



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS

**“PROGRAMACIÓN LINEAL PARA OPTIMIZAR EL MARGEN DE
CONTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA PRODUCTOS ALIMENTARIOS MISKY SAC
2019”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN EMPRESARIAL

Presentado por: Luis Fernando Idme Duran

José Miguel Silva Mostajo

Para optar al Título Profesional de
Ingeniería Industrial

Asesor: ING. Guido Elías Farfán Escalante

CUSCO – PERU
2020



DEDICATORIA

A mis padres Miguel y Ofelia por apoyarme en mi educación y mi formación personal, que me ayudo a lograr mis objetivos y metas. Así también a mis queridos abuelos Zenovia y Mariano quienes me desearon lo mejor en mi desarrollo profesional.

Luis Fernando Idme

A mi querida familia por brindarme el apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, especialmente a mis padres Juan y Luz, por su arduo esfuerzo y la confianza depositada en mi persona para poder ser mejor cada día. A Luzcely que siempre estuvo apoyándome moralmente en cada momento alentándome a ser una mejor persona y profesional.

José Miguel Silva



AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C dirigida actualmente por su gerente general Lic. Odar Rodríguez Kross, por brindarnos toda la información y el apoyo constante de las dudas surgidas para realizar nuestro trabajo de investigación, así mismo por la confianza depositada en nosotros.

Igualmente agradecer a nuestro asesor de tesis, Mgt. Ing. Guido Elías Farfán Escalante, por su constante preocupación, orientación y apoyo brindado durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

A los docentes de nuestra escuela profesional de ingeniería industrial de la Universidad Andina del Cusco, quienes nos compartieron los conocimientos y experiencias a lo largo de la preparación de nuestra carrera profesional necesarias para desempeñarnos adecuadamente en nuestro ambiente laboral.

Luis Fernando Idme Duran
José Miguel Silva Mostajo



RESUMEN

La empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C tuvo como problema principal la disminución de su Margen de contribución en el último año 2018, debido diferentes causas que se mencionan en el presente trabajo, por este motivo se realizó esta investigación titulada: “Programación lineal para optimizar el margen de contribución de la empresa Productos Alimentarios Misky SAC 2019”, buscando maximizar el margen de contribución considerando diferentes restricciones para obtener la cantidad óptima a producir de cada producto mediante un modelo de programación lineal.

La presente investigación es de tipo Aplicada, nivel Descriptivo, diseño Cuasiexperimental, con un método analítico – sintético y deductiva. Con una unidad de estudio y muestra en base a informes y registros que la empresa nos proporcionó, con la ayuda de instrumentos de recolección de datos.

Después de plantear la función objetivo y las restricciones para el modelo de programación lineal se dio solución a este mediante el complemento de Excel, OpenSolver, obteniendo la cantidad óptima a producir de cada producto, dando como resultado la maximización del margen de contribución tomando el valor de S/. 469,485. 67, que representa un incremento del 10.45% con respecto al 2018.

Palabras clave:

- Margen de Contribución
- Programación lineal



ABSTRACT

Productos Alimentarios Misky SAC had as main problem the decrease of its Margin of contribution in the last year 2018, due to different causes that are mentioned in this work, for this reason this research is carried out entitled “Linear programming to optimize the margin contribution of Productos Alimentarios Misky SAC ”, seeking to maximize the contribution margin considering different restrictions to obtain the optimal amount to produce through a linear programming model.

The present investigation is of Applied type, Descriptive level, Quasi-experimental design, with an analytical method - synthetic and deductive. With a unit of study and sample based on reports and records that the company provided us, with the help of data collection instruments.

After considering the objective function and the restrictions for the linear programming model, this solution was solved by means of the Excel OpenSolver complement, obtaining the optimum quantity to produce of each product, resulting in the maximization of the contribution margin taking the value of s /. 469,485. 67, which represents an increase of 10.45% compared to 2018.

Keywords:

- Contribution margin
- Linear programming



INTRODUCCIÓN

Las empresas en la actualidad necesitan generar ventajas competitivas a nivel de planeación mediante herramientas que le permitan optimizar su margen de contribución, debido a que las Mypes no tienen objetivos claros que ayuden a utilizar sus recursos de manera óptima. La empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C presentó un decrecimiento en su margen de contribución debido a diversas causas como: algunos productos tienen costos más altos que otros, la falta de planificación en la producción en base a la oferta y demanda del mercado que genera un inventario final de productos innecesarios, el inadecuado manejo del presupuesto de producción, así como la limitada disponibilidad de materia prima para algunos de sus productos. Lo que generó una disminución del margen de contribución en el 2018.

En el Capítulo I, se desarrolló el planteamiento del problema, la formulación del problema, el objetivo de investigación, la justificación de la investigación y la delimitación del estudio.

En el Capítulo II, se desarrolló el marco teórico, donde se encuentran los antecedentes del presente trabajo de investigación, las bases teóricas y finalmente la hipótesis planteada.

En el Capítulo III, se detalla la metodología de la investigación con su respectivo tipo, nivel, diseño, método y enfoque de investigación correspondiente, incluyéndose la unidad de estudio, la muestra y las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el Capítulo IV, se muestra el diagnóstico, describiéndose la situación actual de la empresa, basado en análisis hecho por la misma empresa para el año 2019.

En el Capítulo V, se planteó y se dio la solución al modelo de programación lineal mediante OpenSolver, determinando y desarrollando la función objetivo y las restricciones de costos variables unitarios, oferta, demanda y disponibilidad de materia prima.

En el Capítulo VI, se presentan los resultados obtenidos después de la aplicación del modelo de optimización comparándolo con los años anteriores.

Por último, se procede a mencionar la discusión de resultados, las conclusiones, las recomendaciones, la bibliografía y los anexos necesarios para elaborar el presente trabajo de investigación.



INDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT.....	IV
INTRODUCCIÓN	V
INDICE GENERAL	VI
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE ACRÓNIMOS	I
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Formulación Interrogativa del Problema General	2
1.2.2 Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos.....	2
1.3 Justificación de la investigación.....	2
1.3.1 Justificación económica.....	3
1.3.2 Conveniencia	3
1.3.3 Relevancia Social.....	3
1.3.4 Implicancias Prácticas	3
1.3.5 Valor Teórico.....	4
1.4 Delimitación del estudio.....	4
1.4.1 Delimitación Espacial	4
1.4.2 Delimitación Temporal.....	4
1.5 Objetivos de la Investigación	4
1.5.1 Objetivo General.....	4
1.5.2 Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO DE LA TESIS	6
2.1 Antecedentes de la Tesis	6
2.1.1 Antecedentes a Nivel Local	6
2.1.2 Antecedentes a Nivel Nacional.....	6
2.1.3 Antecedentes a Nivel Internacional	8
2.2 Bases Teórico-Científicas	9
2.2.1 Costeo Directo	9
2.2.1.1 Margen de contribución	10
2.2.1.2 Ingresos por venta	10
2.2.1.3 Costos variables de venta	10
2.2.1.4 Margen de Contribución Unitario	10
2.2.2 Demanda y Oferta.....	11
2.2.3 Pronóstico.....	11
2.2.3.1 Promedio Móvil Simple	12
2.2.4 Materia prima	14
2.2.5 Investigación de Operaciones	14
2.2.6 Programación Lineal.....	17
2.2.6.1 Función objetivo	17
2.2.6.2 Restricciones	18
2.2.6.3 Método Gráfico	18
2.2.6.4 Método simplex.....	20
2.2.7 Análisis de sensibilidad	28
2.2.7.1 Sensibilidad de los coeficientes de la función objetivo.	28
2.2.7.2 Sensibilidad de los términos independientes de las restricciones.	30
2.2.7.3 Interpretación del problema dual	30



2.2.8 Software Para la Programación Lineal	31
2.2.8.1 OpenSolver.....	31
2.3 Definiciones conceptuales.....	32
2.4 Hipótesis.....	35
2.4.1 Hipótesis General.....	35
2.5 Definición de las Variables	35
2.5.1 Variables.....	35
2.6 Operacionalización de Variables.....	36
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	37
3.1 Tipo de investigación	37
3.2 Nivel de la investigación.....	37
3.3 Diseño de la investigación.....	37
3.4 Método de investigación	38
3.5 Unidad de estudio y muestra	38
3.5.1 Unidad de estudio	38
3.5.2 Muestra.....	38
3.6 Instrumentos metodológicos de recolección de datos	39
3.7 Técnicas De Recolección De Datos	39
CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO	40
4.1 Generalidades de la empresa	40
4.2 Diagnostico actual de la empresa.....	42
CAPÍTULO V: APLICACIÓN DEL MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL.....	46
5.1 Determinación del margen de contribución unitario.....	46
5.2 Determinación de la oferta y demanda.....	50
5.2.1 Determinación de la oferta.....	55
5.2.2 Determinación de la demanda	64
5.3 Determinación de los costos variables unitarios	72
5.4 Determinación de la disponibilidad de materia prima.....	75
5.5 Modelo de programación de lineal.....	77
5.5.1 Formulación de la función objetivo.....	80
5.5.2 Formulación de la restricción de costos variables unitarios	80
5.5.3 Formulación de la restricción de oferta y demanda.....	84
5.5.4 Formulación de la restricción de disponibilidad de materia prima.....	87
5.6 Resumen del modelo de Programación Lineal.....	87
5.7 Solución del modelo de programación lineal mediante OpenSolver	94
CAPÍTULO VI: RESULTADOS	97
CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	98
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES.....	101
REFERENCIAS.....	102
ANEXOS	104
Anexo 1. Matriz de Consistencia	104
Anexo 2. FODA.....	106
Anexo 3. Análisis PESTE.....	107
Anexo 4. Análisis AMOFHIT.....	108
Anexo 5. Formato de registro de costos variables, precios de ventas y margen de contribución unitarios	109
Anexo 6. Formato de registro de ventas trimestrales.....	110
Anexo 7. Formato de registro de costos variables de producción y ventas	111
Anexo 8. Formato de disponibilidad de materia prima.....	112
Anexo 9. Formato de materia prima requerida por producto.....	113
Anexo 10. Ventas 2016-2018	114
Anexo 11. Data de asignación de recursos	126
Anexo 12. Margen de contribución y presupuesto de producción 2019.....	127
Anexo 13. Pronósticos de demanda trimestral con diferentes Periodos	128



Anexo 14. Solución del modelo OpenSolver.....	131
Anexo 15. Análisis de sensibilidad.....	134
Anexo 16. Interpretación del análisis de sensibilidad.....	142
Anexo 17. Registros fotográficos.....	150

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estado de resultados según el costeo directo	9
Tabla 2. Fases de un estudio de la investigación de operaciones.....	15
Tabla 3. Ejemplificación del método gráfico.....	19
Tabla 4. Procedimiento algebraico del metodo simplex	21
Tabla 5. Representación en tabla simplex del ejemplo anterior	23
Tabla 6. Procedimiento algebraico del metodo simplex	27
Tabla 7. Cuadro de Operacionalización de variables.....	36
Tabla 8. Instrumentos de recolección de datos	39
Tabla 9. Datos Generales de la Empresa.....	40
Tabla 10. Comparación del Margen de Contribución 2018-2017.....	43
Tabla 11. Registro de costos variables, precios de venta y margen de contribución unitarios	47
Tabla 12. Registro de ventas trimestrales de la empresa Prod. Alimentarios Misky SAC 2016-2018.....	51
Tabla 13. Desviación media absoluta de los productos	56
Tabla 14. Pronóstico de la oferta	60
Tabla 15. Demanda ajustada al stock de seguridad.....	64
Tabla 16. Oferta y Demanda ajustada al modelo de programación lineal	67
Tabla 17. Registro de costos variables.....	72
Tabla 18. Presupuesto de producción 2019	75
Tabla 19. Disponibilidad de materia prima en Kg	75
Tabla 20. Cantidad de materia prima que requiere cada producto.....	76
Tabla 21. Productos retirados del modelos de programación lineal	77
Tabla 22. Asignación de variables del modelo de programación lineal.....	77
Tabla 23. Restricciones de Oferta y Demanda.....	84
Tabla 24. Restricciones de disponibilidad de materia prima	87
Tabla 25. Representación de la función objetivo	87
Tabla 26. Representación de las restricciones	88
Tabla 27. Cantidad a producir determinado por Opensolver	94
Tabla 28. Comparación del margen de contribución de la empresa Prod. Alimentarios Misky S.A.C.....	97



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de promedio móvil de tres periodos	12
Figura 2. Proceso que realiza el método simplex.....	20
Figura 3. Transición de método gráfico al método algebraico	22
Figura 4. Formas del metodo simplex	23
Figura 5. Ejemplo de un problema de programación lineal	23
Figura 6. Representación del modelo general	24
Figura 7. Representación de las restricciones	25
Figura 8. Solución básica factible	25
Figura 9. Sistema de ecuaciones básicas.....	26
Figura 10. Matriz base	26
Figura 11. Representación de la función objetivo.....	27
Figura 12. Diferencia entre el problema principal y dual	30
Figura 13. Productos que se elaboran	41
Figura 14. Organigrama Estructural de la empresa Misky sac	42
Figura 15. Diagrama Causa-Efecto.....	44
Figura 16: Registro de restricciones de inventario de seguridad	81
Figura 17. Proceso de producción de la mermelada de awaymanto	150
Figura 18. Proceso de producción de mermelada de piña.....	150



LISTA DE ACRÓNIMOS

MAD: Mean Absolute Deviation – Desviación Media Absoluta.

SS: Stock de Seguridad.

FEV: Solución Factible en un Vértice.

VBA: Visual Basic para Aplicaciones.

IGV: Impuesto General a las Ventas.



CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 Planteamiento del Problema

Todas las empresas que tienen fines de lucro buscan optimizar sus ganancias, pero muchas veces al contar con una gran variedad de productos no pueden encontrar la cantidad óptima de producción y la cantidad óptima de venta de los diversos productos que ofrecen al mercado para poder maximizar sus ganancias.

Muchas micro y pequeñas empresas dentro del país tienen deficiencias en su planeación y asignación de recursos, ya sea por no tener el personal capacitado que requieran o por la falta de información y conocimiento que deberían tener. Frecuentemente las Mypes se encuentran enfocadas en sus problemas operativos cotidianos, por lo que se olvidan de planificar o simplemente ven la planificación como algo innecesario que no agrega valor a la empresa.

Existen herramientas de optimización, como la programación lineal, que su aplicación implica minimizar costos o maximizar beneficios de una empresa bajo restricciones o límites que se pueda tener como oferta, demanda, disponibilidad de materia prima, costos unitarios variables, etc. Siendo de gran importancia su aplicación en medianas, pequeñas y micro empresas, ya que es una herramienta para la toma de decisiones, así como la planificación.

La empresa Productos Alimentarios MISKY SAC cual resulta ser la unidad de estudio, es una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de una variedad de productos en base a frutas, café y derivados de coca, la cual como cualquier empresa busca generar las ganancias más altas posibles, pero al no contar con la mezcla óptima de sus productos, con la que lograría optimizar o maximizar su margen de contribución, no puede asignar sus recursos adecuadamente a la producción con la que maximice su margen de contribución. Por tales motivos se plantea un modelo de programación lineal para la empresa Productos Alimentarios Misky SAC con la finalidad de poder optimizar su margen de contribución, bajo restricciones



de demanda, oferta, costos unitarios variables de producción, y disponibilidad de la materia prima con el fin de alcanzar la mayor ganancia posible y tener la mezcla óptima de sus productos que sirva como base para la planificación de la producción y ventas.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Formulación Interrogativa del Problema General

PG. ¿Será posible que mediante la aplicación de la Programación Lineal en la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C., se pueda optimizar el Margen de Contribución en el año 2019?

1.2.2 Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos

PE1. ¿Cuál es la función objetivo para el modelo de programación lineal en la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C 2019?

PE2. ¿Cuál es la restricción de los costos variables de producción para el modelo de programación lineal en la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C 2019?

PE3. ¿Cuáles son las restricciones de la demanda y oferta de los productos para el modelo de programación lineal en la empresa Productos alimentarios Misky S.A.C 2019?

PE4. ¿Cuál es la restricción de disponibilidad de materia prima para el modelo de programación lineal en la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C 2019?

1.3 Justificación de la investigación

La importancia de la investigación radica en contribuir con la empresa PRODUCTOS ALIMENTARIOS MISKY SAC, para que pueda obtener la mezcla óptima de productos a producir en base a su oferta, demanda, disponibilidad de materia prima y sus costos variables unitarios. Logrando maximizar su margen de contribución a través de un modelo de programación lineal y puedan asignar adecuadamente sus recursos, logrando planificar su producción y ventas de la mejor manera posible.



1.3.1 Justificación económica

La presente investigación tiene un valor fundamentalmente económico para la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C, ya que permitirá la optimización del margen de contribución de la empresa, mediante el modelo de programación lineal el cual implica como parte de sus iteraciones la optimización de algunos costos de inventario y producción, así como el aprovechamiento adecuado de la disponibilidad de materia prima para poder maximizar el margen de contribución de la empresa, generando un impacto económico positivo para la misma.

1.3.2 Conveniencia

La investigación ayudará a obtener la mezcla óptima de productos a producir que ayuden a optimizar el margen de contribución a través de un modelo de programación lineal y de esta forma la empresa pueda asignar adecuadamente sus recursos y los aproveche al máximo. Por lo cual analizaremos la demanda, oferta, costos variables y disponibilidad de materia prima para determinar dicha mezcla óptima.

1.3.3 Relevancia Social

La relevancia social de la presente investigación radica en beneficiar a la empresa Productos Alimentarios Misky SAC, que es una empresa cusqueña familiar que lleva más de 30 años en el mercado. Los resultados obtenidos en la investigación, así como la metodología utilizada para aumentar el margen de contribución, servirán como base para ser replicada en empresas que se desarrollen en este mismo sector y posean características similares.

1.3.4 Implicancias Prácticas

La investigación utilizará conceptos y procedimientos de la investigación de operaciones para obtener la mezcla óptima de sus productos a producir ayudando a la gerencia en la toma



de decisiones sobre la asignación adecuada de sus recursos y pueda planificar adecuadamente su producción y ventas, logrando un aprovechamiento óptimo de los recursos, que repercutirán en las utilidades y el crecimiento de la empresa.

1.3.5 Valor Teórico

La presente investigación utiliza conceptos fundamentales de la investigación de operaciones, esencialmente sobre la programación lineal, teniendo una gran importancia en el análisis y la aplicación del modelo, brindando una guía para estudios que presenten casos similares a la empresa Productos Alimentarios Misky SAC.

1.4 Delimitación del estudio

1.4.1 Delimitación Espacial

La delimitación espacial en la cual se encuentra la presente investigación se da dentro de la empresa cusqueña Productos Alimentarias Misky SAC, ubicada en el parque industrial del distrito de Wanchaq en la provincia de Cusco.

1.4.2 Delimitación Temporal

La presente investigación se empezó a realizar desde el mes de Julio del año 2019, recolectando información de años anteriores (2016, 2017 y 2018), para el adecuado planteamiento de restricciones que nos ayuden a optimizar el margen de contribución.

1.5 Objetivos de la Investigación

1.5.1 Objetivo General

OG. Aplicar la programación lineal en la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C. para optimizar el Margen de Contribución en el año 2019.



1.5.2 Objetivos Específicos

OE1. Determinar la función objetivo para el modelo de programación lineal en la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C 2019.

OE2. Determinar la restricción de los costos variables de producción para el modelo de programación lineal en la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C. 2019.

OE3. Determinar las restricciones de la demanda y oferta de los productos para el modelo de programación lineal en la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C. 2019.

OE4. Determinar la restricción de disponibilidad de materia prima para el modelo de programación lineal en la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C. 2019.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO DE LA TESIS

2.1 Antecedentes de la Tesis

2.1.1 Antecedentes a Nivel Local

En nuestra región **no** encontramos algún estudio que contenga nuestras variables.

2.1.2 Antecedentes a Nivel Nacional

- A. Aplicación de la programación lineal para maximizar la eficiencia en hornos de recalentamiento, Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A., 2018. Quispe A., Sanchez P.; Universidad Cesar Vallejo; Perú; 2019.

Programación lineal es el modelamiento matemático dedicado a maximizar o minimizar una función lineal. El estudio aplicado a esta empresa siderúrgica tuvo como objetivo maximizar la eficiencia de los hornos de recalentamiento a través del método simplex de la programación lineal. Materiales y métodos: El diseño de la investigación fue aplicativo y de tipo experimental, basado en la teoría de la programación lineal, se determinó 14 variables de decisión, una función objetivo formulada para maximizar la utilidad y obtener la máxima eficiencia económica y energética de los hornos. También, se determinaron 17 restricciones involucradas en el proceso, la solución de la función objetivo se desarrolló a través de la herramienta Solver, en este programa se cargaron todas las fórmulas obtenidas mediante la investigación las cuales forman parte de nuestro aporte como investigadores. Resultado: La solución de la programación en Solver dejó un valor óptimo para la producción diaria. Aplicado los cambios al proceso, este fue monitoreado durante 7 meses, y según la contrastación de hipótesis realizadas con el software Xlstat se alcanzó maximizar la eficiencia económica, la cual está calculado en base a la utilidad, y para la maximización de la eficiencia energética se tomó como referencia el consumo en kwh/t., un aporte adicional a la investigación, ha sido adicionar toneladas de producción mediante la inyección de



oxígeno al horno, enriqueciéndose el aire de combustión y haciendo nuevas fórmulas para las relaciones aire-oxígeno y gas. En este trabajo se logró disminuir el consumo energético de 374 Kwh/t. a 357 Kwh/t. en donde se interpreta que disminuyó del consumo de gas natural. Con respecto a la eficiencia económica se logró incrementar en una ratio de 1,27 a 1,45 la cual se interpreta que por cada dólar de inversión, se obtuvo una ganancia de 0,45 centavos de dólar. Conclusión: se concluye que la aplicación de la programación lineal maximiza la eficiencia en los hornos de recalentamiento.

B. Maximización de la producción de derivados lácteos caso: Empresa industrial PLEMSA S.A.; De La Cruz A.; Universidad Nacional Del Centro Del Perú; Perú; 2017.

El presente trabajo titulado “MAXIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE DERIVADOS LACTEOS CASO : “EMPRESA INDUSTRIAL PLEMSA S.A.”, unos de los problemas que tiene la empresa es que los niveles de producción son tan bajos que apenas si llega a cubrirse al 3 % de su mercado, se informa que no se atiende la totalidad de sus pedidos de los clientes; además, se ha cerrado el mercado de Lima metropolitana, en ese sentido como objetivo principal se ha propuesto medir la influencia de la optimización de la producción de derivados lácteos para incrementar las ventas, la cual nuestra población la conforman la totalidad de las empresas elaboradoras de productos lácteos, que son dieciocho y por las facilidades otorgadas para este estudio, además por la capacidad de planta instalada, la muestra es dirigida, para el caso de la empresa PLEMSA. A continuación, se procedió a la implementación metodológica, se calculó los coeficientes técnicos de materiales e insumos para cada producto, precisando las demandas y los recursos disponibles.

Se formuló el modelo de optimización con ocho variables de decisión, que corresponden a cada uno de los derivados lácteos que la empresa produce; luego se planteó las restricciones de demanda para cada producto, las restricciones de la cantidad de leche disponible, las



restricciones de los insumos y finalmente la restricción del presupuesto semestral asignado. Finalmente se realizó la interpretación de los resultados, la solución dio como valor del beneficio total la suma de S/. 141,958.90 nuevos soles de utilidades para el semestre, frente a una utilidad actual de S/. 66,939 nuevos soles.

2.1.3 Antecedentes a Nivel Internacional

- A.** Un modelo de programación lineal para la optimización de la ganancia en un restaurant y su comparación con otras técnicas utilizadas de perfeccionamiento del menú; Fernández J.; Universidad de la Habana; Cuba; 2015

El trabajo de investigación tuvo como objetivo principal contrarrestar las ganancias obtenidas en enero del 2015 en el restaurant, sin hacer cambios en la carta del menú, en los costos y en los precios, únicamente variando la cantidad de venta de cada plato para incrementar las ganancias del restaurant.

Para llevar a cabo la investigación se plantearon 17 variables, cada una representaba un plato diferente. En el modelo de programación lineal se planteó la función objetivo (la maximización del margen de contribución de cada plato). Asimismo, se plantearon 5 restricciones que fueron en base a los costos de cada plato los cuales no podían superar los costos del mes evaluado, la demanda mínima de cada plato, los ingresos de cada plato debiendo ser mayor a las obtenidas en el mes de Enero, y finalmente la suma de la cantidad de platos a vender que debe ser igual a la cantidad de platos vendidos en el mes de Enero.

Después de resolver el planteamiento de programación lineal mediante el método simplex se tuvo como resultado el posible incremento de las ganancias en caso de haber planificado las ventas de los diversos platos, de haber ganado 6299. 19 pesos cubanos a poder ganar 6951.84 pesos cubanos lo que equivale a un incremento del 10.26 % de las ganancias solo variando la venta de los diferentes platos ofertados por el restaurant.



2.2 Bases Teórico-Científicas

2.2.1 Costeo Directo

Denominado también costeo variable o costeo marginal el cual se utiliza ampliamente para la toma de decisiones en operaciones futuras, con base a información presupuestal.

Según García Colín, (2008) “El costo directo es un método de la contabilidad de costos que se basa en el análisis del comportamiento de los costos de producción y operación, para clasificarlos en costos fijos y costos variables, con el objeto de proporcionar suficiente información relevante a la dirección de la empresa para su proceso de planeación estratégico”.

La cual se determina de la siguiente forma:

Tabla 1. Estado de resultados según el costeo directo (*García Colín, 2008*)

Ventas
- Costos variables de:
• Producción
• Venta
Total de costos variables
= Margen de contribución
- Costos Fijos de:
• Producción
• Administración
• Venta
Total de costos fijos
= Utilidad de Operación

Algunas de las ventajas que menciona García Colín, (2008) sobre el costeo directo son:

- Permite una mejor planeación de las operaciones futuras. Con facilidad puede suministrar presupuestos confiables de costos fijos y costos variables.
- En el estado de resultados, las utilidades están en función del volumen de ventas.
- La dirección de la empresa puede comprender mejor el efecto que los costos del periodo (costos fijos) tienen sobre las utilidades, y facilitar la toma de decisiones.



- Permite establecer cuál es la combinación óptima de precios y volumen de operación de los productos que genera la mayor retribución sobre la inversión, de acuerdo con la ley de la oferta y la demanda.
- Permite a la dirección de la empresa tener un mayor control de las fuentes que generan las utilidades.

2.2.1.1 Margen de contribución

Según Charles , Srikant, & Madhav (2012) el margen de contribución resulta de la diferencia entre los ingresos totales o ingreso por ventas y los costos variables totales que incluyen los costos variables de producción y los costos variables de ventas.

Así mismo Souza , Clemente , & Perfecto, (2006) mencionan que al ser el margen de contribución un parámetro independiente del volumen producido, permite crear el análisis de mix de productos a través de la programación lineal.

2.2.1.2 Ingresos por venta

Los ingresos por venta se refieren a la sumatoria de todos los ingresos percibidos por las ventas realizadas en un periodo determinado, este se determina multiplicando el precio de venta de los productos por la cantidad vendida en dicho periodo.

2.2.1.3 Costos variables de venta

Los costos variables de venta es la suma de todos los costos variables de producción (materia prima, insumos, etc.) y costos variables de venta como son las comisiones. Otra forma de determinar los costos variables de venta es hallando la suma de todos los productos vendidos multiplicados por su costo unitario variable correspondiente.

2.2.1.4 Margen de Contribución Unitario

El margen de contribución unitario (MCU) es calculado a partir de restar del precio de venta unitario, los costos y gastos variables unitarios del producto o servicio. Esta cifra indica el dinero que queda por unidad vendida para cubrir los costos y gastos fijos del negocio. De lo



anterior se puede deducir que para que un producto o un servicio generen una contribución marginal, el precio de venta unitario debe ser mayor que sus costos y gastos variables por unidad. Adicionalmente, para que dicho producto o servicio genere utilidades operativas, su margen de contribución total —el cual es igual al margen de contribución unitario por el número de unidades vendidas— debe ser positivo, para que aporte al cubrimiento de los costos y gastos fijos totales. (Uribe Marín, 2011, p. 161)

2.2.2 Demanda y Oferta

Para Mankiw (2012) la demanda es la cantidad que los compradores están dispuestos a adquirir de un determinado bien ya sea producto o servicio. Así mismo expone que la oferta es la cantidad de productos que el fabricante realiza para ponerlo a disposición del mercado.

2.2.3 Pronóstico

Según Chapman (2006, pág.17) “el pronóstico no es realmente una predicción, sino una proyección estructurada del conocimiento pasado”.

Así también pronosticar es el arte y la ciencia de predecir los eventos futuros que pueden implicar el empleo de datos históricos y su proyección hacia el futuro mediante algún tipo de modelo matemático o puede ser una predicción subjetiva o intuitiva y así mismo puede ser una combinación de éstas —es decir, un modelo matemático ajustado mediante el buen juicio del encargado de realizar el pronóstico. (Heizer & Render, 2009, p. 106)

Así mismo el autor menciona que los horizontes del pronóstico son tres: de corto, mediano y largo plazo, los cuales se diferencian por el tiempo en el que se hace para el pronóstico, el de corto plazo puede ser menor a 3 meses e incluso llegar a un año, el de mediano plazo varía entre 3 meses y 3 años y el de largo plazo son pronósticos para un periodo de tiempo mayor a 3 meses. Uno de los usos más frecuentes que se les dan a los pronósticos son los de demanda



que según el autor son proyecciones de la demanda de productos o servicios de una empresa, a estos también se les conocen como pronósticos de ventas y sirven para la planeación.

2.2.3.1 Promedio Móvil Simple

Para Chapman (2006) “Los promedios móviles simples son como su nombre lo indica, nada más que el promedio matemático de los últimos periodos recientes de la demanda real.” La ecuación general para obtenerlos tiene la siguiente forma:

$$F_t = \frac{A_{t-n} + A_{t-n+1} + \dots + A_{t-1}}{n}$$

Donde:

F, es el pronóstico

t, es el periodo de tiempo actual, lo que significa que F_t es el pronóstico para el periodo de tiempo actual.

A_t, es la demanda real en el periodo **t**, y

n, es el número de periodos que se utiliza.

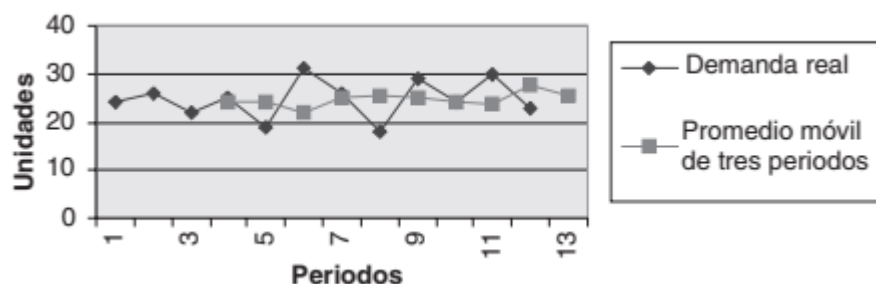


Figura 1. Ejemplo de promedio móvil de tres periodos (Elaboración propia -Chapman, 2006)

Así también recalcar dos puntos importantes que se muestran en la Figura 1.

Primero: Es bastante evidente que la línea de pronóstico es más suave que la línea de demanda, lo que demuestra el impacto de tomar un promedio. Mientras más periodos se utilicen para calcular el promedio móvil, el resultado será más suave. El motivo es que, al emplear más periodos en el promedio, cualquiera de los puntos de demanda tendrá menos influencia general.



Segundo: El pronóstico siempre quedará rezagado en relación con toda la demanda real. Esto no resulta tan obvio en la gráfica, pero suponga que utilizamos el mismo método para gráficas de un patron de demanda con una tendencia ascendente, donde claramente la forma en que el pronóstico esta rezagado de manera constante respecto de la tendencia en la información. (Chapman, 2006, pág. 29)

Cabe recalcar que tambien es necesario determinar los errores del pronóstico, mediante el MAD (Mean Absolute Deviation) que significa el promedio de las desviaciones absolutas matematicas de los errores de los diferentes periodos tomados, como se mencionó en el punto primero, ya que cada punto de demanda tendra una influencia diferente. Estos errores del pronóstico nos permitirá tomar decisiones o acciones correctiva, los cuales se determinan de la siguiente manera:

$$MAD = \frac{\sum |Real - Pronóstico|}{n}$$

Según (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) el stock de seguridad es “un excedente de inventario que protege contra la incertidumbre de la demanda, el tiempo de espera y los cambios en el abastecimiento”.

Como mencionan (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) “Algunos planificadores de inventario que utilizan sistemas manuales prefieren trabajar con la desviación media absoluta (MAD, del inglés mean absolute deviation) y no con la desviación estándar, porque la primera es más fácil de calcular”. Para calcular el stock de seguridad sólo se debería multiplicar la desviación media absoluta por 1.25, por lo que el inventario de seguridad o el stock de seguridad (SS), se determinaría de la siguiente manera:

$$SS = MAD * 1.25$$



2.2.4 Materia prima

Para Chapman (2006, pag. 102) “La materia prima constituye el inventario que debe adquirirse para utilizarlo en el proceso de producción, y que no tiene un valor añadido por el proceso de producción de la compañía”.

Siendo un aspecto fundamental en la actividad de compras ya que al ser el área donde la producción suele dar inicio, en especial lo que concierne al abastecimiento de los servicios y el material necesario —como la “materia prima”— para la producción.

2.2.5 Investigación de Operaciones

La investigación de operaciones es una disciplina aplicada a problemas de conducción y coordinación de actividades en cualquier organización. Usando como base el método científico para explorar los diversos problemas, también en algunos casos se usa el término ciencia de la administración en vez de investigación de operaciones.

Una de las características importantes de la Investigación de operaciones es que busca encontrar la mejor solución o solución óptima para el problema, en otras palabras, no solo busca mejorar el estado de las cosas, sino identificar la mejor acción posible. (Hillier & Lieberman, 2010, p.1-2).

El proceso de investigación de operaciones se resume en 6 fases las cuales se describen en el siguiente cuadro:



Tabla 2. Fases de un estudio de la investigación de operaciones

FASES DE UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES	
Definición del problema y recolección de datos	<p>Esta primera fase consiste en realizar un breve resumen bien definido acerca del problema, en el cual se deben incluir los objetivos, las posibles restricciones y las interrelaciones existentes del área de estudio con las demás áreas de la empresa. Además, se debe tener en cuenta que la investigación de operaciones trata de encontrar soluciones óptimas globales (que incluyan a toda la empresa). También en esta fase se deben recolectar datos, esto por lo general toma mucho tiempo y no necesariamente serán exactos, por lo que el equipo del estudio debe mejorar la exactitud de los datos y trabajar con lo mejor que pudo obtener. Se debe recordar que un equipo de investigación de operaciones trabaja a nivel de asesoría, realizando un análisis técnico para posteriormente presentar recomendaciones con diferentes alternativas en función a los parámetros.</p>
Formulación de un modelo matemático	<p>Consiste en la construcción de un modelo matemático que represente la esencia del problema, este modelo debe contener las variables de decisión, la función objetivo, las restricciones y los parámetros que representen el problema. Se debe tener en cuenta que la determinación de los parámetros es una tarea crítica para la construcción del modelo por lo que es necesario que exista una alta correlación entre la predicción del modelo y lo que ocurre en la vida real. Asimismo, los parámetros llegarán a ser estimaciones por lo que tendrán que ser evaluados adecuadamente mediante el análisis de sensibilidad.</p>
Obtención de soluciones a partir del modelo	<p>En esta fase se busca dar una solución al modelo normalmente por computadora, la cual aplica algoritmos iterativos de solución mediante algunos paquetes de software. El resultado de esta fase es hallar la solución óptima para el modelo elaborado y realizar el análisis de sensibilidad para dicho</p>



FASES DE UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES	
	modelo determinando que parámetros son críticos ya que, si cambian, la solución óptima también cambia.
Prueba del modelo	En esta fase se analiza si la solución óptima del modelo tiene sentido, por lo cual se analizan los posibles errores cometidos al modelar el problema y se mejorará el modelo hasta obtener resultados razonables y se reduzcan las fallas en su mayor cantidad posible. Un planteamiento más sistemático de la prueba modelo se logra mediante el empleo de una prueba de retrospectiva. Esta prueba utiliza datos históricos y reconstruye el pasado para determinar el modelo y si la solución resultante hubiera tenido un buen desempeño. Así mismo puede indicar también las áreas en las que el modelo tiene fallas y requiere modificaciones.
Preparación para la aplicación del modelo	Una vez dada la validez del modelo se debe brindar a la administración los resultados, el procedimiento de solución y el análisis de sensibilidad para su implementación. En caso sea un modelo que se use varias veces este debe ser sistematizado y documentado para ser usado posteriormente. Generalmente la sistematización del modelo se da mediante un software para computadora, donde las bases de datos y los sistemas de información administrativos proporciona las entradas actualizadas para el modelo cada vez que se usa.
Implementación	En esta fase se implementa el modelo dependiendo de la administración y de la gerencia operativa de la empresa ya que estos usarán adecuadamente la información transmitiéndola y tangibilizándola para toda la empresa. Finalmente se deberá estar al tanto de las posibles variaciones de los parámetros para modificarlos a tiempo y así mismo se puedan corregir los errores oportunamente.

(Elaboración propia -Hillier & Lieberman, 2010)



2.2.6 Programación Lineal

Como menciona Taha (2005) la programación lineal es la técnica de investigación de operaciones más antigua y destacada. Asimismo, varios problemas del área de la programación entera y no lineal se solucionan básicamente mediante el uso de una secuencia de programas lineales. La programación lineal tiene dos componentes muy importantes: la función objetivo (que es de maximización cuando lo que se persigue es el máximo de la utilidad o de minimización cuando se persigue un mínimo de costos o egresos de una empresa) y las restricciones.

La programación lineal utiliza un modelo matemático para describir el problema. El adjetivo lineal significa que todas las funciones matemáticas del modelo deben ser funciones lineales. En este caso, la palabra programación no se refiere aquí a términos computacionales; en esencia es sinónimo de planeación. Por lo tanto, la programación lineal involucra la planeación de actividades para obtener un resultado óptimo; esto es, el resultado que mejor alcance la meta especificada —de acuerdo con el modelo matemático— entre todas las alternativas factibles.

Aunque la asignación de recursos a las actividades es la aplicación más frecuente, la programación lineal tiene muchas otras posibilidades. En realidad, cualquier problema cuyo modelo matemático se ajuste al formato general del modelo de programación lineal, es un problema de programación lineal. (Hillier & Lieberman, 2010, p.21).

2.2.6.1 Función objetivo

Según Eppen, Gould, Schmidt, Moore, & Weatherford, (2000) En el léxico de la optimización, la medida de desempeño por optimizar se llama función objetivo.

Un paso crucial en la formulación de un modelo de investigación operativa es la construcción de la función objetivo. Esta tarea requiere desarrollar una medida cuantitativa del desempeño asociado a cada objetivo que el tomador de decisiones identifica cuando



define el problema. Si en el estudio se contempla más de un objetivo, es necesario transformar y combinar las medidas respectivas en una medida compuesta de eficacia llamada medida global de desempeño. (Hillier & Lieberman, 2010, p.11).

2.2.6.2 Restricciones

También se expresan en términos matemáticos todas las limitaciones que se puedan imponer sobre los valores de las variables de decisión, casi siempre en forma de ecuaciones o desigualdades. Con frecuencia, tales expresiones matemáticas de las limitaciones reciben el nombre de restricciones. Las constantes (los coeficientes o el lado derecho de las expresiones) de las restricciones y de la función objetivo se llaman parámetros del modelo. (Hillier & Lieberman, 2010, p.10).

En el contexto de la construcción de modelos para Eppen, Gould, Schmidt, Moore, & Weatherford, (2000) las restricciones impuestas sobre la decisiones permisibles son importantes, ya que se presentan como limitaciones (economicos, fiscos y operativas) y requerimientos (económicos, físicos y exigencias políticas).

2.2.6.3 Método Gráfico

El metodo gráfico es un método de solución a problemas de programación lineal cuya principal característica es que el problema presente únicamente dos variables de decisión. Según (Hillier & Lieberman, 2010) el primer paso a realizar es plantear la función objetivo y las restricciones del problema (de ser el caso incluir restricciones de no negatividad), posteriormente se grafica las restricciones en un plano, una vez graficada las restricciones se obtiene la región factible que es un área formada por las uniones de todas las intersecciones de las restricciones gráficas que contiene todas las soluciones factibles (soluciones del modelo que cumplen con todas las restricciones) y a la union de dos restricciones se le denomina solución factible en un vértice (FEV). Finalmente se halla un valor óptimo que es el valor que maximiza o minimiza la función objetivo de acuerdo al problema, este se determina por un



procedimiento de prueba y error que involucra dibujar una familia de rectas paralelas que contengan al menos un punto en la región factible y así elegir la que corresponda a mayor valor de la función objetivo estas rectas deben ser desplazadas de acuerdo a su pendiente avanzado a donde la función objetivo se maximice o minimice de acuerdo al problema. En el siguiente cuadro se explica el método con un ejemplo.

Tabla 3. Ejemplificación del método gráfico

Ejemplificación del metodo gráfico	
Procedimiento	Ejemplificación $Z = 3X_1 + 5X_2$,
Establecer función objetivo	Maximizar
Establecer restricciones	$X_1 \leq 4$ $2X_2 \leq 12$ $3X_1 + 2X_2 \leq 18$ $X_1 \geq 0, \quad X_2 \geq 0.$
Gráfica de las restricciones y determinación de la región factible	
Determinación del valor óptimo	
Interpretación del resultado	El valor que maximiza la función es cuando el valor de la variable es de 2 y el valor de la variable es de 6, por lo que el valor máximo de la función objetivo es de 36.

(Elaboración propia -Hillier & Lieberman, 2010)



2.2.6.4 Método simplex

El método simplex fue desarrollado por George Danzing en 1947, según (Taha, Investigación de operaciones , 2012) a diferencia del método gráfico o geométrico el método simplex es un proceso que determina los puntos de esquina (soluciones básicas o soluciones factible en un vértice (FEV)), convirtiendo todas las restricciones de desigualdad en ecuaciones, este método se resuelve mediante iteraciones siendo cada interacción una esquina, que es una solución mejor a la anterior de tal forma que se repita hasta obtener el mejor posible (Óptimo), así mismo el cálculo del método simplex puede implicar cálculos voluminosos y tediosos , por lo que recurre a un computador para solucionar este tipo de problemas.

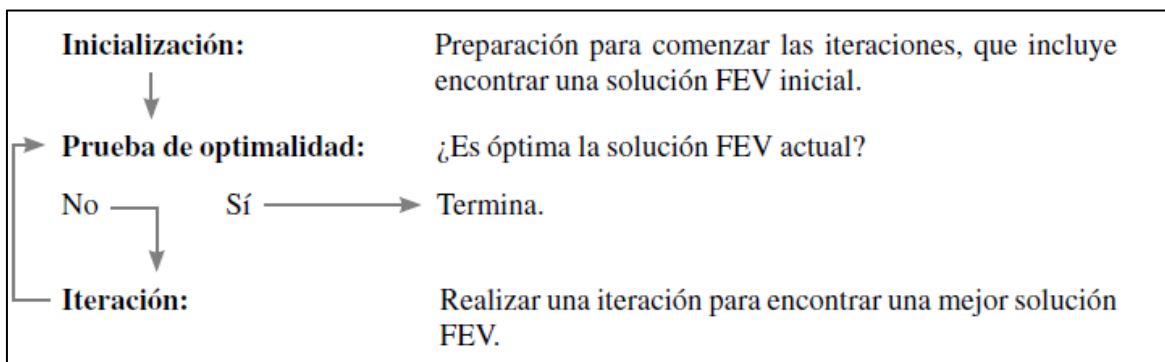


Figura 2. Proceso que realiza el método simplex (Hillier & Lieberman, 2010)

Siguiendo el siguiente procedimiento:



Tabla 4. Procedimiento algebraico del metodo simplex (Elaboración propia -Hillier & Lieberman, 2010)

Procedimiento	Descripción
Paso inicial	Se elige el origen (variables = 0) como la solución FEV inicial. Cuando se tiene demasiadas variables de decisión para encontrar una solución FEV inicial, evitando la necesidad de usar un procedimiento algebraico para obtenerla.
Prueba de optimalidad	Solo se verifica si alguna de las aristas conduce a una tasa positiva de mejoramiento de Z. Si ninguna lo hace, la solución FEV actual es optima.
Iteración 1	
Paso 1 (Determinación de la dirección de movimiento)	Elegir una variable no básica para que aumente su valor (y se ajustan los valores de las variables básicas para que satisfagan en sistema de ecuaciones). Si aumenta el valor de esta variable no básica se convertirá en variable básica de la siguiente solución.
Paso 2 (Determinación de donde detenerse)	Determinar que variable básica llega a cero primero cuando aumenta el valor de la variable básica entrante. Al disminuir hasta cero el valor de esta variable se llama variable básica saliente de la iteración actual.
Paso 3 (Resolución de una nueva solución Básica Factible)	Convertir el sistema de ecuaciones en una forma más conveniente (Mediante la eliminación Gaussiana) para llevar a cabo la prueba de optimalidad y la siguiente iteración (si es necesario).
Prueba de optimalidad	Proporcionar el valor de la función objetivo en términos nada más de las variables actuales.
Iteración 2	Si es necesaria



A continuación se muestra la transición del método gráfico al modelo algebraico utilizado por el método simplex.

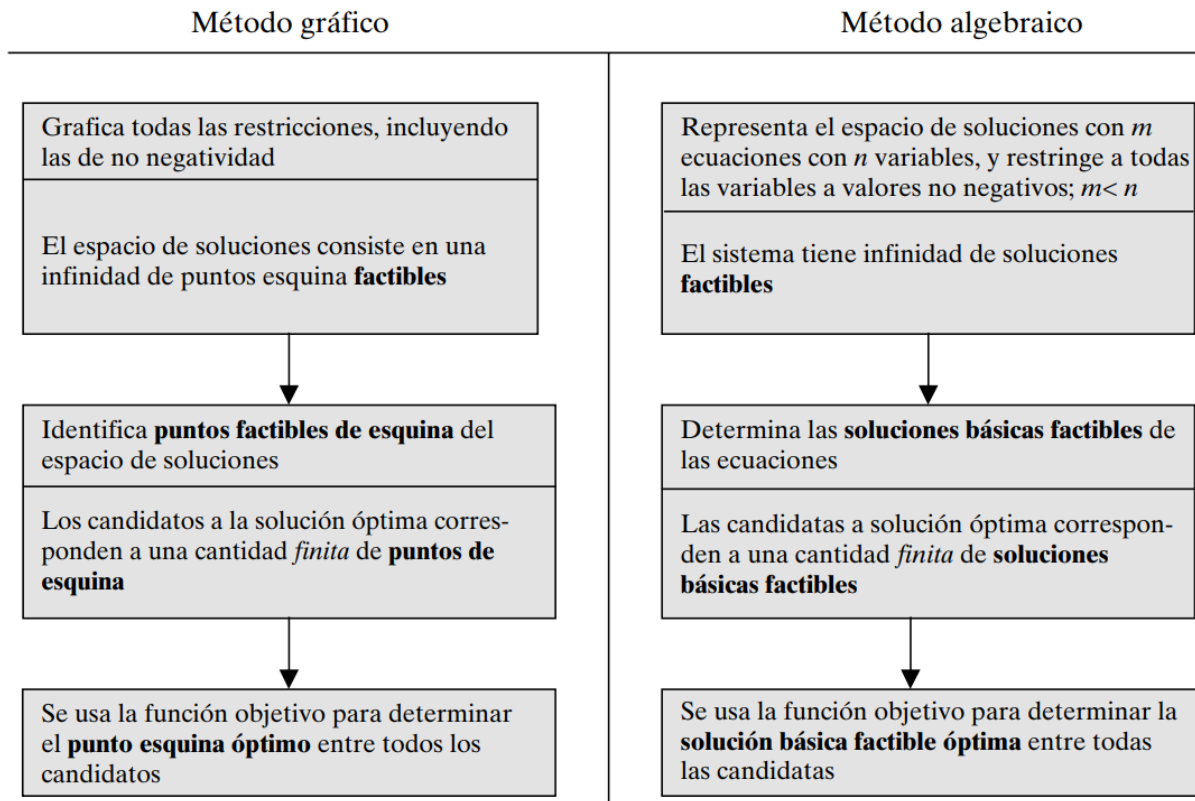


Figura 3. Transición de método gráfico al método algebraico (Taha, Investigación de operaciones , 2012)

Anteriormente se presentó el procedimiento algebraico del método simplex que permite entender de mejor manera la lógica de iteración. Pero para la realización de cálculos a mano especialmente lo más conveniente es realizar su forma tabular. La forma tabular solo registra información esencial, como los coeficientes de las variables, las constantes del lado derecho de las ecuaciones y la variable básica que aparece en cada ecuación. Evitando escribir los símbolos de las variables en cada ecuación, así poner más hincapié en los números que se usan en los cálculos aritméticos y registrarlos de manera compacta como se muestra en la siguiente figura.



a) Forma algebraica	b) Forma tabular								
	Variable básica	Ec.	Z	Coeficiente de:					Lado derecho
				x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
(0) $Z - 3x_1 - 5x_2 = 0$	Z	(0)	1	-3	-5	0	0	0	0
(1) $x_1 + x_3 = 4$	x_3	(1)	0	1	0	1	0	0	4
(2) $2x_2 + x_4 = 12$	x_4	(2)	0	0	2	0	1	0	12
(3) $3x_1 + 2x_2 + x_5 = 18$	x_5	(3)	0	3	2	0	0	1	18

Figura 4. Formas del metodo simplex (Hillier & Lieberman, 2010)

La forma tabular usa una tabla para desplegar de manera compacta el sistema de ecuaciones que conduce a la solución. De acuerdo con esta solución, cada variable de la columna de la izquierda es igual al número correspondiente en la columna de la derecha (y las variables que no aparecen son iguales a cero). Cuando se realiza la prueba de optimalidad o una iteración, los únicos números relevantes son los que están a la derecha de la columna Z.

A continuación se extraerá un ejemplo de (Taha, Investigación de operaciones , 2012) para mostrar cómo se debe representar una tabla simplex para un determinado problema de programación lineal.

	Maximizar $z = 5x_1 + 4x_2 + 0s_1 + 0s_2 + 0s_3 + 0s_4$
sujeta a	$6x_1 + 4x_2 + s_1 = 24$ (materia prima M1) $x_1 + 2x_2 + s_2 = 6$ (materia prima M2) $-x_1 + x_2 + s_3 = 1$ (límite de demanda) $x_2 + s_4 = 2$ (límite de demanda) $x_1, x_2, s_1, s_2, s_3, s_4 \geq 0$

Figura 5. Ejemplo de un problema de programación lineal (Taha, Investigación de operaciones , 2012)

Tabla 5. Representación en tabla simplex del ejemplo anterior (Taha, Investigación de operaciones , 2012)

Básica	z								Solución	
z	1	-5	-4		0	0	0	0	0	Renglón z
	0	6	4		1	0	0	0	24	Renglón
	0	1	2		0	1	0	0	6	Renglón
	0	-1	1		0	0	1	0	1	Renglón
	0	0	1		0	0	0	1	2	Renglón



2.2.6.5 Forma matricial del metodo simplex

Para entender mejor el metodo simplex se presenta su forma matricial que permite entender el potencial de este. Las computadoras no siempre siguen la forma tabular o la algebraica del metodo simplex, por lo tanto los programas usan una forma matricial (llamado tambien metodo simplex revisado) el cual es el mas adecuado por obtener los mismos resultados de la forma tabular y algebraica, pero calcula y almacena solo los números que necesita para la interacción actual, y después guarda los datos esenciales de manera mas compacta. (Hillier & Lieberman, 2010)

En la siguiente imagen que representa el modelo general se puede apreciar que las letras minusculas en negrita representan vectores y letras cursivas normales en caso de las escalares. Asu vez el (**0**) en negrita denota el vector nulo, mientras que el 0 normal representa un número cero.

Maximizar $Z = \mathbf{c}\mathbf{x}$,
 sujeta a:
 $\mathbf{A}\mathbf{x} \leq \mathbf{b}$ y $\mathbf{x} \geq \mathbf{0}$,

donde, \mathbf{c} = vector renglón.
 $\mathbf{c} = [c_1, c_2, \dots, c_n]$,
 \mathbf{x} , \mathbf{b} y $\mathbf{0}$ son vectores columna tales que

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix}, \quad \mathbf{0} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix},$$

y \mathbf{A} es la matriz

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}.$$

Figura 6. Representación del modelo general (Hillier & Lieberman, 2010)



Para obtener la forma aumentada del problema se introduce el vector columna de las variables de holgura.

$$\mathbf{x}_s = \begin{bmatrix} x_{n+1} \\ x_{n+2} \\ \vdots \\ x_{n+m} \end{bmatrix}$$

de manera que las restricciones se convierten en

$$[\mathbf{A}, \mathbf{I}] \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{x}_s \end{bmatrix} = \mathbf{b} \quad \text{y} \quad \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{x}_s \end{bmatrix} \geq \mathbf{0},$$

Figura 7. Representación de las restricciones (Hillier & Lieberman, 2010)

Donde \mathbf{I} es la matriz identidad de orden $m \times m$ y el vector nulo $\mathbf{0}$ ahora tiene $n + m$ elementos.

Para la obtención de la solución básica factible, cabe recalcar que busca obtener una secuencia de soluciones básicas factibles mejoradas hasta alcanzar la solución óptima. La forma matricial está relacionada con la forma en como obtiene las soluciones básicas factibles después de identificar sus variables básicas y no básicas. Dadas estas variables, la solución básica que resulta es la solución de las m ecuaciones. (Hillier & Lieberman, 2010)

$$[\mathbf{A}, \mathbf{I}] \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{x}_s \end{bmatrix} = \mathbf{b},$$

En las que las n variables no básicas de entre los $n + m$ elementos de:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{x}_s \end{bmatrix}$$

Figura 8. Solución básica factible (Hillier & Lieberman, 2010)



Se igualan a cero. Cuando se eliminan estas n variables al igualarlas a cero queda un conjunto de m ecuaciones con m incógnitas (las variables básicas). Este sistema de ecuaciones se puede denotar por:

$$\mathbf{B}\mathbf{x}_B = \mathbf{b},$$

donde el **vector de variables básicas**

$$\mathbf{x}_B = \begin{bmatrix} x_{B1} \\ x_{B2} \\ \vdots \\ x_{Bm} \end{bmatrix}$$

se obtiene al eliminar las variables no básicas de

$$\begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{x}_s \end{bmatrix},$$

Figura 9. Sistema de ecuaciones básicas

y la **matriz base**

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & \dots & B_{1m} \\ B_{21} & B_{22} & \dots & B_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_{m1} & B_{m2} & \dots & B_{mm} \end{bmatrix}$$

Figura 10. Matriz base

Se obtiene al eliminar las columnas correspondientes a los coeficientes de las variables no básicas de $[\mathbf{A}, \mathbf{I}]$. (Aún más, los elementos de \mathbf{x}_B y, por lo tanto, las columnas de \mathbf{B} pueden colocarse en orden diferente al ejecutar el método símplex.)

El método símplex introduce sólo variables básicas tales que \mathbf{B} sea *no singular*, de manera que \mathbf{B}^{-1} siempre existe. De esta forma, para resolver $\mathbf{B}\mathbf{x}_B = \mathbf{b}$, se premultiplican ambos lado por \mathbf{B}^{-1} :



$$\mathbf{B}^{-1} \mathbf{B} \mathbf{x}_B = \mathbf{B}^{-1} \mathbf{b}$$

Como $\mathbf{B}^{-1} \mathbf{B} = \mathbf{I}$, la solución deseada para las variables básicas es:

$$\mathbf{x}_B = \mathbf{B}^{-1} \mathbf{b}$$

Sea \mathbf{c}_B el vector cuyos elementos son los coeficientes de la función objetivo (incluye los ceros para las variables de holgura) que corresponden a los elementos de \mathbf{x}_B . El valor de la función objetivo de esta solución básica es:

$$Z = \mathbf{c}_B \mathbf{x}_B = \mathbf{c}_B \mathbf{B}^{-1} \mathbf{b}.$$

Figura 11. Representación de la función objetivo

Tabla 6. Procedimiento algebraico del metodo simplex

Procedimiento	Descripción
1. Inicialización:	Ingresar la variables de holgura, etc. para obtener las variables basicas iniciales. Lo que nos da \mathbf{x}_B , \mathbf{c}_B , \mathbf{B} y \mathbf{B}^{-1} (donde $\mathbf{B} = \mathbf{I} = \mathbf{B}^{-1}$ bajo nuestra suposición actual de que el problema que se pretende resolver se adapta a nuestra forma estándar). Después se procede a la prueba de optimalidad.
2. Iteración:	<p>Paso 1. Determine la variable básica entrante: Remítase a los coeficientes de las variables no básicas de la ecuación (0) que se obtuvieron en la aplicación anterior de la prueba de optimalidad. Después seleccione la variable de coeficiente negativo que tenga el valor absoluto mayor como la variable básica entrante.</p> <p>Paso 2. Determine la variable básica saliente: Utilice las expresiones matriciales $\mathbf{B}^{-1} \mathbf{A}$ (para los coeficientes de las variables orginales) y \mathbf{B}^{-1} (para los coeficientes de las variables de holgura), para calcular los coeficientes de la variable básica entrante en cada una de las ecuaciones excepto la ecuación (0). Asimismo, utilice los cálculos anteriores de $\mathbf{x}_B = \mathbf{B}^{-1} \mathbf{b}$ (véase el paso 3) para identificar el lado derecho de dichas ecuaciones. Después utilice la prueba del cociente mínimo para seleccionar la variable básica saliente.</p> <p>Paso 3. Determine la nueva solución Basica Factible: Actualice la matriz base \mathbf{B}, esto es, reemplace la columna de la variable básica</p>



	saliente por la columna correspondiente en $[A, I]$ para la variable básica entrante. Asimismo, lleve a cabo los reemplazos correspondientes en x_B y c_B . Después deduzca B^{-1} y fije el valor de $x_B = B^{-1}b$.
3. Prueba de optimalidad:	Use las expresiones matriciales, $c_B B^{-1} A - c$ (para los coeficientes de las variables originales) y $c_B B^{-1}$ (para los coeficientes de las variables de holgura), para calcular los coeficientes de las variables no básicas de la ecuación (0). La solución Basica Factible actual es óptima si y sólo si todos estos coeficientes son no negativos. Si la solución es óptima, deténgase. De otra forma, realice otra iteración a fin de obtener la solución Basica Factible siguiente.

(Elaboración propia -Hillier & Lieberman, 2010)

2.2.7 Análisis de sensibilidad

Dentro de los parámetros del modelo se usan $(a_{ij}, b_i, \text{ y } c_j)$ que son las estimaciones de las cantidades cuyos valores no se conocerán hasta que el estudio de programación lineal se lleve a la práctica. Como propósito principal del análisis de sensibilidad es identificar los parámetros sensibles, osea aquellos parámetros que no pueden cambiar sin variar la solución óptima. Estos parámetros son importante que sean controlados muy de cerca a medida que el modelo se ejecuta. Si se descubre que el valor verdadero de un parámetro sensitivo difiere de su valor estimado en el modelo, esto da la señal inmediata de que la solución debe cambiar.

Asu vez Alvarez A. (2001) menciona que “el análisis de sensibilidad convierte la solución estática de la programación lineal en un instrumento dinámico que evalúa las condiciones cambiantes. Por tanto, adquiere valor como instrumento administrativo ya que las industrias y negocios están sometidos a cambios continuos y subsiguiente reevaluación”.

2.2.7.1 Sensibilidad de los coeficientes de la función objetivo.

Según Alvarez A. (2001) “Gráficamente estos coeficientes determinan la pendiente de la función objetivo la cual puede ser una línea (dos variables) un plano (tres variables) o un



hiperplano (cuatro o más variables), la cual dependiendo de la variación de uno de los coeficientes puede o no modificar el valor de la función objetivo”.

Así también menciona Alvarez A. (2001) “Cuando se tiene un cambio considerable en el coeficiente, desplaza la solución objetivo hacia un nuevo punto. Por lo tanto, el análisis de sensibilidad responde la pregunta de que tanto puede variarse estos coeficientes antes que tenga lugar este desplazamiento, antes de que pueda obtenerse una nueva solución óptima”.

Permitiéndonos encontrar los rangos de variación de estos coeficientes, que cuando representan costo, beneficio, etc. toman individualmente cualquier valor dentro de este rango, la solución sigue siendo óptima y en caso de que el coeficiente de la función objetivo correspondiente a una variable no básica en la solución óptima experimenta un incremento, representado por:

$$\Delta C_j = (Z_j - C_j)$$

Donde el valor de $Z_j - C_j$ nos indica el aumento del coeficiente en la función objetivo de la variable X_j no básica que necesitaríamos para que este tome un valor distinto de cero. Por otra parte una disminución del coeficiente de la función de una variable no básica no hará más que mantenerla fuera de ella.

En caso que el coeficiente corresponda a una variable básica, determinar la variación esta dada también por $Z_j - C_j$, pero la variación de esta implica realizar un procedimiento más complejo con cada variable básica del modelo óptimo.

En un problema de programación lineal que esté maximizando al llegar a la solución óptima en la tabla final del simplex, sin soluciones alternativas todos los $Z_j - C_j$ correspondientes a variables no básicas o básica positivas si hay un C_k positivo y deseamos saber si su aumento puede alterar la solución hallada debemos considerar todos los productos $C_k * X_{ij}$ que intervengan en el cálculo de los $Z_j - C_j$ positivos. (Alvarez A., 2001)



2.2.7.2 Sensibilidad de los términos independientes de las restricciones.

Para la identificación de los parámetros sensibles, en el caso de b_i , que representa los términos independientes de las restricciones. Utiliza el principio dual cuya solución óptima proporciona los precios sombra, para ver hasta que límite puede variar la recta de restricciones en el caso del método gráfico. O ya sea en el método simplex buscar un rango que no intervenga directamente en la variación de la función objetivo.

<i>Problema primal</i>	<i>Problema dual</i>
Maximizar $Z = cx,$ sujeta a $Ax \leq b$ y $x \geq 0.$	Minimizar $W = yb,$ sujeta a $yA \geq c$ y $y \geq 0.$

Figura 12. Diferencia entre el problema principal y dual (Hillier & Lieberman, 2010)

Como se muestra en la Figura 12. En consecuencia, (Hillier & Lieberman, 2010) nos aclara que el problema primal esta en la forma de maximización, y el problema dual está en la forma de minimización. Aún más, el problema dual usa exactamente los mismos parámetros que el problema primal, pero en diferentes lugares, tal como se resume a continuación.

1. Los coeficientes de la función objetivo del problema primal son los lados derechos de las restricciones funcionales del problema dual.
2. Los lados derechos de las restricciones funcionales del problema primal son los coeficientes de la función objetivo del problema dual.
3. Los coeficientes de una variable de las restricciones funcionales del problema primal son los coeficientes de una restricción funcional del problema dual.

2.2.7.3 Interpretación del problema dual

Entendemos que la meta del método símplex es encontrar la manera de usar los recursos disponibles en la forma más provechosa. Para alcanzarla, debe llegar a una solución básica



factible que satisfaga todos los requisitos sobre el uso provechoso de los recursos, en el caso del problema dual las restricciones que presenta. Estos requisitos comprenden la condición de optimalidad del algoritmo. Para cualquier solución Básica Factible dada, los requisitos (restricciones duales) asociados con las variables básica se satisfacen de manera automática (con la igualdad). Sin embargo, los asociados con las variables no básicas pueden o no ser satisfechos.

2.2.8 Software Para la Programación Lineal

Los problemas reales por lo general tienen una gran cantidad de variables y restricciones que restringen su solución manual, por este motivo para Otero Ricardo es necesario la utilización de softwares de programación lineal, los cuales son:

- GLPK
- LPS
- WinQSB
- Gams
- Lingo
- Solver
- OpenSolver

2.2.8.1 OpenSolver

OpenSolver es un complemento de Excel VBA que amplía el solucionador incorporado de Excel con solucionadores más potentes y que permiten insertar más de 200 variables. Fue desarrollado y es actualizado por Andrew Mason y estudiantes del departamento de Ciencias de la Ingeniería, Universidad de Auckland, Nueva Zelanda. Cabe mencionar que los desarrollos recientes son cortesía de Jack Dunn en el MIT.

Así mismo J. Mason, (2012) menciona “OpenSolver es en gran medida compatible con el Solver Excel incorporado, lo que permite que la mayoría de los modelos LP/IP existentes se



resuelvan sin cambios. Sin embargo, OpenSolver no tiene ninguna de las limitaciones de tamaño que se encuentran en Solver y, por lo tanto, puede resolver modelos más grandes. Además, el solucionador CBC es a menudo más rápido que el solucionador incorporado”.

OpenSolver ofrece las siguientes características:

- Ofrece una gama de solucionadores para su uso en Excel.
- Compatible con modelos Solver existentes.
- No hay límites artificiales en el tamaño del problema que puede resolver.
- Es un software gratuito de código abierto.
- Proporciona motores de optimización de reemplazo.
- Un visualizador de modelos incorporado que resalta las variables de decisión, el objetivo y las restricciones de su modelo directamente en su hoja de cálculo.
- Un modo rápido QuickSolve que hace que sea mucho más rápido volver a resolver su modelo después de realizar cambios.
- Un algoritmo para construir y actualizar el modelo solo usando la información presente en la hoja.
- Una herramienta de modelado que mejora la ventana integrada de Solver.

2.3 Definiciones conceptuales

a. Costeo

Para Menesby (2016) “el costeo se define como la medición en términos monetarios, de la cantidad de recursos usados para algún propósito u objetivo, tal como un producto comercial ofrecido para la venta general o un proyecto de construcción. Los recursos emplean materia prima, materiales de empaque. Horas de mano de obra trabajada, prestaciones, personal salariado de apoyo, suministros y servicios comprados y capital atado en inventario, terrenos edificios y equipo”.



b. Margen de Contribución

Según Charles, Srikant, & Madhav (2012) el margen de contribución resulta de la diferencia entre los ingresos totales o ingreso por ventas y los costos variables totales que incluyen los costos variables de producción y los costos variables de ventas.

c. Ingreso por ventas

Según Charles, Srikant, & Madhav (2012) “se refieren a la sumatoria de todos los ingresos percibidos por las ventas realizadas en un periodo determinado, este se determina multiplicando el precio de venta de los productos por la cantidad vendida en dicho periodo.”

d. Pronóstico

Para Chapman (2006) la formulación de pronósticos (o proyección) “ es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro”.

e. Restricción

Chapman (2006) menciona que “Una restricción es, en términos generales, cualquier factor que limita a la compañía para alcanzar su objetivo”.

f. Base de datos

Megias Jimenez, y otros (2005) dicen que la base de datos “Es un conjunto estructurado de datos que representa entidades y sus interrelaciones. La representación será única e integrada, a pesar de que debe permitir utilizaciones varias y simultáneas”.

g. Oferta

Para Fischer & Espejo (2011) la oferta se refiere a "las cantidades de un producto que los productores están dispuestos a producir a los posibles precios del mercado”.



h. Demanda

Para Fischer & Espejo (2011) la demanda se refiere a "las cantidades de un producto que los consumidores están dispuestos a comprar a los posibles precios del mercado".

i. Disponibilidad

Según la norma UNE-EN 13306 (2002), podemos definir Disponibilidad como "la capacidad de un elemento de encontrarse en un estado para desarrollar una función requerida bajo unas condiciones determinadas en un instante dado, asumiendo que se proveen los recursos externos requeridos."

j. Función Objetivo

Según Puente Riofrío & Gavilánez Álvarez (2018) "Es la variable Z, la cual representa lo que se busca optimizar. La función objetivo tiene estrecho vínculo con la pregunta general que se desea responder. Si en un modelo resultan distintas preguntas, la función objetivo se relacionará con la pregunta de nivel superior, es decir; la pregunta fundamental".

k. Variables del problema

Según Puente Riofrío & Gavilánez Álvarez (2018) "Son aquellas variables desconocidas y que, al resolver el problema, deben quedar definidas con el propósito de alcanzar la optimización de la función objetivo. Se les denomina también variables de decisión, las cuales, en teoría, representan factores controlables del modelo y que contribuyen a la consecución de la función objetivo".

l. Coeficientes de la función objetivo

Según Puente Riofrío & Gavilánez Álvarez (2018) "representan las cantidades constantes que aparecen en la ecuación de la función objetivo."



2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

HG. La aplicación de la Programación Lineal en la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C, permite optimizar el Margen de Contribución en el año 2019.

2.5 Definición de las Variables

2.5.1 Variables

Variable Dependiente:

- Margen de contribución.

Variables Independientes:

- Programación lineal.



2.6 Operacionalización de Variables

Tabla 7. Cuadro de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	TIPO	DIMENSIONES	INDICADORES
Margen de contribución	Es el resultado de la diferencia de los ingresos por ventas de una empresa y sus costos variables de ventas o la sumatoria de los productos vendidos multiplicados por su margen de contribución.	Dependiente	Margen de contribución unitario	Unidades monetarias expresadas en soles
			Costos variables de venta y producción	Unidades monetarias expresadas en soles
			Ingresos por ventas	Unidades monetarias expresadas en soles
Programación lineal	Herramienta de la investigación de operaciones que permite optimizar una función objetivo bajo algunas restricciones planteadas.	Independiente	Costos variables unitarios	Unidades monetarias expresadas en soles
			Oferta	Unidades de productos
			Demanda	Unidades de productos
			Disponibilidad de materia prima	Cantidad de materia prima en Kg

Elaboración Propia



CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es **APLICADA** debido a que la presente investigación requirió de conocimiento teórico previo y resolvió un problema en concreto como menciona Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio (2014), que fue establecer la mezcla de productos óptima en la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C para poder maximizar su margen de contribución.

Por otro lado, el enfoque de la presente investigación es **CUANTITATIVA** debido a que el estudio se centró en observaciones cuantificables de las variables. Así mismo según la definición Pelakais (2000) este tipo de investigación tuvo como propósito predecir y controlar fenómenos a través de un enfoque de obtención de datos numéricos.

3.2 Nivel de la investigación

La presente investigación es de nivel **DESCRIPTIVO**, debido a que la finalidad de este proyecto como indican Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio (2014), fue especificar una determinada característica (margen de contribución), sometida a un determinado análisis bajo un modelo de optimización mediante la programación lineal.

3.3 Diseño de la investigación

En cuanto al diseño es **CUASIEXPERIMENTAL**, ya que como menciona Bernal (2010) se hizo la manipulación de algunas variables independientes para poder generar diversos escenarios y poder saber con qué escenario el margen de contribución llega al máximo valor, sin embargo, algunas de estas ya estuvieron dadas antes de modelar el problema de programación lineal.



3.4 Método de investigación

El método de investigación es **ANALÍTICO – SINTÉTICO**, ya que según Bernal (2010) se estudiaron los hechos partiendo de la descomposición del objeto de estudio que fue el análisis de cada una de las restricciones y posteriormente se integraron para ser estudiadas integralmente mediante el modelo de programación lineal.

Sin embargo, la investigación también se considera **DEDUCTIVA**, ya que según Bernal (2010) el método de investigación parte del análisis de teoremas, modelos y leyes de aplicación universal de validez ya comprobada, y fueron aplicadas a una solución en particular.

3.5 Unidad de estudio y muestra

3.5.1 Unidad de estudio

La unidad de estudio de la presente investigación es la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C, de la cual se extrajo informes y registros que nos proporcionaron para establecer la función objetivo y las restricciones del modelo de programación lineal, que incluyeron reportes de costos, disponibilidad de materia prima, reportes de ventas y reportes de producción.

3.5.2 Muestra

En el caso de la obtención de los datos se realizó un muestreo censal, ya que se trabajó con todos los datos brindados por la empresa, abarcando toda la unidad de estudio.



3.6 Instrumentos metodológicos de recolección de datos

Los instrumentos metodológicos de recolección de datos utilizados en el presente trabajo se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 8. Instrumentos metodológicos de recolección de datos

INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Formatos de recolección de datos	Registro de costos variables, precios de ventas y margen de contribución unitarios. <i>Ver Anexo 5</i>
	Registro de ventas para los años 2016, 2017 y 2018. <i>Ver Anexo 6</i>
	Registro de costos variables de producción y ventas. <i>Ver Anexo 7</i>
	Disponibilidad de materia prima. <i>Ver Anexo 8</i>

3.7 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos empleadas en la presente investigación fueron:

- Revisión documentaria, se utilizó esta técnica para la obtención de los datos tanto históricos como específicos de los informes y reportes brindados por la empresa.



CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO

4.1 Generalidades de la empresa

Los datos generales de la empresa Productos alimentarios Misky S.A.C. se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 9. Datos Generales de la Empresa

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	
Razón Social:	Productos alimentarios Misky S.A.C.
Nombre Comercial:	Productos alimentarios Misky.
RUC:	20526970340
Sector:	Secundario (industrial).
CIU:	Clasificación industrial internacional uniforme:15130 (elaboración de frutas, legumbres y hortalizas)
Ubicación:	Calle república de Bolivia C-11, Parque Industrial
Página Web:	www.productosmisky.com - www.krosscoffee.com
Misión:	“Productos Alimentarios Misky S.A.C, es una empresa agroindustrial que orienta sus acciones a la conservación de la biodiversidad andina, al fortalecimiento y mejoramiento continuo de sus procesos productivos y comerciales que permitan garantizar la calidad de sus productos y servicios que brinda, buscando generar una experiencia satisfactoria del cliente con la Empresa.”
Visión:	“Productos Alimentarios Misky S.A.C se esfuerza por mantenerse como empresa líder en el mercado de productos alimenticios de la Región Cusco, y ser una empresa reconocida a nivel nacional e internacional, en base al respeto y revaloración de los cultivos andinos logrando una buena distinción de sus productos por la calidad y garantía que otorgan; así como también el uso de buenas prácticas comerciales con sus clientes y los hombres del campo.”

(Elaboración propia-Datos brindados por la empresa Productos alimentarios Misky S.A.C.)



Productos alimentarios Misky S.A.C es una empresa familiar cusqueña, creada en el año 1983 por Patricia Kross. Ella comenzó su microempresa en la cocina de su casa, acompañada de sus pequeños hijos que daban el visto bueno a sus productos y con el apoyo de su cónyuge que siempre la alentó para seguir adelante, decidieron comprar un terreno. Desde entonces se trabajó para llegar a ser la empresa que es ahora, reconocida regionalmente y teniendo como socios a sus hijos. La empresa se especializa en productos derivados de frutas como son mermeladas, jarabes y deshidratados. Así mismo ofrecen otros productos como: miel de abejas, mantequilla de maní, café (bajo la marca Kross Coffee), productos elaborados con hoja de coca (toffees, galletas, mermeladas), infusiones, etc.



Figura 13. Productos que se elaboran

Así mismo la empresa presenta la siguiente estructura Organizacional:

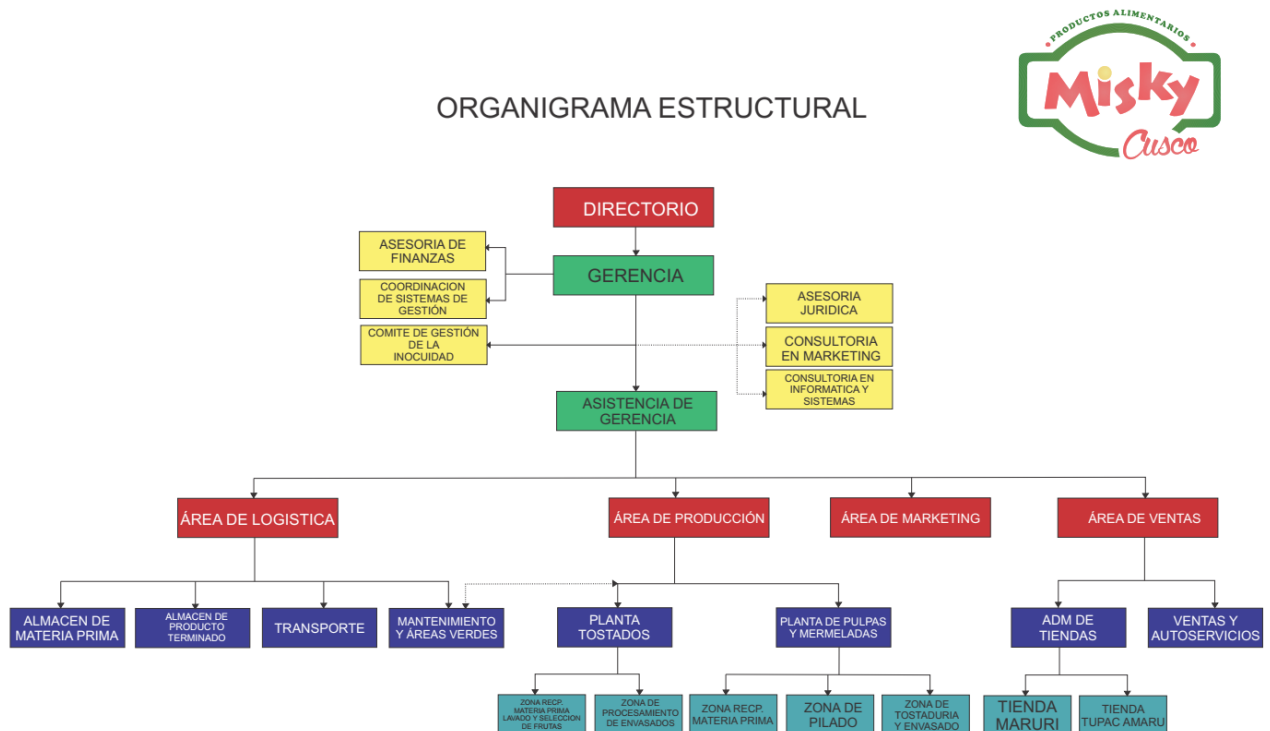


Figura 14. Organigrama Estructural de la empresa Misky SAC

4.2 Diagnóstico actual de la empresa

Para realizar el diagnóstico de la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C, se utilizó los documentos sobre planificación de la empresa para el 2019, en el cual estaba descrito el análisis PESTEC (análisis de factores externos a la empresa como son: políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y culturales que influyen en la empresa) ubicado en el **Anexo 3** , AMOFHIT (análisis de factores internos de la empresa como: administración, marketing, operaciones, finanzas, contabilidad, recursos humanos, sistemas de información y tecnología) ubicado en el **Anexo 4** , y FODA (análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa) ubicado en el **Anexo 2**, como resultado de la evaluación realizada por la empresa, se determinó mediante un análisis horizontal que el problema principal fue la caída del margen de contribución del 2018 con



respecto al 2017 con un valor de S/. 29,952.09 que representa una variación -7.05%, como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 10. Comparación del Margen de Contribución 2018-2017.

AÑO	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN
2017	S/. 455,027.05
2018	S/425,074.96
VARIACIÓN % 2018 VS 2017	-7.05%

Datos proporcionados por gerencia de la empresa Productos Alimentarios Misky S.A.C.- Elaboración Propia

Por otro lado, se realizó un diagrama causa efecto conjuntamente con miembros de la empresa (gerente general, contadora, vendedora y encargado de producción) tomando en cuenta los documentos sobre planificación para el año 2019 y determinar las causas que generaron la disminución del margen de contribución.

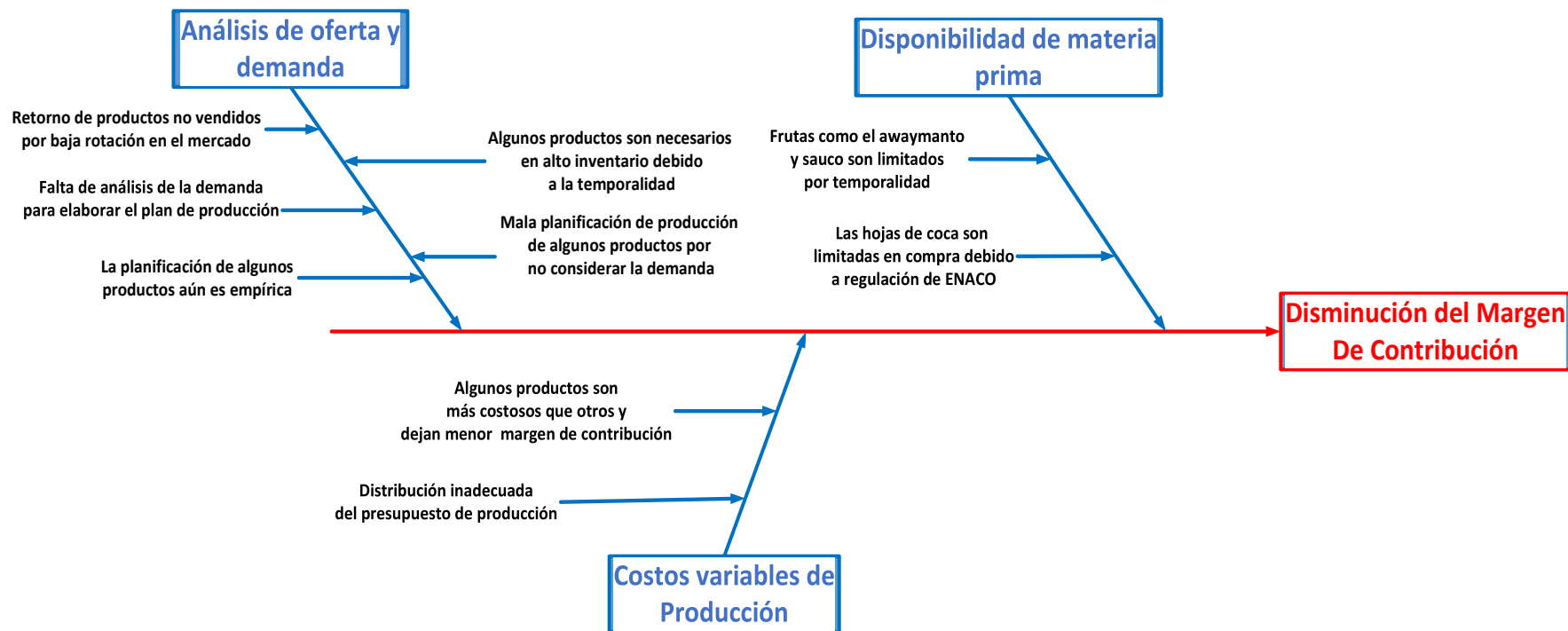


Figura 15. Diagrama Causa-Efecto
Fuente: Elaboración Propia