del contenido que presenta de manera particular los archivos o documentos (López Fernando, 2002. p. 173) Esta técnica permite analizar los datos de la producción brindados a través del máster block de la empresa Jada S.A y poder seleccionar aquellos que ayudaran a resolver el modelo matemático de la programación lineal. Cuyo instrumento es un Máster Block de la producción de harina de pescado, que es un formato de recolección de datos únicamente para detallar las cantidades de materia prima y producto terminado, se pudo obtener las cantidades de materia prima que entra a ser procesado, la producción de harina en las diferentes calidades, como también el número de sacos en piezas de cada mes que corresponden a dos temporadas de producción. Se puede visualizar el master block en el anexo 3 y su validación en el anexo 5.

Los instrumentos que fueron creados de manera propia por los autores de esta investigación, por lo que se validarán según la apreciación de tres ingenieros especialistas al tema de la programación lineal. Se obtendrá confiabilidad mediante los datos que fueron extraídos del máster block y la entrevista con el superintendente de la empresa Jada S.A, por lo tanto, es fuente confiable.

#### **2.4 Procedimiento**

Para esta investigación se tomó como primer punto el tema de maximizar las utilidades de la harina de pescado en la empresa Jada S.A a través de la programación lineal. Para lo cual se tuvo que validar por tres especialistas el cuestionario y el master block que se utilizaran en la recolección de datos para nuestros objetivos. Dentro del día establecido se asistió a la empresa y se realizó la entrevista al superintendente para poder llenar el cuestionario que constaba con once preguntas basadas en conocer la información más importante que tenga relación con la harina de pescado y sus utilidades, además a través de datos históricos de la productividad de siete meses que comprendían a dos temporadas se hizo el análisis de contenido para así poder hacer el llenado del máster block de la producción. Esto ayudará a la formulación de modelo matemático que ayudará a maximizar las utilidades de la empresa Jada S.A.

#### **2.5 Método de análisis de datos**

Para realizar el análisis de datos se realizó una revisión al master block de producción de la empresa Jada S.A, teniendo como población a dos temporadas y por consiguiente una muestra por conveniencia de una temporada de 4 meses. Para lo que se realizó técnicas eficientes para obtener datos precisos y poder explicar las dimensiones planteadas.

Programas: Las aplicaciones que servirán para procesar los datos a la programación lineal son el Solver Excel y el WinQSB.


#### **2.6 Aspectos éticos**

La presente tesina se realizó respetando los valores y la propiedad de contenido de diferentes autores, por lo que se citó de manera correcta los textos extraídos. Por otra parte, los datos que se obtuvieron son reales puesto que el encargado de la

empresa Jada S.A las brindo en la entrevista y se analizaron para el llenado del cuestionario.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Para el caso del primer objetivo, que es diagnosticar la situación actual de la producción de harina de pescado, a través de la visita que se realizó a la empresa Jada S.A se pudo conocer la situación actual de la producción, teniendo como materia prima a la anchoveta para la elaboración de la harina super prime, prime y estándar, mientras que para la elaboración de la harina residual se utiliza los residuos hidrobiológicos que comprenden a las colas, vísceras, espinazos, piezas defectuosas, etc. Actualmente del total de 8574.56 TN de materia prima que corresponde a la primera temporada, se producen 1036.59 TN de harina super prime, 806.48 TN de harina prime, 294.82 TN de harina estándar y para 440.64 TN de residuos hidrobiológicos se producen 76.40 TN de harina residual; así también las utilidades son \$725,613.00; \$546,370.50; \$147,410.00 y \$38,200.00 del mismo orden que se mencionó la producción de harina.

					REPORTE DE PRODUCCIÓN EN HARINA DE PESCADO-2018				FECHA: 28/08/2018			
TEMPORADA	FECHA (MES)	MATERIA PRIMA			PRODUCCIÓN							
		MATERIA PRIMA <sup>m</sup>	RESIDUOS HIDROBIOLOGICOS	PROCESADO <sup>m</sup>	Super prime <sup>m</sup>	Prime <sup>m</sup>	Estandar <sup>m</sup>	RESIDUAL <sup>m</sup>	Sacos Super Prime (Pza)	Sacos Prime (Pza)	Sacos Estandar (Pza)	Sacos Residual (Pza)
I	Abril	2499.79	128.46	2499.79	329.50	211.54	82.23	23.2	6590	3173	1645	384.9
	Mayo	2235.76	114.90	2235.76	249.21	215.12	93.11	16.6	4984	3227	1863	275.4
	Junio	2086.92	107.25	2086.92	256.12	199.76	64.45	19	5122	2997	1289	315.2
	Julio	1752.10	90.04	1752.10	201.76	180.06	55.03	17.6	4035	2701	1101	292
	<b>TOTAL</b>	<b>8574.56</b>	<b>440.64</b>	<b>8574.56</b>	<b>1036.59</b>	<b>806.48</b>	<b>294.82</b>	<b>76.40</b>	<b>20730.77</b>	<b>12097.65</b>	<b>5898.54</b>	<b>1267.55</b>

**Figura 1:** Producción de harina de pescado - I temporada

**Fuente:** Jada S.A

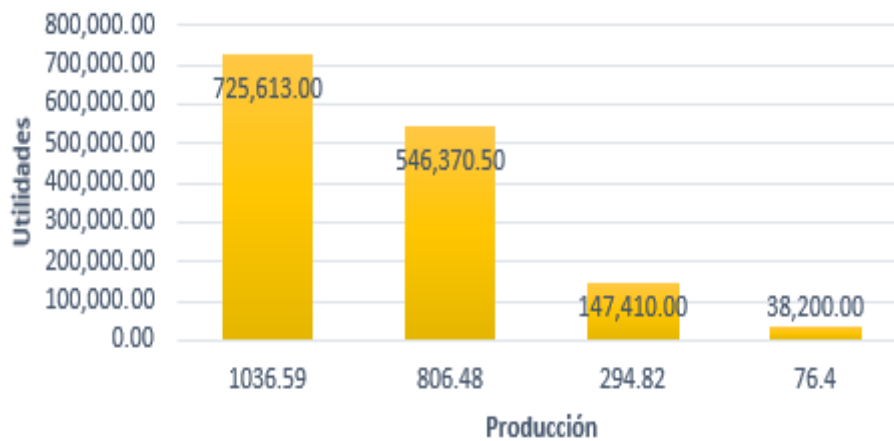


		REPORTE DE UTILIDADES DE HARINA DE PESCADO - 2018		FECHA: 28/08/2018	
CALIDADES	TEMPORADAS				
	I				Utilidades
	Abril	Mayo	Junio	Julio	
Super Prime	\$230,650.00	\$174,447.00	\$179,284.00	\$141,232.00	\$725,613.00
Prime	\$137,501.00	\$161,986.50	\$129,844.00	\$117,039.00	\$546,370.50
Estandar	\$41,115.00	\$46,555.00	\$32,225.00	\$27,515.00	\$147,410.00
Residual	\$11,600.00	\$8,300.00	\$9,500.00	\$8,800.00	\$38,200.00
<b>TOTAL UTILIDAD</b>					<b>\$1,457,593.50</b>

**Figura 2:** Reporte utilidades de harina de pescado - I temporada.

**Fuente:** Jada S.A.

Producción	Utilidades
1036.59	725,613.00
806.48	546,370.50
294.82	147,410.00
76.4	38,200.00



**Figura 3:** Situación actual de la producción y las utilidades de harina de pescado.

**Fuente:** Elaboración propia.

3.2 Para el caso del segundo objetivo específico, que es aplicar la programación lineal mediante las aplicaciones del WinQSB y Solver Excel, se formuló la siguiente

descripción del problema para la elaboración del modelo matemático: La empresa JADA SAC elabora 4 derivados de harina de pescado: Harina Super Prime, Harina Prime, Harina Estándar y Harina Residual. Según la información brindada por cada TM de harina SP la empresa genera una utilidad de 700 dólares, por cada TM de harina P, una utilidad de 650 dólares, por cada TM de harina S, una utilidad de 500 dólares y cada TM de harina R, una utilidad de 500 dólares. Por otro lado, la capacidad de la temporada de producción es de 3 mil TM de harina de pescado. La empresa produce como mínimo 1 mil TM de harina super prime, también debe producir como mínimo 800 TM de harina prime, un mínimo de 400 TM de harina estándar y un mínimo de 200 TM de harina residual. Así mismo la harina de pescado prime debe ser menor que la harina super primer en 500 TM. la harina residual debe ser menor a la harina super prime en 2 mil TM para poder llevar a cabo con las normas y estándares de calidad con la harina de pescado que se debe producir en la empresa JADA S.A.

Para poder aplicar la programación lineal primero se establece la función objetivo:

Se busca poder maximizar las utilidades: Max Z

$$\text{Max } Z = 700x_1 + 650x_2 + 500x_3 + 500x_4$$

Dónde las variables de decisión son:

$x_1$  = TN de harina super prime.                      700 = Utilidad por TN de harina super prime.

$x_2$  = TN de harina prime.                              650 = Utilidad por TN de harina prime.

$x_3$  = TN de harina estándar.                      500 = Utilidad por TN de harina estándar y resid.

$x_4$  = TN de harina residual.

Restricciones:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 3000$$

$$x_1 \geq 1000$$

$$x_2 \geq 800$$

$$x_3 \geq 400$$

$$X_4 \geq 200$$

$$X_1 - X_2 \leq 500$$

$$X_1 - X_4 \leq 2000$$

Por lo tanto, se aplicó el modelo matemático al WinQSB y al Solver Excel.

Variable -->	X1	X2	X3	X4	Direction	R. H. S.
Maximize	700	650	500	500		
C1	1	1	1	1	<=	3000
C2	1	0	0	0	>=	1000
C3	0	1	0	0	>=	800
C4	0	0	1	0	>=	400
C5	0	0	0	1	>=	200
C6	1	-1	0	0	<=	500
C7	1	0	0	-1	<=	2000
LowerBound	0	0	0	0		
UpperBound	M	M	M	M		
VariableType	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous		

Figura 4: Simulación de modelo matemático en WinQSB 2.0

Fuente: Elaboración propia

20:09:33		Tuesday	October	29	2019			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)	
1	X1	1,450.0000	700.0000	1,015,000.0000	0	basic	650.0000	M
2	X2	950.0000	650.0000	617,500.0000	0	basic	300.0000	700.0000
3	X3	400.0000	500.0000	200,000.0000	0	basic	-M	675.0000
4	X4	200.0000	500.0000	100,000.0000	0	basic	-M	675.0000
Objective Function		(Max.) =	1,932,500.0000					
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS	
1	C1	3,000.0000	<=	3,000.0000	0	675.0000	2,700.0000	4,500.0000
2	C2	1,450.0000	>=	1,000.0000	450.0000	0	-M	1,450.0000
3	C3	950.0000	>=	800.0000	150.0000	0	-M	950.0000
4	C4	400.0000	>=	400.0000	0	-175.0000	0	700.0000
5	C5	200.0000	>=	200.0000	0	-175.0000	0	500.0000
6	C6	500.0000	<=	500.0000	0	25.0000	-400.0000	800.0000
7	C7	1,250.0000	<=	2,000.0000	750.0000	0	1,250.0000	M

Figura 5: Solución óptima tomado en modelo de simulación WinQSB 2.0

Fuente: Elaboración propia

	X1	X2	X3	X4		RESULTADO	FORMULA
FUNCION OBJETIVO	700	650	500	500			0
DESIGUALDAD 1	1	1	1	1	≤	3000	0
DESIGUALDAD 2	1	0	0	0	≥	1000	0
DESIGUALDAD 3	0	1	0	0	≥	800	0
DESIGUALDAD 4	0	0	1	0	≥	400	0
DESIGUALDAD 5	0	0	0	1	≥	200	0
DESIGUALDAD 6	1	-1	0	0	≤	500	0
DESIGUALDAD 7	1	0	0	-1	≤	2000	0

X1	
X2	
X3	
X4	
Z	

**Figura 6:** Planteamiento de variables del modelo matemático en Solver Excel.

**Fuente:** Elaboración propia

	X1	X2	X3	X4		RESULTADO	FORMULA
FUNCION OBJETIVO	700	650	500	500			1932500
DESIGUALDAD 1	1	1	1	1	≤	3000	3000
DESIGUALDAD 2	1	0	0	0	≥	1000	1450
DESIGUALDAD 3	0	1	0	0	≥	800	950
DESIGUALDAD 4	0	0	1	0	≥	400	400
DESIGUALDAD 5	0	0	0	1	≥	200	200
DESIGUALDAD 6	1	-1	0	0	≤	500	500
DESIGUALDAD 7	1	0	0	-1	≤	2000	1250

X1	1450
X2	950
X3	400
X4	200
Z	1932500

Parámetros de Solver

Establecer objetivo: SC517

Para:  Máx  Min  Valor de: 0

Cambiando las celdas de variables: SC513:SC516

Sujeto a las restricciones:

\$S10 <= \$H\$10  
 \$I\$4 <= \$H\$4  
 \$I\$5 >= \$H\$5  
 \$I\$6 >= \$H\$6  
 \$I\$7 >= \$H\$7  
 \$I\$8 >= \$H\$8  
 \$I\$9 <= \$H\$9

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución: Simplex LP

Método de resolución

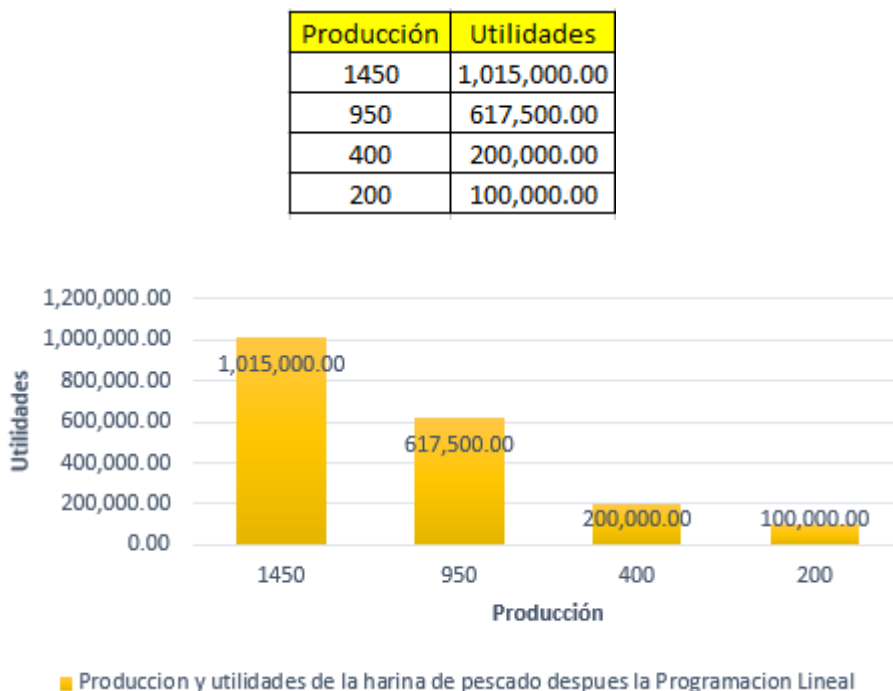
Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales, y seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Solver para problemas de Solver no suavizados.

**Figura 7:** Aplicación del modelo matemático en Solver Excel.

**Fuente:** Elaboración propia

3.3 Para el caso del tercer objetivo específico, que es determinar la mezcla óptima de producción para maximizar las utilidades de la harina de pescado, se determinó una vez establecidos la función objetivo y las restricciones del modelo matemático, luego introducidos los datos al WimQSB y Solver Excel arrojó que se debe producir

1450 TN de harina Super Prime, 950 TN de harina prime, 400 TN de harina estándar y 200 TN de harina residual. Por lo que las utilidades de cada tipo de harina serian: \$1015000 de Super prime, \$617500 de prime, \$200000 de estándar y \$100000 de residual, que sumarian una utilidad total de \$1932500.



**Figura 8:** Propuesta de relación de producción y utilidades después de la PL.

**Fuente:** Elaboración propia

Con respecto a las discusiones de la investigación según el resultado de la entrevista se pudo saber la situación actual de la producción, donde actualmente del total de 8574.56 TN de materia prima que corresponde a la primera temporada, se producen 1036.69 TN de harina super prime que corresponde a 20731 sacos, obteniendo una utilidad de \$725,613.00; 806.48 TM de harina prime igual a 12098 sacos, obteniendo una utilidad de \$546,370.50; 294.82 TM de harina estándar que comprende a 5899 sacos, obteniendo una utilidad de \$147,410 y para 440.64 TM de residuos hidrobiológicos se producen 76.40 TM de harina residual igual a 1268 sacos, obteniendo una utilidad de \$ 38,200, es decir se logró una utilidad total en la primera temporada de \$ 1,457,593.50, pero con la aplicación del método matemático en tan solo en una temporada se puede lograr obtener una utilidad de

\$1,932,500. En los descubrimientos en la tesis de Aramburú (2016) con el título de “Programación lineal para la mejora del proceso de envasado en una empresa de lubricantes” coinciden con la investigación ya que muestran de manera detallada el antes y después, y la mejora de las utilidades en la producción de dichas investigaciones utilizando el modelo de programación lineal.

Según el resultado en donde se aplica la programación lineal mediante WinQSB y Solver Excel se obtuvo como función objetivo la siguiente ecuación  $Max Z = 700x_1 + 650x_2 + 500x_3 + 500x_4$ , donde se hace presente las variables de decisión  $X_1$ : TM de harina super prime,  $X_2$ : TM de harina prime,  $X_3$ : TM de harina estándar,  $X_4$ : TM de harina residual. Tomando en cuenta las siguientes restricciones, R1:  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \leq 3000$ ; R2:  $X_1 \geq 1000$ , R3:  $X_2 \geq 800$ , R4:  $X_3 \geq 400$ , R5:  $X_4 \geq 200$ , R6:  $X_1 - X_2 \leq 500$ , R7:  $X_1 - X_4 \leq 2000$ , para posteriormente aplicarlo al programa WinQSB y Solver Excel dándonos la solución óptima. Mientras que en los descubrimientos en la tesis de Silva Y Zevallos (2019) con el título de “Programación lineal para optimizar separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado. corporación Hayduk s.a. Coishco, 2018.”, estos resultados coinciden con la investigación ya que formulan de manera detallada las variables de decisión, función objetivo y restricciones, de acuerdo con la información de políticas de producción de la misma manera guardan relación y coincidencia ya que se ha utilizado el mismo software llamado WinQSB para encontrar la solución óptima.

Con respecto al resultado del tercer objetivo específico, donde se desea determinar la mezcla óptima de producción para maximizar la utilidad, una vez establecidos la función objetivo y las restricciones del modelo matemático, luego introducidos los datos al WinQSB y Solver Excel arrojó que se debe producir 1450 TM de harina Super Prime, 950 TM de harina prime, 400 TM de harina estándar y 200 TM de harina residual. Por lo que las utilidades de cada tipo de harina serían: \$1015000 de Super prime, \$617500 de prime, \$200000 de estándar y \$100000 de residual, que sumarían una utilidad total de \$1932500. Mientras que en los descubrimientos de la tesis Conejero (2013) con el título de “Aplicación de la programación lineal a la fabricación de helados”, son resultados que coinciden con la investigación ya que con la aplicación del modelo de programación lineal se pudo obtener para ambos la mezcla óptima ideal para poder obtener la utilidad neta óptima.

#### **IV. CONCLUSIONES**

1. La situación actual de la empresa sin la implementación del modelo de programación lineal ha perdido \$474,904.50 de utilidad en la primera temporada produciendo la cantidad inadecuada de las derivaciones de harina de pescado, esto quiere decir que la evaluación de un modelo de programación lineal es muy provechosa para la empresa ya que genera ahorro en dejar de producir cantidades de harina que no son provechosos para la empresa y que trae consigo gastos de producción.
2. Las variables de decisión del modelo de programación lineal acceden a los cálculos de los coeficientes que confirme la utilidad óptima y maximice la función objetivo de utilidades. El manejo de las variaciones de los parámetros de la programación lineal permite conocer los límites críticos en los resultados del WinQSB y Solver Excel determinados matemáticamente, y también lo importante que es implementar una política de producción para tener un buen uso de los recursos.
3. El manejo del software WinQSB y el Solver Excel encuentran en forma rápida las cantidades óptimas a producir de acuerdo con las variables ya determinadas en el proceso de fabricación de harina de pescado en la empresa, logrando de esa manera un manejo adecuado de un plan de producción, aprovechar de manera adecuada las cantidades de materia prima a procesar.

## **V. RECOMENDACIONES**

6.1 Según lo determinado mediante la programación lineal se está perdiendo \$474,904.50 de utilidad en la primera temporada, por lo que se debería hacer un estudio completo en la producción, empezando desde la extracción de la materia prima, es decir, reduciendo las piezas defectuosas que serán procesadas a la harina residual ya este tiene un precio de venta más bajo que los demás.

6.2 Existen muchas aplicaciones que pueden ayudar a mejorar las empresas, pero en la mayoría las organizaciones no lo toman en cuenta, entre ellas porque no saben su funcionamiento. Por lo que sería necesario de que la empresa Jada S.A invierta en capacitaciones de estos programas como el Solver Excel o WinQSB, que ayudan de cualquier forma, para este caso fue aumentar las utilidades mediante la programación lineal.

6.3 Después de haber hecho el estudio de investigación y recolectar los datos necesarios para aplicar la programación lineal, es posible recomendar a la empresa que busquen una mezcla óptima en las cantidades de producción de sus calidades de harina que las beneficie en aumentar sus utilidades.



## REFERENCIAS

ACERO, Luz. Aplicación del Método Simplex para un modelo en la producción de leche y sus derivados en pequeños y medianos productores. Tesis (Licenciada en Ciencias Físico Matemáticas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. Disponible en [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6524/Acero\\_Coaquira\\_Luz\\_Marina.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6524/Acero_Coaquira_Luz_Marina.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ALCARAZ, García [et. al]. Diseño de cuestionario para la recogida de información: metodología y limitaciones. Redalyc [en línea]. 5 Octubre 2006, vol. 1. no. 5. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1696/169617616006.pdf>

ARAMBURÚ, Janet. Programación lineal para la mejora del proceso de envasado en una empresa de lubricantes. Tesina (Licenciada en Investigación Operativa). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2016. Disponible en: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6433/Aramburu\\_pj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6433/Aramburu_pj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

BIMBO, Anthony. Fish Meal and Oil: Current Uses. Researchgate. [En línea]. 4 May 2018. [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/House/Downloads/FishmealandOilCurrentUses.pdf>

BRAVO, Laura [et. al]. La entrevista, recurso flexible y dinámico. Scielo [en línea]. Julio 2013, vol. 2. no. 7. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2019]. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-50572013000300009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009)

CABELLO, Ana, [et al]. Calidad fisicoquímica de la harina de pescado venezolana. Redalyc. [en línea]. 2015. Vol. 25. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739464009.pdf>

CALZADILLA, Aracelis y DIAZ, Victor. Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científicas en las ciencias de la salud. Redalyc [en línea]. 2016. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/recis/v14n1/v14n1a11.pdf>

CÁSCERES, David. Modelo de programación lineal para planeación de requerimientos de materiales. Revista Tecnológica ESPOL. [en línea]. Setiembre 2016, vol. 28. no. 2. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://200.10.150.204/index.php/tecnologica/article/view/322/236#>

CAZAU, Pablo. Introduction a la investigation en ciencias sociales. [En línea]. 3ª ed. Buenos Aires: 2011. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://alcazaba.unex.es/asg/400758/MATERIALES/INTRODUCCI%C3%93N%20A%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20EN%20CC.SS..pdf>

CONEJERO, Elena. Aplicación de la programación lineal a la producción de helados. 2013. Disponible en <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/42359/conejero%20calvo%20de%20leon%20elena%20tr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DIAZ, Laura [et al]. La entrevista, recurso flexible y dinámico. Redalyc [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3497/349733228009.pdf>

DICOVSKIY, Luis. Estadística básica. [En línea]. Nicaragua: 2018. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2019]. Disponible en: [http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/2101/mod\\_resource/content/0/DEPOSITO\\_DE\\_MATERIALES/estadistica1\\_1\\_.pdf](http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/2101/mod_resource/content/0/DEPOSITO_DE_MATERIALES/estadistica1_1_.pdf)

ERLING, Andersen. Linear optimization: Theory, methods, and extensions. Researchgate. [En línea]. 16 May 2014. [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/228791187\\_Linear\\_optimization\\_Theory\\_methods\\_and\\_extensions](https://www.researchgate.net/publication/228791187_Linear_optimization_Theory_methods_and_extensions)

ESPINOZA, Eudaldo. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Conrado. Abril 2018, vol. 14. no. 65. [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/814>

FRIZZONE, José [et. al]. Linear programming model to optimize the water resource use in irrigation projects. Scielo [en línea]. Junio, 1997, vol. 54. [Fecha

de consulta: 16 de octubre de 2019]. Disponible en:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90161997000300016&fbclid=IwAR1MgD0OFQxKp2bF0asGTFGIHsq5fqWby8SPaTgbyP-k53X1jE2aZWZLfw0](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161997000300016&fbclid=IwAR1MgD0OFQxKp2bF0asGTFGIHsq5fqWby8SPaTgbyP-k53X1jE2aZWZLfw0) ISSN: 1678-992X

GALICIA, Sigrid. “Modelo matemático determinístico simplex para optimizar los recursos en una distribuidora de materia prima para calzado en la ciudad de Guatemala”. Tesis (Licenciada en Administración de empresas). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2013. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_4386.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_4386.pdf)

HALIDI, Mohamed. Introduction to Operations Research: Theory and Applications. Researchgate. [En línea]. 06 February 2018. [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/313880623\\_Introduction\\_to\\_Operations\\_Research\\_Theory\\_and\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/313880623_Introduction_to_Operations_Research_Theory_and_Applications)

ISBN: 978-3-659-24241-0

HERNÁNDEZ, Jose. [et. al]. Phased binary mathematical programming in the elaboration of a university schedule. Scielo. [En línea]. Vol. 8. 09 diciembre 2020. [Fecha de consulta: 16 de febrero de 2021]. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-80642020000100201&lang=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-80642020000100201&lang=es)

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: Mc Graw Hill, 2014. 736 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0

JABLONSKY, Josef y SKOCDOPLOVA, Veronika. Análisis y Optimización del Proceso de Producción en una empresa procesadora de leche. Scielo. [En línea]. 2017, vol. 28, no. 4. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642017000400006&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642017000400006&script=sci_arttext)

KOTHARI, C. GAURAV, Garg. Research Methodology. 4ª Ed. New Delhi: New age international publishers, 2019. 398 pp. ISBN: 978-938649225

LOPEZ, Fernando. El análisis de contenido como método de investigación. Revista de educación. [En línea]. 2002. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/1912/b15150434.pdf?sequence=1>

LÓPEZ, Natali, MORALES, Nelly. Optimización de la formulación de tallarines libres de gluten enriquecidos con pulpa de zapallo deshidratada empleando el método de diseño de mezclas. Scielo. [En línea]. 2020. Vol 23. [Fecha de consulta: 16 de febrero 2021]. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1981-67232020000100450&lang=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232020000100450&lang=es)

MALDONADO, Tohiber. Investigaciones descriptivas o no experimentales. Calameo [en línea]. Octubre 2016. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://es.calameo.com/read/0048329507d8ee25d9a6c>

MARIEL, Ganni [et. al]. Modelos matemáticos para la determinación del turno óptimo en plantaciones forestales. Scielo [en línea]. Mayo 2019, vol. 25 no. 1. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2019]. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712019000100209](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712019000100209)

MEISSNER, Hermann y AURICH, Jan. Implications of Cyber-Physical Production Systems on Integrated Process Planning and Scheduling. Scielo [en línea]. 2019, vol. 28. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2351978918313696?token=D9FC39803198DA8F116C6E9AECA97B4401864B6030509F830939E1D8FB2A8AB30A3D285E91C137357D8888D2D4D998B7>

MERINO, Billy. Programación lineal: resolución de un problema de maximización de beneficios por el método simplex. Tesis (Ingeniero en Comercio Internacional). Universidad Técnica de Machala, 2020. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://186.3.32.121/handle/48000/15289>

MOLLER, Rafael [et. al]. How can dairies maximize their profits and properly remunerate their dairy farmers. Scielo [en línea]. February 2016. [Fecha de

consulta: 18 de octubre de 2019]. Disponible en:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162016000100051&lang=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162016000100051&lang=es)

MONCAYO, Luis y MUÑOZ, David. Un sistema de apoyo para la enseñanza del Método Simplex y su Implementación en Computadora. Scielo. [en línea]. Diciembre 2018, vol. 11. no. 6. [fecha de consulta: 28 de octubre de 2019]. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50062018000600029&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50062018000600029&script=sci_arttext)

MORELOS, José, FONTALVO, Tomás y VERGARA, Juan. Incidencia de la certificación ISO 9001 en los indicadores de productividad y utilidad financiera de empresas de la zona industrial de Mamonal en Cartagena. Sciencedirect. [en línea]. 2017. Vol. 29. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592313700251>

OTZEN, Tamara y Manterola, Carlos. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Scielo [en línea]. 2017. [fecha de consulta: 28 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

REYNISDOTTIR, Kamilla. Linear optimization model that maximizes the value of pork products. Thesis (Decision Engineering). Florida: Reykjavík University, 2012. Available: [https://skemman.is/bitstream/1946/10909/1/MSc\\_pig.pdf](https://skemman.is/bitstream/1946/10909/1/MSc_pig.pdf)

ROJAS, Marcelo. Tipos de investigación científica: una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. Redalyc Scielo [en línea]. 2016. [fecha de consulta: 28 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63638739004.pdf>

RODRÍGUEZ, José. Elementos claves para definir el concepto de utilidad en la información financiera. Actualidad Contable. 2018, vol. 21. no. 36. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/en/revista/actualidad-contable-faces/articulo/elementos-clave-para-definir-el-concepto-de-utilidad-en-la-informacion-financiera>

SÁNCHEZ, Fabio. Epistemic Fundamentals of Qualitative and Quantitative Research: Consensus and Dissensus. Scielo [En línea] Junio 2019, vol. 13. no. 1

[Fecha de consulta: 14 de abril del 2020]. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S22232516201900010008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S22232516201900010008&script=sci_arttext)

SANTIAGO, Cazares y ELDEGAR, Anguiano. Diseño y Evaluación de una Trayectoria Hipotética de Aprendizaje para Intervalos de Confianza basada en Simulación y Datos Reales. Scielo [en línea]. Abril 2019. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2019]. Disponible en:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-636X2019000100003&lang=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-636X2019000100003&lang=es)

TAHA, Hamdy. Investigación de operaciones. 9ª ed. México: Pearson Education, 2012. 824 pp. ISBN: 978-607-32-0796-6. Disponible en:  
<https://jrvargas.files.wordpress.com/2009/01/investigacic3b3n-de-operaciones-9na-edicic3b3n-hamdy-a-taha-fl.pdf>

VALLEJO, Maite. El diseño de investigación: una breve revisión metodológica. Scielo [en línea]. Marzo 2012, vol. 72. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2019]. Disponible

VILLAMARIA, Jenny. [et. al]. Modelo matemático de transporte para una empresa comercializadora de combustibles, usando programación lineal. Visionario Digital. [en línea]. 31 marzo 2019, vol. 3. no. 2. Disponible en:  
<https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/VisionarioDigital/article/view/394>

ZEBALLOS, Alberto y Silva, Marlon. Programación lineal para optimizar separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado. Corporación hayduk s.a. coishco, 2018. Tesis (Ingeniero Industrial). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/27590/Silva\\_MMA-Zevallos\\_DAJE.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/27590/Silva_MMA-Zevallos_DAJE.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

## ANEXOS

### Anexo 1: Método de análisis de datos

**Tabla 1:** Método de análisis de datos.

Objetivos específicos	Técnica	Instrumento	Resultado
Diagnosticar la situación actual de la producción de harina de pescado	Análisis de contenido	Master Block de la producción	Se diagnostico la producción de dos temporadas por medio de datos historicos en los archivos de Jada S.A
Aplicar la programación lineal mediante las aplicaciones del WimQSB y Solver Excel.	Entrevista	Cuestionario	Ayudo a recolectar información mas relacionada a la harina de pescado y a sus utilidades.
Determinar la mezcla óptima de producción para maximizar las utilidades de la harina de pescado.	Entrevista	Cuestionario	Ayudo a formular la funcion objetivo y las restricciones para encontrar la mezcla optima

**Fuente:** Elaboración

## Anexo 2: Producción de harina de pescado del año 2018

TEMPORADA	FECHA(MES)	CALIDAD DE HARINA - 2018				Total
		Super prime TM	Prime TM	Estandar TM	Redisual TM	
I	Abril	329.50	211.54	82.23	23.2	2214.29
	Mayo	249.21	215.12	93.11	16.6	
	Junio	256.12	199.76	64.45	19	
	Julio	201.76	180.06	55.03	17.6	
II	Noviembre	253.54	143.32	61.21	18.8	1602.01
	Diciembre	273.75	165.11	79.5	16.34	
	Enero	301.23	197.7	72.3	19.21	
	<b>Total</b>	<b>1865.11</b>	<b>1312.61</b>	<b>507.83</b>	<b>130.75</b>	<b>3816.3</b>

**Figura 9:** Producción de harina de pescado del año 2018.

**Fuente:** JADA S.A

## Anexo 3: Formato del reporte de producción en harina de pescado

					REPORTE DE PRODUCCIÓN EN HARINA DE PESCADO-2018				FECHA: 28/08/2018			
TEMPORADA	FECHA (MES)	MATERIA PRIMA			PRODUCCIÓN							
		MATERIA PRIMA™	RESIDUOS HIDROBIOLÓGICOS™	PROCESADO™	Super prime™	Prime™	Estandar™	RESIDUAL™	Sacos Super Prime (Pza)	Sacos Prime (Pza)	Sacos Estandar (Pza)	Sacos Residual (Pza)
I	Abril											
	Mayo											
	Junio											
	Julio											
II	Noviembre											
	Diciembre											
	Enero											
	TOTAL											

**Figura 10:** Formato del reporte de producción en harina de pescado.

**Fuente:** Elaboración propia



**Anexo 4:** Cuestionario para la entrevista al superintendente de la empresa Jada S.A

Este cuestionario es únicamente para recopilar información más relacionada con las calidades de harina y sus utilidades, para elaborar la función objetivo y las restricciones que serán necesarias para plantear nuestra programación lineal e introducirlas al WimQSB y Solver Excel.

Miembros del grupo:	Fecha:
Formato de la entrevista:	Duración:
Entrevistado:	Temática:

1. ¿Cuántas temporadas al año labora la empresa?

.....  
...

2. ¿Cuáles son los meses que corresponden a las temporadas del año?

.....  
...

3. ¿Cuál es su límite de caza de anchoveta por embarcación?

.....  
...

4. ¿Cuáles son los tipos de harina que producen?

.....  
...

5. ¿A través de que materias se hace la harina residual?

.....  
...

6. ¿Cuáles son las cantidades en porcentaje de los tipos de harina que producen?

.....  
.....

7. ¿Cuál es la capacidad máxima en toneladas que tiene cada temporada?

.....  
.....

8. ¿Mediante que instrumento hacen el análisis de laboratorio para la harina?

.....

...

9. ¿Cuáles son los parámetros en el análisis de laboratorio para la harina?

.....

...

10. ¿Cuáles son los costos y precios de venta de cada tipo de harina?

.....

...

11. ¿Cuáles son las utilidades de la harina que corresponde a los meses de las dos temporadas?

.....

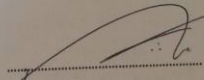
### Anexo 5: Validez del instrumento Master Block

**Constancia de validación**

Yo RAÚL GÓMEZ PERCY JOHN con DNI 80637901  
 ingeniero INDUSTRIAL de profesión. Por medio de la presente hago constar que he  
 revisado con fines de validación de instrumento el master block que será aplicado a la  
 empresa JADA S.A.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				
Amplitud de contenido				
Redacción del ítem				
Claridad y precisión				
Pertinencia				

Observaciones: .....


  
 Firma y sello

**Constancia de validación**

Yo Wilson Simón López con DNI 96186130  
 ingeniero INDUSTRIAL de profesión. Por medio de la presente hago constar que he  
 revisado con fines de validación de instrumento el Master Block de la Producción de  
 Harina de pescado que será aplicado a la empresa Jada S.A.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			✓	
Amplitud de contenido			✓	
Redacción del ítem			✓	
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia			✓	

Observaciones: .....

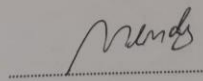
  
 Firma y sello

**Constancia de validación**

Yo RAÚL MUÑOZ PARODI con DNI 18311923  
 ingeniero INDUSTRIAL de profesión. Por medio de la presente hago constar que he  
 revisado con fines de validación de instrumento el master block que será aplicado a la  
 empresa JADA S.A.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción del ítem			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Observaciones: .....

  
 Firma y sello  
 C. I. P 105579

**Tabla 2:** Validez y calificación del Ing. Agroindustrial, Castillo Martínez Williams.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total, parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	4
Pertinencia	1	2	3	4	4
TOTAL					19

**Tabla 3:** Validez y calificación del Ing. Agroindustrial, Símpalo López Wilson.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total, parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					15

**Tabla 4:** Validez y calificación del Ing. Industrial, Ruiz Gómez Percy.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total, parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					15

**Tabla 5:** Consolidación de la calificación de expertos.

Nombre del experto	Calificación de validez	% Calificación
Ing. Castillo Martínez Williams	19	95 %
Ing. Símpalo López Wilson	15	75%
Ing. Ruiz Gómez Percy	15	75 %
Calificación	16.33	83.15%

**Tabla 6:** Escala de validez del instrumento Máster Bloc.

Escala	Indicador
0.00 - 0.53	Validez nula
0.54 - 0.59	Validez baja
0.60 - 0.65	Valida
0.66 - 0.71	Muy valida
0.72 - 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

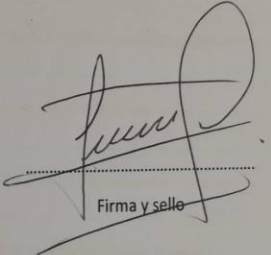
### Anexo 6: Validez del instrumento "Cuestionario"

Constancia de validación

Yo, JUAN GERARDO FLORES SOLIS con DNI. 46717441,  
 ingeniero INDUSTRIAL de profesión. Por medio de la presente hago constar que he revisado  
 con fines de validación de instrumento el cuestionario que será aplicado al  
 superintendente de la empresa Jada S.A.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			2	
Amplitud de contenido		2		
Redacción del ítem			2	
Claridad y precisión		2		
Pertinencia			2	

Observaciones:.....  
 .....

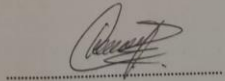
  
 Firma y sello

Constancia de validación

Yo, Rafael Quiñiche Castellanos con DNI. 18068937,  
 ingeniero INDUSTRIAL de profesión. Por medio de la presente hago constar que he revisado  
 con fines de validación de instrumento el cuestionario que será aplicado al  
 superintendente de la empresa Jada S.A.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			/	
Amplitud de contenido		/		
Redacción del ítem			/	
Claridad y precisión		/		
Pertinencia		/		

Observaciones:.....  
 .....

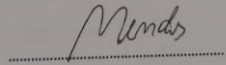
  
 Firma y sello

Constancia de validación

Yo, RAÚL MÉLDEZ PARJÓ con DNI. 16111923,  
 ingeniero INDUSTRIAL de profesión. Por medio de la presente hago constar que he revisado  
 con fines de validación de instrumento el cuestionario que será aplicado al  
 superintendente de la empresa Jada S.A.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems		✓		
Amplitud de contenido		✓		
Redacción del ítem		✓		
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia			✓	

Observaciones:.....  
 .....

  
 Firma y sello  
 C. I. P. 105579.

**Tabla 7:** Validez y calificación del Ing. Industrial, Flores Solís Juan Gerardo.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total, parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	4
TOTAL					18

**Tabla 8:** Validez y calificación del Ing. Industrial, Méndez Parodi Raúl.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total, parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	2
Amplitud del contenido	1	2	3	4	2
Redacción de ítems	1	2	3	4	2
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					12

**Tabla 9:** Validez y calificación de la Ing. Industrial, Quiliche Castellares Ruth.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total, parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	2
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	2
Pertinencia	1	2	3	4	2
TOTAL					12

**Tabla 10:** Consolidación de la calificación de expertos.

Nombre del experto	Calificación de validez	% Calificación
Ing. Castillo Martínez Williams	18	90 %
Ing. Símpalo López Wilson	12	60 %
Ing. Ruiz Gómez Percy	12	60 %
Calificación	14	70 %

**Tabla 11:** Escala de validez del instrumento Cuestionario.

Escala	Indicador
0.00 - 0.53	Validez nula
0.54 - 0.59	Validez baja
0.60 - 0.65	Valida
0.66 - 0.71	Muy valida
0.72 - 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta



## Anexo 7: Análisis de composición de harina de pescado

ANALISIS	SUPER PRIME A	PRIME B	CHICK C	ESTANDAR D	SUB ESTANDAR E
PROTEINA mín. (%)	68	67	66	65	<65
HUMEDAD máx. (%)	10	10	10	10	10
GRASA máx. (%)	10	10	10	12	> 12
ACIDEZ máx. (%)	7.5	10	10	-	-
CENIZAS máx. (libre de sal) (%)	13.5	14.5	15.5	-	-
TVN máx. (mg/100gr.)	100	120	150	200	> 200
HISTAMINA máx. (ppm)	500	1000	3500	.....	.....
SAL/ARENA máx. (%)	4.0	4.5	5.0	5.0	> 5.0
ANTIOXIDANTE Min. (ppm)	150	150	150	150	150
DIGESTIBILIDAD (%)	94	94	90	-	-
SALMONELLA (25 g)	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
SHIGUELLA (25 g)	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
ENTEROBACTERIAS	Máx. 300 UFC/g	Máx. 300 UFC/g	Máx. 300 UFC/g	Máx. 300 UFC/g	Máx. 300 UFC/g
VIBRIO COLERA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA

Saludos cordiales,  
Santos Pérez Sánchez

**Figura 11:** Análisis de composición de la harina de pescado.

Fuente: JADA SA

## Anexo 8: Visita a la empresa Jada S.A

