

**Diseño y Evaluación de Factibilidad de un Sistema Productivo de  
Suplementos Proteínicos a Base de Insectos**

**Cristian Alfonso Mercado Martínez**

**Trabajo de Grado para Optar por el Título de Magister en Ingeniería**

**Directora:**

**Kathleen Salazar Serna**

**Magíster en Finanzas**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA DE CALI  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL  
MAESTRÍA EN INGENIERIA INDUSTRIAL**

**CALI**

**2024**

# **Diseño y Evaluación de Factibilidad de un Sistema Productivo de Suplementos Proteínicos a Base de Insectos**

## **Design and Feasibility Evaluation for a Productive System of Protein Supplements Based on Insects**

Cristian Alfonso Mercado Martínez. \*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Master's Student in Industrial Engineering

Pontificia Universidad Javeriana

Department of Civil and Industrial Engineering

Cali - Colombia

Advisor: Kathleen G. Salazar Serna., M.Sc. \*

### **Abstract**

*This research proposal arises from the increase in world's demand for food, which has been occurring in the last decades due to the exponential growth of the population and its interest in different sports disciplines and healthy lifestyles. Currently, livestock, poultry and pig farming are the main sources of supply of raw materials to produce protein foods. However, the increased exploitation of natural resources generates a high environmental impact. For this reason, this work aims to evaluate the technical and financial viability of a productive system of protein supplements from sources coming from insects, designed under the Six Sigma methodology and with the application of simulation tools such as the Risk Simulator software. Results obtained from the study will allow the validation of a profitable alternative that contributes to meeting the demand for food in the Colombian market.*

*Keywords: Supplementation, protein sources, insect meal, Six Sigma, simulation, feasibility evaluation.*

## **Resumen**

Esta propuesta de investigación surge por el incremento en la demanda mundial de alimentos que se viene presentando en las últimas décadas, debido al crecimiento exponencial de la población y su interés por las diferentes disciplinas deportivas y los estilos de vida saludables. Actualmente, la ganadería, la avicultura y la porcicultura son las principales fuentes de abastecimiento de materias primas para la producción de alimentos proteínicos. Sin embargo, la mayor explotación de los recursos naturales genera un alto impacto ambiental. Por esta razón, se propone la evaluación de la viabilidad técnica y financiera de un sistema productivo de suplementos proteínicos a partir de fuentes provenientes de insectos, diseñado bajo la metodología Seis Sigma y con la aplicación de herramientas de simulación como el software Risk Simulator. Con los resultados del estudio, se espera validar si la alternativa propuesta es factible y puede contribuir a suplir la demanda de alimentos en el mercado colombiano.

Palabras Clave: Suplementación, fuentes proteínicas, harina de insectos, Seis Sigma, simulación, evaluación de factibilidad.

## Tabla de Contenido

1. Introducción .....	9
2. Planteamiento del problema .....	10
3. Objetivos.....	13
3.1. Objetivo General .....	13
3.2. Objetivos Específicos .....	13
4. Revisión de Literatura .....	14
5. Metodología.....	16
6. Resultados.....	19
6.1. Análisis de mercado para determinación de requerimientos técnicos y proyecciones de demanda .....	20
6.1.1. Caracterización de la población objetivo .....	20
6.1.2. Aplicación de la metodología de las 4P .....	22
6.1.2.1. Producto:.....	22
6.1.2.2. Precio .....	31
6.1.2.3. Plaza .....	31
6.1.2.4. Promoción.....	32
6.1.3. Consideraciones finales del objetivo específico número uno .....	34
6.2. Caracterización de operaciones del sistema productivo .....	34
6.2.1. Operaciones y controles del proceso bajo la metodología DMADV... ..	36
6.2.1.1. Recepción de las materias primas .....	37
6.2.1.2. Descarga de energía.....	38
6.2.1.3. Esterilización .....	38
6.2.1.4. Secado 1 .....	39
6.2.1.5. Molienda.....	39
6.2.1.6. Extracción .....	39
6.2.1.7. Secado 2.....	40
6.2.1.8. Dosificación de macro ingredientes .....	40
6.2.1.9. Dosificación de micro ingredientes.....	43
6.2.1.10. Mezclado.....	43
6.2.1.11. Empaque.....	43

6.2.2.	Estaciones de trabajo .....	44
6.2.3.	Equipos.....	45
6.2.4.	Distribución en planta propuesta .....	54
6.2.5.	Control de proceso de acuerdo con la metodología DMADV .....	59
6.2.6.	Métricas de Producción .....	64
6.2.7.	Conclusiones para desarrollo del segundo objetivo específico .....	67
6.3.	Viabilidad financiera mediante modelo de simulación para análisis de riesgo financiero.....	68
6.3.1.	Costos de Conversión .....	68
6.3.2.	Costo del producto terminado.....	71
6.3.3.	Financiación.....	73
6.3.4.	Costos de Operación y Estados Financieros.....	74
6.3.5.	Simulación de modelo financiero .....	83
6.3.6.	Conclusiones para desarrollo del objetivo específico número tres ....	88
7.	Conclusiones .....	88
8.	Recomendaciones .....	90
9.	Bibliografía.....	91
10.	ANEXOS.....	96
10.1	Encuesta de Percepción y aceptación .....	96
10.2.	Fichas Técnicas de Indicadores.....	99

## Listado de Ilustraciones

Ilustración 1. Metodología de la investigación. Fuente: Elaboración propia .....	16
Ilustración 2. Colores predominantes en los suplementos o insumos deportivos. Fuente: Tomado de Alkomprar, 2022.....	23
Ilustración 3. Mockups DoyPack para previsualización del producto final. Fuente: LopezArts 2022 .....	29
Ilustración 4. Vista frontal Diseño Final producto Molitor Protein. Fuente: LopezArts 2022 .....	29
Ilustración 5. Vista Trasera Diseño Final producto Molitor Protein. Fuente: LopezArts 2022 .....	30
Ilustración 6. Maquetado de DoyPack. Fuente: LopezArts 2022.....	30
Ilustración 7. Diagrama de flujo procesos de producción Tenebrio Molitor Protein. Fuente: Elaboración propia. ....	37
Ilustración 8. Resistencia de Inmersión para esterilización. Fuente: Electro Silvania, 2022.....	46
Ilustración 9. Horno de secado al vacío para capacidad de 512L. Fuente: Intekgroup, 2022 .....	47
Ilustración 10. Ficha técnica específica proporcionada por el proveedor. Fuente: Intekgroup, 2022 .....	48
Ilustración 11. Molino de martillo. Fuente: INDUCAMP, 2022 .....	49
Ilustración 12. Agitadores de mezcla. Fuente: Inoxpa, 2022.....	52
Ilustración 13. Especificaciones técnicas proporcionadas por el proveedor. Fuente: Inoxpa, 2022.....	52
Ilustración 14. IC46 dosificador para polvos de 100 a 1000 gr. Fuente: MAPLASCALI S.A.S.....	53
Ilustración 15. Distribución en planta. Fuente: Elaboración propia.....	54
Ilustración 16. Definición de códigos de importancia para la metodología SLP. Fuente: (Álvarez, De Ávila & Hurtado, 2022).....	55
Ilustración 17. Diagrama relacional de actividades. Fuente: Elaboración propia...	56
Ilustración 18. Tabla relacional para distribución de planta propuesta. Fuente: Elaboración propia. ....	56
Ilustración 19. Plano de Planta propuesto. Fuente: Elaboración propia.....	58
Ilustración 20. Modelado de visualización esperada de la propuesta de planta. Fuente: Adaptado de descripción grafica a través del aplicativo Gemini. ....	59
Ilustración 21. Ficha técnica para el control de indicadores de gestión. Fuente: Elaboración propia .....	62
Ilustración 22. Matriz de Seguimiento. Fuente: Elaboración propia.....	63
Ilustración 23. VPN calculado. Fuente: Elaboración propia.....	85
Ilustración 24. Simulación para VPN. Fuente: Elaboración propia .....	85
Ilustración 25. Simulación para TIR. Fuente: Elaboración propia.....	86

Ilustración 26. Gráfico Araña. Fuente: Elaboración propia .....	87
Ilustración 27. Gráfico Tornado. Fuente: Elaboración propia .....	88
Ilustración 28. Ficha Técnica EGE. Fuente: Elaboración propia .....	99
Ilustración 29. Ficha Técnica Cumplimiento MPS. Fuente: Elaboración propia. .	100
Ilustración 30. Ficha Técnica de la Utilización de la Capacidad. Fuente: Elaboración propia. ....	101
Ilustración 31. Ficha Técnica de productos No Conformes. Fuente: Elaboración Propia. ....	102
Ilustración 32. Ficha Técnica Cumplimiento al Costo de Producción. Fuente: Elaboración propia .....	103
Ilustración 33. Ficha Técnica para Margen Bruto. Fuente: Elaboración propia ...	104

## Listado de Tablas

Tabla 1. Ingredientes de la Mezcla seca. Fuente: Elaboración Propia.....	25
Tabla 2. Tabla Nutricional del producto ofertado. Fuente: Elaboración propia. ....	26
Tabla 3. Resultados análisis físico químico. Fuente: QBCO 2022 .....	27
Tabla 4. Composición química del Tenebrio Molitor con porcentaje en base seca. Fuente adaptado de (Nowak, Persijn, Rittenschober, & Charrondiere, 2016; M.-J. Sánchez-Muros et al., 2014) y tomado de Medrano Vega, 2019 .....	40
Tabla 5. Contenido de vitaminas aportadas por el Tenebrio Molitor expresado en base 100gr de porción comestible. Fuente: Adaptado de Novak et al., 2016 y tomado de (Medrano, 2019) .....	41
Tabla 6. Parámetros de aceptación de la fórmula propuesta. Fuente: QBCO, 2021 .....	42
Tabla 7. Limitantes en contenidos para el producto final de acuerdo con la resolución 810 del 2021. ....	42
Tabla 8, Ficha técnica y especificaciones de Extractores para 3 y 6 posiciones. Fuente: Equipos y Laboratorios de Colombia, 2022.....	50
Tabla 9.Metrica del proceso. Fuente: Elaboración Propia.....	64
Tabla 10. Condiciones para la determinación de costos de conversión. Fuente: Elaboración Propia .....	69
Tabla 11. Segmentación de costos para el costo de transformación por kilo. Fuente: Elaboración propia .....	69
Tabla 12. Costeo de Producto terminado. Fuente: Elaboración Propia.....	72
Tabla 13. Cálculo del precio de venta. Fuente: Elaboración propia .....	73
Tabla 14. Margen de fletes sobre el precio del producto terminado. Fuente: Elaboración propia. ....	73
Tabla 15. Procesos de Financiación propuesta. Fuente: Elaboración Propia. ....	74
Tabla 16. Formulación de inversiones y principios para la formulación de estados financieros. Fuente: Elaboración Propia.....	75
Tabla 17. Estado de Resultados. Fuente: Elaboración Propia .....	78
Tabla 18. Flujo de caja proyectado. Fuente: Elaboración Propia .....	80
Tabla 19. Flujo de caja proyectado para el inversionista. Fuente: Elaboración Propia.....	82
Tabla 20. Datos de simulación para riesgo financiero. Fuente: Elaboración propia. .....	84

## 1. Introducción

La población mundial viene incrementándose a ritmos acelerados, con base en los datos de la Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura (FAO) se estima que en algunas décadas la demanda de alimentos no podrá satisfacerse con facilidad, ya que se calcula un aumento a más de 9000 millones de habitantes para el año 2050 (Nissen et al., 2020).

Otro factor que influye de manera importante en el incremento de la demanda de alimentos, es el interés de las personas por involucrarse en las diferentes disciplinas deportivas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor de una cuarta parte de la población no alcanza un nivel de actividad física suficiente para obtener beneficios para la salud (Organización Mundial de la Salud, 2020). Por esta razón, estableció el Plan Mundial Sobre la Actividad Física 2018 – 2030 el cual, tiene como objetivo aumentar la actividad física en un 10% para el 2025 y en un 15% para el 2030 (Organización Panamericana de la Salud, 2019). En la práctica de actividades físicas, es necesario que los deportistas busquen la optimización de los recursos nutricionales para contribuir al cumplimiento de sus objetivos (Urdampilleta et al., 2012)

Con base en lo anterior, cabe resaltar que las proteínas se sitúan dentro de los alimentos indispensables para una correcta nutrición, formando parte de los tres macronutrientes principales para los seres humanos (Amarender et al., 2020). En el ámbito deportivo, su consumo está relacionado con las características físicas de cada individuo, entre 1,2 y 1,8 g/Kg/día (Urdampilleta et al., 2012). Ahora bien, en el mercado actual se producen y comercializan alimentos ricos en proteínas y suplementos deportivos provenientes de fuentes animales como la carne de res, cerdo y pollo. Sin embargo, actividades como la ganadería, necesarias para la fabricación de estos alimentos, generan diferentes impactos ambientales para el entorno, como la emisión de gases tóxicos y la degradación de las especies (Serra-Majem, 2010).

La relación entre el desarrollo de la industria alimentaria y el medio ambiente se hace cada vez menos sostenible. Por esta razón, es interesante la evaluación de alternativas adicionales, como la producción eficiente de suplementos deportivos con fuentes proteínicas diferentes a las tradicionales, que contribuyan a la conservación de los recursos naturales y al desarrollo sostenible de la sociedad. En el mundo existen alrededor de 2000 especies de insectos aptas para consumo humano, que representan una fuente prometedora para la explotación en la

industria de alimentos y pueden contribuir al desarrollo económico (Serra-Majem, 2010).

El mercado colombiano de suplementos proteínicos está conformado principalmente por productos a base de suero de leche, carne y algunas proteínas de origen vegetal. Existe la opción de desarrollar productos utilizando algunas especies de insectos como materias primas, que pueden llegar a ser de bajo costo, fácil acceso y con buenas oportunidades de aprovechamiento en las operaciones industriales. Por este motivo, es conveniente la implementación de la metodología Seis Sigma, que busca reducir la variabilidad en los procesos y los productos rechazados por incumplimiento a las necesidades de los clientes. Sus beneficios están relacionados directamente con la reducción de los costos, mejoras importantes en la productividad, crecimiento en ventas y desempeño financiero (Swink & Jacobs, 2012). La filosofía Seis Sigma puede ser implementada para el desarrollo de nuevos procesos, productos o servicios bajo la metodología DMADV que se compone de cinco etapas: definir el objetivo, medir las variables que deben ser cuantificadas, analizar las alternativas para el diseño, diseñar con base en la opción seleccionada y verificar la funcionalidad del modelo para generar los ingresos y utilidades esperadas (Taghizadegan, 2006).

Conforme a lo anterior, la presente investigación tiene como objetivo principal el diseño de un sistema productivo de suplementos proteínicos bajo la metodología Seis Sigma, metodología capaz de aportar significativamente al desarrollo de la industria alimentaria, la sostenibilidad de las comunidades actuales y futuras, brindando nuevas alternativas de consumo, especialmente para aquellas personas realicen una actividad física. La estructura de este documento contiene el planteamiento del problema, la definición de los objetivos de la propuesta de investigación, la revisión de literatura identificando los avances científicos más destacados frente al tema presentado, la metodología propuesta para la solución, el cronograma de actividades a desarrollar para el cumplimiento de los objetivos y las conclusiones respectivas.

## **2. Planteamiento del problema**

El crecimiento de la población mundial se calcula alrededor de 2.000 millones de personas en los próximos 30 años y para el año 2010 se estima que puede alcanzar un pico de 11.000 millones de personas, según los datos de las Naciones Unidas (Naciones Unidas, 2019). Este crecimiento poblacional, conlleva a una mayor

demanda de nutrientes. Las proteínas forman parte de los macronutrientes principales para la nutrición humana y por esto, su demanda también presenta un incremento significativo a medida que la población del mundo aumenta. Además, el interés de las personas por los diferentes deportes ocasiona un mayor gasto energético y requerimientos nutricionales más altos (Urdampilleta et al., 2012).

Entonces, a medida que la población y la práctica de las diferentes disciplinas deportivas aumentan, también lo hace la explotación de los recursos naturales para la producción de alimentos. Sin embargo, Las actividades económicas tradicionales para el abastecimiento de alimentos a la población generan impactos negativos sobre las condiciones ambientales (Nissen et al., 2020). Si la velocidad de consumo de los recursos es mayor a la velocidad de renovación de estos, estos se verán agotados y no se garantizará el abastecimiento de las necesidades alimenticias de las generaciones futuras, es decir, el modelo de consumo no será sostenible. De esta manera, las actividades tradicionales de consumo contribuyen directamente al calentamiento global y al cambio climático, estos efectos deben ser mitigados de manera inmediata para evitar que el deterioro de los ecosistemas sea aún mayor. Durante el último siglo, la huella humana a través de la industrialización, deforestación y agricultura, ha generado que los gases de efecto invernadero alcancen niveles en la atmosfera más altos que los observados en tres millones de años (Naciones Unidas, 2020).

El cambio climático es evidente y ocasiona una serie de daños como el aumento del nivel del mar, el deshielo del Océano Ártico durante el verano y la disminución de los arrecifes de coral. Según informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), estos efectos pueden ser un poco más bajos al limitar el cambio climático para el año 2050 a 1,5 grados centígrados. Las emisiones de CO<sub>2</sub> deben disminuirse y para alcanzar este objetivo, se requieren acciones inmediatas en las actividades diarias humanas, con una esperanza de reducción de emisiones del 45% para el año 2030 respecto al año 2.010 (Naciones Unidas, 2020).

La producción de carnes animales tiene altos impactos en el medio ambiente. La ganadería genera un 18% más de CO<sub>2</sub> que el sector del transporte, emite un porcentaje elevado (medido respecto al total de las actividades humanas) de otros gases de efecto invernadero como el óxido nitroso (65%) y el metano (37%), causa la degradación de las tierras, contaminación del agua y contribuye a la pérdida de la biodiversidad. Según informe de la FAO la ganadería ocupa alrededor del 30% de la superficie terrestre del planeta, la crianza de ganado pone en riesgo la biodiversidad de las especies por la ocupación incremental de terreno. Además, la

ganadería contribuye 10 veces más a la contaminación del agua si se compara con el hombre (Steinfeld et al., 2009).

Por esta razón, esta investigación plantea la necesidad de encontrar nuevas alternativas de producción de alimentos que disminuyan los impactos actuales y contribuyan a la satisfacción de las necesidades alimenticias de la población está orientada al diseño de un proceso productivo para fabricar un suplemento proteínico a partir de algunas especies de insectos, con el fin proponer otras fuentes de consumo diferentes a las tradicionales de la cultura occidental y aportar de manera favorable a la conservación del medio ambiente y a la sostenibilidad de las comunidades.

En Colombia y en la cultura occidental en general, existe una fuerte resistencia frente al consumo de insectos y sus alimentos derivados. No obstante, de acuerdo con investigaciones como la realizada por Arp, Lenz, Brusa, Oteiza, Ambrosi, Daniel & Polenta, (2021) titulada “Producción de insectos para consumo humano”, evidencia que algunas especies de insectos son aptas para consumo humano y presentan proteínas con características nutricionales similares y en ocasiones, mejores que las fuentes proteínicas tradicionales. Los análisis para la evaluación del contenido nutricional de los insectos se pueden realizar mediante diferentes métodos científicos, sin embargo, los resultados de los análisis que han sido empleados no indican la especie con mejor contenido nutricional, pues todo depende del contenido de nutrientes que se evalúe en cada prueba (Gere et al., 2019). Adicionalmente se contemplan los estudios de Verbeke, 2015 y La Barbera et al., 2016, donde se concibe una resistencia significativa por parte del público general hacia el consumo de productos alimenticios elaborados a partir de insectos, incluyendo al *Tenebrio molitor*, la cual se encuentra demarcada sobre factores culturales y de percepción negativa en relación con la ingesta de insectos, a pesar de los beneficios nutricionales y ambientales que estos productos pueden ofrecer.

Con base en lo anterior, dentro de las especies de insectos que cuentan con estudios previos y análisis de sus características nutricionales se encuentran el *Tenebrio Molitor*, *Zophobas Morio* y *Gryllus Assimilis* (Yi et al., 2013). Por esta razón, estas especies serán la base de investigación de la presente propuesta, como materia prima principal para la fabricación del suplemento proteínico contemplado. Adicionalmente, la resistencia de los consumidores que se genera frente a los productos derivados de insectos debe ser mitigada con la oferta de un producto que brinde altos estándares de calidad, características organolépticas agradables, valores nutricionales que suplan los requerimientos de los

consumidores y costos que permitan competir con los suplementos deportivos que predominan en el mercado actualmente.

Se debe evaluar la factibilidad del sistema productivo teniendo en cuenta las variables involucradas para concluir si la propuesta puede ser una alternativa de consumo adicional a las convencionales, que permita contribuir de manera positiva al desarrollo de las diferentes disciplinas deportivas, a la satisfacción de los requerimientos alimenticios de la creciente población mundial y a su vez, a la conservación del medio ambiente.

Conforme a lo mencionado se plantea la siguiente pregunta de investigación *¿Es viable técnica y financieramente, la implementación de un sistema productivo diseñado bajo la metodología Seis Sigma DMADV, para la fabricación de un suplemento proteínico para consumo humano a partir de harina de insectos?*

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo General**

Evaluar la factibilidad de un sistema productivo para la fabricación de un suplemento proteínico a base de insectos, diseñado bajo la metodología DMADV de la filosofía Seis Sigma.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

1. Realizar un análisis de mercado que permita determinar requerimientos técnicos del producto y proyecciones de demanda.
2. Caracterizar las operaciones y los controles necesarios para la reducción de la variabilidad del proceso productivo, bajo la metodología DMADV de la filosofía Seis Sigma.
3. Validar la viabilidad financiera del proyecto mediante un modelo de simulación.

## 4. Revisión de Literatura

Las preferencias alimenticias de los seres humanos están ligadas en gran parte a factores como la ubicación geográfica, costumbres y tradiciones adquiridas a través de las generaciones. En países orientales se han incluido los insectos como parte de sus fuentes alimenticias desde hace muchos años y desde hace algún tiempo, este tema ha empezado a mencionarse en occidente (Navarro del Hierro et al., 2020). En la región occidental se han utilizado los insectos como fuente de alimentos para algunos animales. No obstante, el tema empieza a ser considerado lentamente hacia el consumo humano, debido a las necesidades de la población.

Dentro de la literatura, existen estudios realizados a diferentes especies de insectos. Sin embargo, una de las especies más analizadas es el *Tenebrio Molitor* o gusano de la harina. A continuación, se presentan los estudios encontrados:

- En 2012 se analizó al *Tenebrio Molitor* debido al incremento de su demanda como base para alimentos, obteniendo como resultado un alto valor nutricional en dicha especie frente a las fuentes de proteínas tradicionales de la cultura occidental (Ravzanaadii et al., 2012). Posteriormente, cinco especies de insectos: *Tenebrio Molitor*, *Zophobas Morio*, *Alphitobius Diaperinus*, *Acheta Domesticus* y *Blaptica Dubia*, empiezan a ser estudiadas y sometidas a pruebas para la extracción y caracterización de sus contenidos proteicos, encontrando resultados favorables frente al consumo de proteínas provenientes de fuentes animales (Yi et al., 2013).
- Posteriormente, Gere et al. (2019) encuentran que el gusano de la harina *Tenebrio Molitor*, en su estado adulto, muestra el mejor perfil nutricional próximo al compararlo con otras especies de insectos. Sin embargo, aclara que las características nutricionales están influenciadas por diversos factores como la especie, el origen y la etapa de desarrollo. Recientemente, Navarro del Hierro et al. (2020) evaluaron la actividad antioxidante y el efecto inhibidor de la lipasa pancreática de los extractos de insectos, encontrando más afectivos a los extractos provenientes del *Tenebrio Molitor*.
- Adicionalmente, Caparros Megido et al. (2018) estudian varios métodos de cocción domésticos para la preparación del gusano de la

harina Tenebrio Molitor, para determinar el método más eficiente en la reducción de la carga microbiana y mantener los niveles de proteína digestible. El estudio revela que la técnica de hervir y cocinar al vacío presentó los mejores resultados. Además de los análisis particulares a las especies mencionadas, se encontraron avances en la optimización de los métodos de extracción de proteínas, como lo realizaron Amarender et al (2020). En su estudio, optimiza los métodos de extracción de proteínas del polvo de grillo, obteniendo como resultado un mayor rendimiento de proteínas bajo el método basado en ácido ascórbico. En Europa se ha empezado e incursionar en la aplicación de estos conocimientos en la industria alimenticia mediante el desarrollo de productos tradicionales como harinas de insectos y algunos productos derivados que requieren procesos básicos de transformación (Gertrudis Moreno, 2019).

Con el objetivo de evaluar la percepción que pueden tener los consumidores frente a estas nuevas fuentes proteínicas, se realizó un estudio sensorial a individuos holandeses consumidores de carne. El resultado obtenido indica que la aceptación de nuevos alimentos por parte de las personas que han sido ajenas a su consumo no depende únicamente del gusto sensorial, sino de la situación con la que se presenten las nuevas alternativas y los posibles factores que puedan sesgar de entrada la percepción del individuo, como lo indica Tan et al. (2016). Es decir, las personas presentan negativismo frente al cambio de sus hábitos alimenticios, pero también poseen curiosidad por probar cosas novedosas. Por lo tanto, la manera como se presenten las nuevas alternativas puede influir de manera importante en su percepción final.

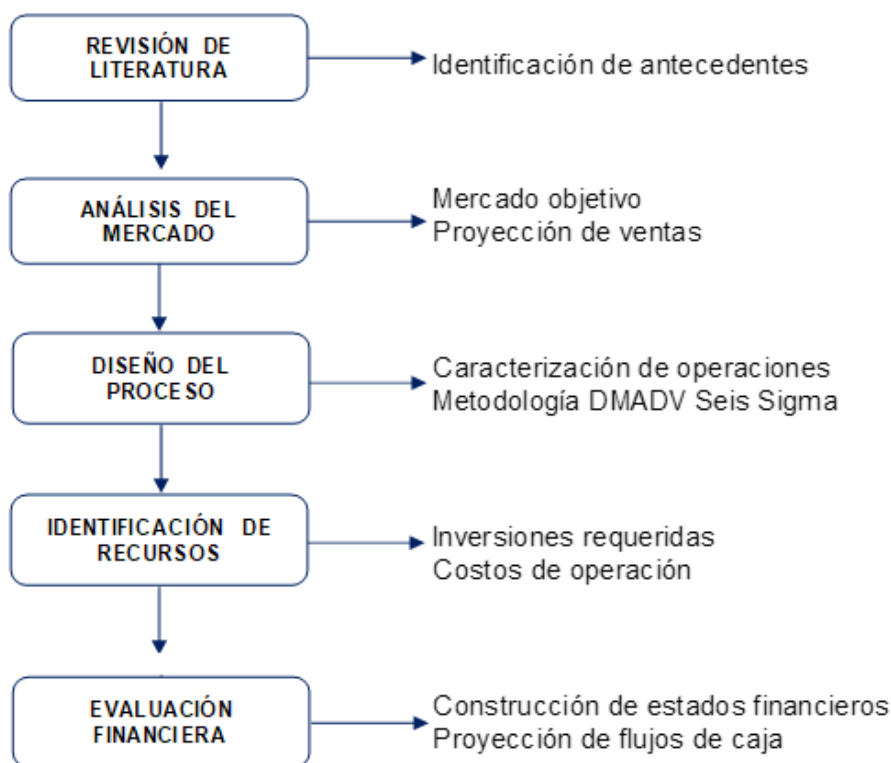
Debido al interés nutricional que vienen ganando los insectos y a las necesidades de algunas personas con restricciones frente a los alimentos que contienen gluten, Nissen et al. (2020) utilizaron harina de grillo para la fabricación de productos de panadería, obteniendo una respuesta favorable debido a los altos valores nutricionales y propiedades antioxidantes identificadas. En Colombia, la elaboración de productos a base de insectos continúa siendo un tema inexplorado en muchas de sus aplicaciones. La industria de la suplementación deportiva aún presenta una dependencia directa sobre las fuentes proteínicas tradicionales de origen animal como el suero de leche, la caseína y la carne de res y de origen vegetal como la soya, la quinua, entre otros granos. Teniendo en cuenta los aportes y estudios realizados a lo largo de los últimos años, el acelerado incremento de la población y la inclusión de personas en las diferentes disciplinas deportivas existe la oportunidad de usar algunas especies de insectos para la producción de un

suplemento deportivo, mediante el adecuado diseño de un proceso de producción efectivo. El producto debe ser competitivo, brindar alternativas de consumo a la población y contribuir al desarrollo sostenible. En Colombia, existen pequeñas organizaciones que han iniciado con el estudio y extracción de las fuentes proteínicas de los insectos e incluso incursionado en algunos productos derivados como la harina de grillos (Arthrofood, 2019). Sin embargo, estas fuentes no han sido explotadas a mediana o gran escala en la industria de suplementación deportiva colombiana, por lo tanto, existe una buena oportunidad para la explotación de estos recursos en este sector, que corresponde al aporte de la presente investigación.

## 5. Metodología

Para la presente investigación fue necesario el planteamiento de una metodología de tipo descriptiva y exploratoria comprendida en las etapas de análisis, diseño de propuestas, simulación y evaluación de resultados, (Ver ilustración 1), buscando identificar los principales requerimientos respecto a materias primas y recursos necesarios que permitan el cumplimiento de los objetivos propuestos en el apartado número tres:

*Ilustración 1. Metodología de la investigación. Fuente: Elaboración propia*



Respecto a la recolección y sistematización de datos, se realizó mediante la búsqueda de documentos, informes, artículos de investigación y libros en los que se puedan constatar los antecedentes vinculados al tema de investigación, permitiendo constatar las técnicas de mayor eficiencia respecto a los procesos de alimentos a base de insectos. La identificación de las oportunidades y requerimientos procedimentales (datos, métricas y evaluaciones) existentes para el desarrollo de la investigación, fueron validadas a través de Microsoft Excel y el software de simulación Risk Simulator, en donde fueron realizadas las simulaciones sobre el sistema de producción propuesto.

Para la determinación del tamaño de muestra se utilizó una base estadística como lo es la tabla de niveles de confianza y variación de distribución normal, a través de la ecuación, la cual permitió determinar la cantidad de encuestados requerida para sostener el resultado de las encuestas con un nivel de confianza igual al 90%, todo bajo un comportamiento de datos de tipo cualitativo y conociendo el total de unidades de observación que integran el estudio:

*Ecuación 1. Determinación del tamaño poblacional (n). Fuente: (Aguilar, 2005)*

$$n = \frac{(N)(Z^2)(p)(q)}{(e^2)(N - 1) + (Z^2)(p)(q)}$$

Donde:

- N= tamaño de la población
- Z= nivel de confianza
- p= probabilidad de éxito
- q= probabilidad de fracaso
- e<sup>2</sup>= error máximo admisible.

Dado el tiempo de investigación disponible, el alcance de la investigación se centró en la población del Valle del Cauca gracias a la facilidad concerniente a la disposición de espacios propicios para el planteamiento de planta de producción y equipos, al mismo tiempo se tiene en cuenta que el Valle del Cauca se considera como la segunda región en aportar deportistas de alto rendimiento, siendo superado por Antioquia, según lo evidenciado en los resultados obtenidos en las justas olímpicas de Tokio 2021, (El Tiempo, 2021); al mismo tiempo el departamento del Valle presenta una fuerte inversión en escenarios deportivos de alto rendimiento, maximizando la incidencia de un mayor número de deportistas, (Gobernación del Valle, 2021).

Este tipo de condiciones facilitó el proceso de realización de encuestas, pruebas de circulación de mercado y degustación del producto. Por lo anterior, tomando de base los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda a cargo del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) realizado en el año 2018 y publicado en el 2019, se identifica que el departamento del Valle del Cauca cuenta con una población (N) de 3.789.874 habitantes, caracterizando así el valor de N; a continuación, se presentan los siguientes resultados:

- Nivel de confianza 90% (Z): 1,645.
- Probabilidad de éxito (p): 50%
- Probabilidad de error (q): 50%
- Error máximo admisible ( $e^2$ ): 10%

$$n = \frac{(3.789.874)(1,645^2)(0,5)(0,5)}{(0,1^2)(3.789.874 - 1) + (1,645^2)(0,5)(0,5)}$$

$$n = 68$$

Tras el análisis y estudio de mercado, fue posible la caracterización de la población objetivo, comprendida como deportistas practicantes de disciplinas de alta exigencia, los cuales requieren de una mayor calidad respecto a los suplementos utilizado: halterofilia, el fisicoculturismo y la natación, entre otros. Para esta población fue posible identificar tendencias tanto en quienes inician sus actividades deportivas como aquellos que acarrear escenarios competitivos: búsqueda de alternativas alimentarias basadas en el cumplimiento de necesidades alimentaria como económicas. De esta manera, mediante la exploración del mercado, fue posible determinar el potencial del negocio, así como el planteamiento de los escenarios previstos para las proyecciones de ventas.

Posteriormente, el diseño del proceso fue realizado bajo la metodología DMADV Seis Sigma, aplicando sus principales etapas (definición de objetivos, medición de variables cuantificables, análisis de alternativas, diseño de un proceso productivo basado en la alternativa seleccionada y la verificación de la funcionalidad del modelo en términos de productividad, ingresos y utilidades. Lo anterior se dio con el objetivo de caracterizar las operaciones productivas y los controles necesarios para la minimización de fallas y disminución del grado de variabilidad. La propuesta generada contempló la evaluación de factibilidad del proceso iniciando desde la recepción del gusano molitor hasta la fabricación y entrega del suplemento proteínico a los clientes.

Para el diseño del proceso se identificaron las inversiones necesarias, recursos y costos de operación bajo la metodología de costeo estándar, el cual permitió el desglose de las variaciones resultantes en los diferentes segmentos del costo, el planteamiento y ejecución de planes de acción permitiendo la reducción de la variabilidad, defectos del sistema y el mejoramiento continuo del mismo. Adicionalmente el uso de pruebas de bondad y ajuste y la simulación de procesos de manufactura mediante el software Risk Simulator, permitieron definir las variables y parámetros de entrada para la modelación del proceso. El modelo de simulación a su vez permitió evaluar el diseño del sistema y diferentes escenarios buscando optimizar los recursos empleados, realizar la estimación de la eficiencia y productividad e identificar y controlar los puntos críticos de la operación tras los resultados obtenidos y los análisis de salida correspondientes. La construcción de la estructura de los estados financieros, flujos de caja y proyecciones en los horizontes de tiempo definidos, posibilitaron la evaluación de factibilidad del proyecto mediante el cálculo determinístico de los siguientes criterios:

- VPN: Valor presente neto
- TIR: Tasa interna de retorno
- B/C: Razón beneficio/costo
- TRD: Tiempo de recuperación descontado

Posteriormente, mediante el uso de simuladores de riesgo como Risk Simulator se identificaron las variables fuentes de riesgo dentro de la operación; se destaca la generación de escenarios en los que se reflejasen el comportamiento del sistema productivo y del negocio bajo la acción de factores. Con base en los resultados de los indicadores anteriores, se realizó la evaluación financiera del proyecto contemplando el análisis de riesgos a los que está expuesto el proceso.

## **6. Resultados**

El objetivo principal de esta investigación es identificar el tipo de mercado objetivo y las características que lo definen como clientes potenciales. Para ello, se realizaron encuestas de percepción para evaluar el grado de aceptación de los suplementos proteínicos, los beneficios que los consumidores esperan recibir y el precio considerado adecuado para su comercialización. Con el fin de ilustrar y validar las necesidades identificadas, así como determinar el nivel de inclusión en el mercado, se aplicó la metodología de las 4P. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en relación con los objetivos específicos planteados previamente:

## **6.1. Análisis de mercado para determinación de requerimientos técnicos y proyecciones de demanda**

A continuación, se relacionan los resultados obtenidos para la resolución del objetivo específico número uno; en estos se especifican los alcances tras la caracterización de la población objeto de estudio y la aplicación de la metodología de las 4P.

### **6.1.1. Caracterización de la población objetivo**

Teniendo en cuenta lo descrito por autores como (Cansio & Calderín, 2010) los deportistas atraviesan diversas etapas hasta llegar a la etapa de rendimiento puro; en esta el deportista ha focalizado su entrenamiento físico en una sola disciplina y su desarrollo morfo funcional se encuentra plenamente desarrollado (20-21 años). Por lo anterior y lo descrito en el apartado metodológico, se toma como población objetivo a deportistas de alto rendimiento comprendidos en edades que van desde los 20 a 32 años, (Gestión, 2017) residentes en el departamento del Valle del Cauca.

Al mismo tiempo para determinar los posibles clientes potenciales, se consideran datos como el porcentaje de personas que hacen uso de escenarios de entrenamiento como gimnasios, de los que al menos el 2% de la población colombiana se encuentra registrada en gimnasios, (El País, 2017), el poder adquisitivo de los colombianos para el año 2021 y el gasto promedio que un usuario invierte en suplementos deportivos y competencias de manera mensual (entre \$180.000- \$400.000), (El País, 2017). Como resultado se tiene que los clientes potenciales se consideran como aquellas personas comprendidas entre los 20 y 32 años con un poder adquisitivo igual o superior a dos salarios mínimos legales vigentes para el 2021.

Identificada y caracterizada la población objeto del estudio, fué necesaria la aplicación de una encuesta acorde a las formas de consumo y la valoración de los suplementos deportivos conforme los valores nutricionales mínimos necesarios para el desarrollo de actividades deportivas de alto impacto como lo son la halterofilia, el atletismo, natación, entre otras actividades que requieran el balance entre masa muscular y resistencia. Esta encuesta (Ver Anexo 1) fue aplicada según los resultados obtenidos tras la Ecuación 1, a 68 personas. Esta fue realizada a través de la plataforma Google Forms, fue remitida a través de enlaces vía WhatsApp y de manera aleatoria, a personas presentes en los principales gimnasios de la ciudad de Palmira, Cali, Pradera, Tuluá, Buga y San Pedro, que cumplieran con el rango de edad de los 20 a 32 años, que ejercieran un tipo de entrenamiento

enfocado al incremento de masa muscular y/o resistencia física pero al mismo tiempo, esta fue difundida a través de grupos de contactos donde se reconociera la participación de deportistas de bajo rango o que estuviesen matriculados en algún gimnasio.

Se conoce que el 80.4% de los encuestados realizan actividades o disciplinas físicas y/o deportivas basadas en los estilos de vida saludable, donde se destaca que el 41,3% realiza entrenamientos de fuerza y musculación, mientras que el 37% se basa en el entrenamiento cardiovascular. Se debe mencionar que los encuestados resaltaron la importancia de la alimentación para el máximo rendimiento, haciendo que el 78,3% de las actividades practicadas presenten un alto gasto energético como lo son los tipos de entrenamientos mencionados con anterioridad; de este grupo se conoce que el solo 30,4% de los encuestados consume suplementos nutricionales dejando un amplio panorama para generar un proceso de promoción frente a los beneficios que arrojan los suplementos deportivos al ser incorporados en las rutinas deportivas: existe un mercado objetivo alcanzable (69,4%).

Basándose en el grupo de la población que consume suplementos deportivos se puede saber que el 23,9% consume proteínas tradicionales bajo su presentación en polvo, dejando entrever una aceptación frente al suplemento deportivo producto de esta investigación. Esto también permitió que la aceptación de los productos fabricados a partir de insectos se encuentra representada por el 52,2%, un tal vez por el 41,3% y la negativa frente al consumo de este tipo de productos con el 6,5%. Al mismo tiempo se conoce que el 93,5% de los encuestados restantes se encuentran abiertos a la posibilidad de consumir el producto mencionado. Frente a la última estadística obtenida se sabe que el factor diferenciador frente a la selección de los suplementos a base de insectos se encuentra relacionada a la calidad de éste y el cumplimiento de los requerimientos nutricionales (57,8%), un 24,4% se inclina hacia las propiedades organolépticas y el 13,3% basa su elección en la contribución que tiene el suplemento hacia la sostenibilidad del planeta.

Bajo estos resultados también se debe mencionar que la aceptación del producto debe cumplir condiciones mínimas como lo son el sabor, color, olor, textura, entre otros, pero también es importante resaltar el valor ambiental (huella ecológica) que genera el proceso de producción y distribución del producto. Frente al primer ítem se debe mencionar que la harina de insectos (materia prima), proporciona al usuario la cantidad de nutrientes necesaria para el desarrollo de las actividades físicas (nutrientes de alta calidad para el consumo humano), pero al estar pensada como un tipo de proteína en polvo, es necesaria la adición de nutrientes que aporten las características organolépticas deseadas por los consumidores.

### **6.1.2. Aplicación de la metodología de las 4P**

Buscando describir el alcance y características que el producto resultante del proceso productivo tendrá en relación con las variables producto, precio, plaza y promoción se contemplan las siguientes apreciaciones:

#### *6.1.2.1. Producto:*

##### a) Competidores

A través de una investigación de mercado realizada bajo la modalidad de cliente oculto (adquisición de productos ofrecidos por la competencia), se llevó a cabo un recorrido por gimnasios y tiendas virtuales, donde se observó que los suplementos proteínicos disponibles en su mayoría son a base de proteína animal. De todos los productos, los de la marca Best Protein destacan por su presencia en estanterías y catálogos. Esta predominancia se debe a varios factores, entre ellos la variedad de sabores, la calidad del producto y una estrategia de difusión eficaz que resalta su origen nacional. Además, el precio asequible para los consumidores (\$140,000 en presentaciones de 2lb con sabores de chocolate y fresa) contribuye a su éxito en el mercado.

Se observó que, en promedio, cada catálogo ofrece alrededor de seis marcas, siendo Best Protein la de mayor aceptación, seguida de Bipro, Whey Gold Standard, Iso 100 y, finalmente, Syntha 6. En cuanto a las presentaciones, se destaca que la proteína en polvo es la más comúnmente circulada en el mercado, con presentaciones que varían entre 13, 5, 4, 3 y 2 libras (Lb). De estas, las presentaciones de 2, 5 y 10 lb son las que más se venden. Por otro lado, las barras proteicas predominan en tamaños de 40 y 60 gramos.

Además, las marcas identificadas ofrecen tamaños convencionales, tanto en libras como en gramos: 13, 5, 4, 3 y 2 lb, que equivalen a 300, 240, 510 y 900 gramos (g) para las presentaciones en polvo, que son las más aceptadas por los usuarios.

Respecto a su presentación, se evidencia el uso de bolsas termo-sellables para la prevención de grados de humedad que faciliten el deterioro o grumos (presentaciones en polvo); el uso de tarros plásticos se encuentra con una mayor facilidad, pero sin que estos contemplen la biodegradación o contribución al medio ambiente. En cuanto a los colores predispuestos en estos empaques, se observa el color negro y plateado como estándares, los cuales son acompañados por colores rojos, amarillos y azules. Siguiendo conceptos básicos relacionados a la teoría de

color aplicada al marketing se aprecia que el uso del color negro y plata denota al producto un carácter de sobriedad y elegancia, mientras que los complementos en amarillo y rojos (colores cálidos) se dan en función de sabores dulces, mientras que el azul a colores de sabor considerado como bajo en azúcar o neutro (generalmente sabores como la vainilla) (EnvaPack, 2017).

Ilustración 2. Colores predominantes en los suplementos o insumos deportivos. Fuente: Tomado de Alkomprar, 2022.



**Proteína Coco Blue PROSCIENCE Best 5 Libras**

☆☆☆☆ (8)

**Especificaciones**

Tipo de Alimento	Proteínas
Deportivo	
<b>Presentación</b>	Polvo

**Características destacadas**

- Vitamina B6
- Vitamina B1
- Vitamina D
- Vitamina C

**\$359.900**

34 Cuentos Quincenales

**\$14.367**

Ver detalle

Agregar al carrito

---



**Proteína Gourmet Chocolate PROSCIENCE Best 5 Libras**

☆☆☆☆ (8)

**Especificaciones**

Tipo de Alimento	Proteínas
Deportivo	
<b>Presentación</b>	Polvo

**Características destacadas**

- Vitamina B6
- Vitamina B1
- Vitamina D
- Vitamina C

**\$359.900**

34 Cuentos Quincenales

**\$14.367**

Ver detalle

Agregar al carrito

En los empaques de estos productos, se destacan claramente los beneficios que ofrecen, especialmente el contenido proteico, transmitiendo al consumidor valores como energía, vitalidad y éxito. Esto se logra a través del diseño de las formas, el tamaño de la tipografía y la psicología del color. En cuanto a las formas, se observa que los productos adoptan un diseño práctico y compacto, fabricado en plástico semirrígido, que permite una presentación armónica de la información del producto. Además, se busca que estos empaques sean cómodos de usar y fáciles de almacenar en el hogar o en otros espacios de consumo.

#### b) Producto ofertado

Como parte de su estrategia promocional, el producto destacado hará énfasis en la procedencia de su carga calórica, que proviene de los gusanos *Tenebrio Molitor*. La harina obtenida a partir de los procesos de secado y pulverización de estos gusanos es actualmente apta para el consumo humano. En el desarrollo de esta investigación, el proceso productivo comenzará con la compra del gusano *Tenebrio*

Molitor, enfocándose en asegurar que el proceso de transformación sea salubre, convirtiendo la materia prima en una fuente rica en proteínas.

Teniendo en cuenta las apreciaciones recolectadas bajo la metodología del cliente oculto, se determina que el producto resultante corresponderá a una proteína en polvo bajo la presentación de dos libras (2b). La decisión de este tipo de presentación y forma se da teniendo en cuenta el tipo de presentación que más circulación entre clientes presenta y que más facilita la compra a modo de producto de prueba o introductorio.

Dado que el suplemento propuesto se basa en la pulverización de insectos, específicamente los gusanos de harina (Tenebrio Molitor), se llevó a cabo una serie de ensayos y análisis utilizando equipos tecnológicos en el campo de los alimentos. Los parámetros establecidos para estos ensayos se centran en la obtención de una mezcla seca (para su presentación en polvo), utilizando 100 kg por lote.

En cuanto a las condiciones organolépticas, se determinó que el sabor inicial de la harina de gusano Tenebrio Molitor presenta un leve amargor y una consistencia seca. Por ello, es necesario añadir sabores artificiales para enmascarar estos sabores del producto en su estado puro. Se sabe que marcas como BestProtein emplean sabores dulces populares, destacándose los sabores artificiales de fresa, vainilla y chocolate, siendo la vainilla y el chocolate los de mayor demanda en el mercado. Los olores y sabores de la mezcla final estarán alineados con los colorantes y edulcorantes utilizados para el sabor elegido, resultando en un polvo de color opaco y tono café tenue para el sabor chocolate, y un color rosa pálido para el sabor fresa.

Reconociendo la tendencia por parte del cliente frente a las condiciones organolépticas de las proteínas en polvo y los desarrollos y alcances obtenidos con profesionales propios de la nutrición, se configuran los aditivos y conservantes de la **tabla 1**, que complementarán el producto final. La selección de los componentes añadidos se fundamenta tras la estandarización de componentes evidenciada en las tablas proteínicas de los suplementos ofertados por los competidores y fuentes propias de la literatura como lo son (Macías, Reyes, & Lom, 2016) y (Medrano, 2019):

Tabla 1. Ingredientes de la Mezcla seca. Fuente: Elaboración Propia

ÍTEM	INGREDIENTES	%	CANTIDAD, kg
1001	HARINA DE GUSANO TENEBRIO MOLITOR	86,900%	86,900
1004	PROTEINA DE LECHE WPC	10,000%	10,000
1002	SABOR NATURAL VAINILLA EN POLVO	1,000%	1,000
1003	SABOR NATURAL CHOCOLATE EN POLVO	1,000%	1,000
1005	MALTODEXTRINA	1,000%	1,000
1006	ESTEVIÁ	0,050%	0,050
1007	CMC	0,050%	0,050
	<b>Total</b>	<b>100,000%</b>	<b>100,000</b>

Al priorizar el uso de harina de gusano Tenebrio Molitor y proteína de leche en su presentación en polvo, se facilita el proceso productivo, evitando los incrementos de precio asociados a presentaciones como pastillas, barras o geles. Estas últimas requerirían la adquisición de más maquinaria, materiales de empaque adicionales y permisos sanitarios para garantizar que el producto sea adecuado para el consumo y su preservación. Además, se incluirán sabores como vainilla y chocolate, que mejorarán las condiciones organolépticas del producto (olor y sabor), reduciendo la percepción negativa del cliente y minimizando la asociación con el sabor original de la materia prima.

Como resultados de los procesos de pruebas realizados en coordinación con la firma Qbco, se contempla un análisis Físico Químico de los componentes sugeridos y aquellos considerados como necesarios para la comercialización de este tipo de productos. Adicionalmente se concibe en coordinación con la firma, seguir los lineamientos predispuestos por el INVIMA y condiciones de salubridad y buenas prácticas de manufactura reguladas por el estado colombiano. Los datos teóricos reportados en los análisis realizados se obtienen a partir del balance de masas de la formulación del producto proporcionado a los expertos. Para las materias primas de mayor composición se toma como base la información publicada en las plataformas de la USDA y los complementos nutricionales básicos tomados por parte de informes presentados por el ICBF, los cuales son tomados como estándares de cumplimiento básicos por la firma QBco (Ver tabla 3), de la mano de la unidad de Investigación y Desarrollo. Para los ingredientes como aditivos, especias, conservantes, acidulantes entre otros; para la **tabla 2**, se tomaron de base

la información reportada por proveedores externos a los expertos siguiendo los mismos lineamientos de los complementos nutricionales básicos:

Tabla 2. Tabla Nutricional del producto ofertado. Fuente: Elaboración propia.

<b>Información Nutricional</b>		
<b>Porción</b>	<b>33 g</b>	
Calorías	102 kcal	
		VD*
Grasa	0 g	0%
Sodio	0 mg	0%
Carbohidratos	0 g	0%
Azúcares	0 g	
Fibra	0 g	
Proteína	26 g	51%
No es una fuente significativa de grasa saturada, colesterol, fibra dietaria, vitamina A, vitamina D, calcio y hierro.		
Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 2000 Calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas.		

Tabla 3. Resultados análisis físico químico. Fuente: QBCO 2022



**TABLA NUTRICIONAL TEÓRICA**

<b>Empresa / Company</b>	CRISTIAN MERCADO, TRABAJO DE GRADO		
<b>Consecutivo/ Consecutive</b>			
<b>Sede / Headquarters</b>			
<b>Producto / Product</b>	<b>PROTEINA PARA DEPORTISTAS</b>		
<b>Fórmula / Formula</b>			
<b>Muestra / Sample</b>	Lote:	FF:	FV:
<b>Aspecto / Aspect</b>	Producto en polvo, homogéneo, libre de partículas extrañas / powder product free of foreign particles.		
<b>Olor / Smell</b>	Característico del producto / Characteristic of the product.		
<b>Color / Color</b>	Característico del producto / Characteristic of the product.		
<b>Fecha de Informe / Report Date</b>			

<b>Análisis FísicoQuímico Physicochemical Analysis</b>	<b>Unidad Unit</b>	<b>Resultado Result</b>	<b>Especificaciones Specifications</b>	<b>Método Method</b>
Azúcares totales/Total sugars	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Azúcares añadidos/Total sugars Add	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Calcio/Calcium	mg/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Calorías de grasa/Calories from fat	Calorias/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Calorías/Calories	kcal/100g	310,08	NA	Cálculo teórico
Carbohidratos/Carbohydrates	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Cenizas/Ash	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Colesterol/Cholesterol	mg/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
DHA/DHA	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
EPA/EPA	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Fibra dietaria insoluble/Insoluble dietary fiber	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Fibra dietaria Soluble/Dietary fiber Soluble	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Fibra dietaria total/Total dietary fiber	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Grasa insaturada/Unsaturated fat	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Grasa monoinsaturada/monounsaturated fat	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Grasa Poliinsaturada/Polyunsaturated Fat	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Grasa Saturada/Saturated fat	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Grasa/Fat	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Grasas Cis/Cis fat	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Grasas Trans/Trans fat	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Hierro/Iron	mg/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Humedad/Moisture	g/100g		NA	Cálculo teórico
Omega 3/Omega 3	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Omega 6/Omega 6	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Omega 9/Omega 9	g/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
<b>Proteína/Protein</b>	<b>g/100g</b>	<b>77,52</b>	<b>NA</b>	<b>Cálculo teórico</b>
Sodio/Sodium	mg/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Vitamina A/Vitamin A	µg ER/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Vitamina A/Vitamin A	UI/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Vitamina C/Vitamin C	mg/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Vitamina D	µg/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Zinc	mg/100g	0,00	NA	Cálculo teórico
Potasio	mg/100g	0,00	NA	Cálculo teórico

Respecto a las porciones y consumos, junto con los resultados arrojados tras el análisis físico químico (Ver tabla 3.) y las determinaciones de contenido proteínico promedio para adultos y deportistas según la USDA, se manejará una porción individual de 33gr, la cual podrá ser repetida entre 1 y 2 veces al día o conforme al nivel físico que requiera el usuario final, el ritmo deportivo que este lleve a cabo de manera diaria y los requerimientos nutricionales de este. Por otra parte, y con los resultados anteriores, se prevé que para el tipo de empaque la presentación del producto correspondería a bolsas sellables con capacidad de 2lb, esto debido a que, siguiendo el estándar de compra y aceptación del producto como prueba, correspondería a una presentación de fácil adquisición (precio) y uso (las bolsas sellables ayudan a que el producto sea fácil de transportar y preservar sus condiciones de conservación).

Por otra parte, el etiquetado dadas las condiciones elegidas se realizaría bajo un proceso de impresión en que se realice el uso de colores negro y azul, esto con la intención de utilizar el negro para dotar al producto de elegancia, seriedad y seguridad; mientras que el azul se utilizara como un tono neutro que haga resaltar el valor de tranquilidad (concentración necesaria en disciplinas deportivas), compromiso y transparencia, estos son los valores que transmitirá el producto a su público objetivo. Referente a la tipografía se decidió eliminar aquellas fuentes dotadas de curvas y reemplazarlas por fuentes vectoriales y de esquinas marcadas para resaltar la potencia energética sin que se recurra a elementos pictóricos que generen distracción. Finalmente, como imagen añadida a la marca y manejado como un elemento de unión y relación hacia el uso del producto, se incluye de manera vectorizada, la imagen de la posición “doble de bíceps” en color blanco.

La elección de estos tres colores (negro, blanco y azul) se da de acuerdo con estándares de los productos competidores, pero la vinculación de elementos se da a través del impacto visual, sobresalir sobre los demás. La orientación de la tipografía y el no uso de elementos añadidos como los presentes en la competencia (imágenes alusivas a los sabores), permitirá utilizar el espacio de manera minimalista, pero sin dejar de lado valores corporativos al producto como los ya mencionados. Por lo tanto, se opta por utilizar el origen de la proteína en el nombre del producto, lo que facilita el proceso de adaptación y mejora la recordación tanto para los clientes como para los comercializadores, haciendo que sea más ágil y efectivo:

Ilustración 3. Mockups DoyPack para previsualización del producto final. Fuente: LopezArts 2022



Ilustración 4. Vista frontal Diseño Final producto Molitor Protein. Fuente: LopezArts 2022

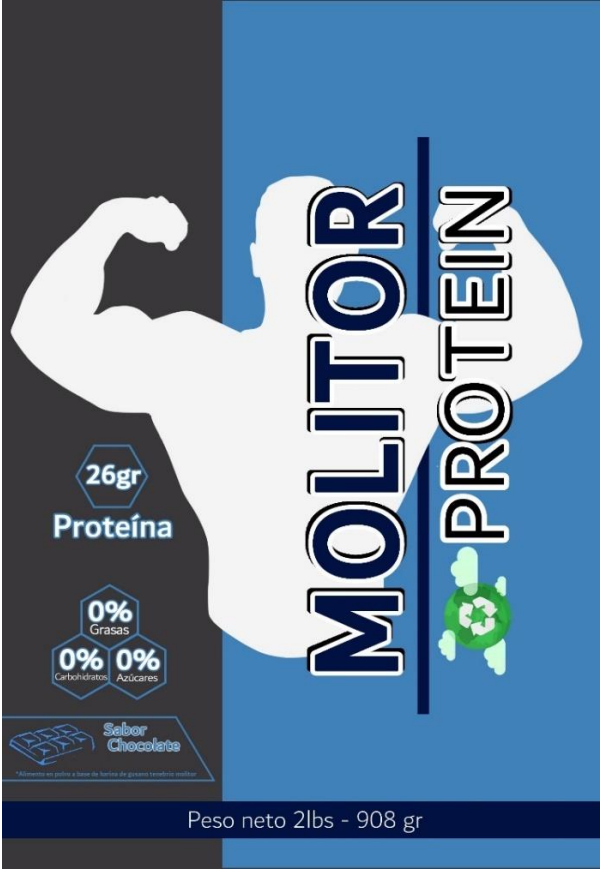


Ilustración 5. Vista Trasera Diseño Final producto Molitor Protein. Fuente: LopezArts 2022

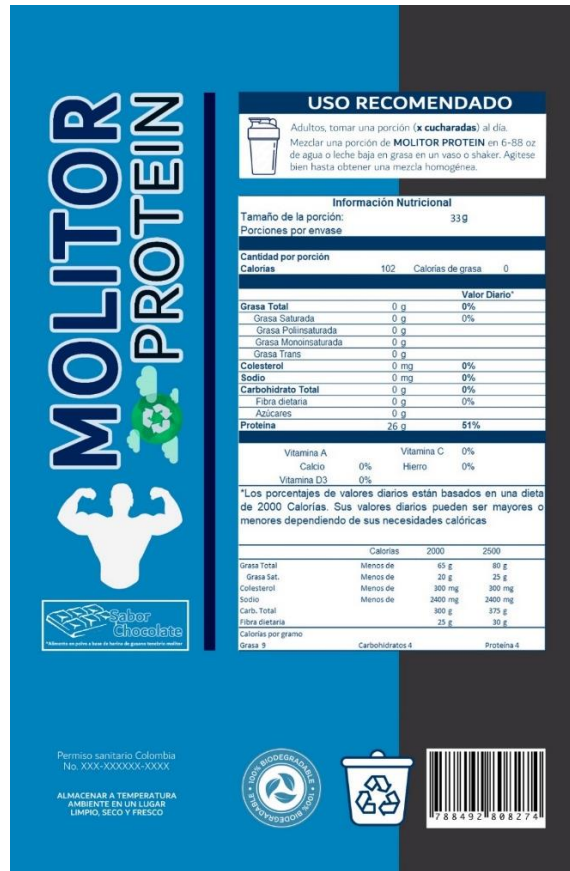


Ilustración 6. Maquetado de DoyPack. Fuente: LopezArts 2022.



#### 6.1.2.2. *Precio*

Siguiendo la metodología del cliente oculto, se pudo determinar que de las seis marcas principales presentes en el mercado y bajo la presentación de proteínas en polvo, se encuentran precios promedios e inferiores a \$140.000 por cada unidad de proteína y con tendencia al alza. Las barras energéticas consideradas como uno de los productos rivales y de mayor solicitud corresponden a 40 y 60 gramos con precios de \$5.000 y \$7.000 respectivamente. El precio establecido está alineado con el de proteínas cuyo registro calórico proviene del suero de leche, lo que posiciona a estos productos como los más aceptados en el mercado. Como referencia para las proteínas de origen vegetal, se toma el producto Nutra Vegan Protein de la marca Nutramerican Pharma, cuyo costo por gramo es de \$150. En cuanto a las proteínas de origen animal, se considera la marca Best Protein, líder en el mercado, con un costo por gramo de \$155. Con base en esta información y lo que se detalla en los apartados siguientes, el precio de venta se definirá tomando en cuenta los costos de producción y materia prima, buscando que el precio final esté alineado con el promedio de los precios de venta de los competidores en el mercado.

#### 6.1.2.3. *Plaza*

Se observa que los principales competidores utilizan un canal de distribución externo de proyección doble, en el que incluyen agentes promotores dentro de los procesos de comercialización, tales como instructores de gimnasios o promotores de actividades y competencias realizadas en estos espacios. Es importante destacar que, en su fase inicial, el producto se distribuirá principalmente a través de tiendas de suplementos proteicos, plataformas de comercio electrónico y, como se mencionó anteriormente, gimnasios.

Dado que el sistema productivo del producto se llevará a cabo en Buga, Valle del Cauca, esta localidad se establecerá como el punto de distribución principal. A través de una planeación estratégica a largo plazo, se prevé una expansión gradual hacia ciudades cercanas como Cali, Palmira, Pradera, entre otras, y eventualmente a pequeñas localidades con una concentración significativa de deportistas, tanto a nivel competitivo como formativo. Inicialmente, se utilizará un canal de distribución externo, con los principales gimnasios de la ciudad como agentes intermediarios.

Además, se propone una gestión de distribución corta, ofreciendo el producto a través de canales adecuados para el comercio electrónico, lo que permitirá agilizar los procesos de información y conexión con el cliente final. Por otro lado, basándose

en el análisis del poder adquisitivo y la caracterización del mercado objetivo, el producto se distribuirá sin la intervención de intermediarios que puedan afectar el precio final.

Frente a esta decisión y uso de los canales caracterizados como e-commerce, se utilizarán las redes sociales con la opción de compras integradas como lo es Instagram y Facebook con las herramientas Marketplace y tienda virtual. Bajo estos canales se ofertarán los precios de venta directos, dejando de lado la inclusión de costos de envíos. La separación de estos fletes se da en función de no afectar el precio final al consumidor y que los cambios de compañías mensajeras, en caso de presentar afectaciones o sobrecostos, pueda ser evadible (cambio de compañía) sin algún traumatismo o demora que al establecer un contrato o alianza directa con empresas transportadoras. Inicialmente se parten con empresas mejor ranqueadas a nivel nacional resaltando velocidad y costos, en donde Inter rapidísimo. S, A. es la que mejor precios oferta al público.

#### 6.1.2.4. Promoción

Se evidencia que las marcas competidoras realizan procesos de promoción basados en temporadas cercanas a competencias deportivas y la promoción o patrocinio de estos. A nivel virtual se evidencian pocas estrategias promocionales como lo pueden ser los “2x1” o descuentos de compra mayores al 10%. De la misma forma, las promociones visibles en escenarios de venta (de forma física) se siguen visualizando como escasas y aplicadas a presentaciones en polvo en cantidades mayores a las 5lb. Adicionalmente, los canales de distribución incluirán capital humano de tipo tercerizado para cumplir labores de impulsores, con los cuales los procesos de ventas y oportunidades en anaqueles de ventas conlleven comunicación directa con la marca y no a través de medios impersonales.

Este personal también realizará las tareas de presentación del producto a deportistas dentro de los escenarios de entrenamiento o competición a modo de prueba y degustación, haciendo que el contacto con el público arroje percepciones fáciles de identificar y sin la necesidad de incurrir a encuestas difíciles de difundir y desarrollar por parte del consumidor. Tras lo evidenciado frente a las promociones de los competidores, se plantean los siguientes canales de promoción:

- **Canal en Tiendas:** Teniendo en cuenta la ubicación del canal de venta principal, el producto será ofertado en tiendas y gimnasios de la ciudad de Buga, haciendo referencia especial frente a la materia prima (Harina de

gusanos de *Tenebrio Molitor*) y su valor proteico en comparación con proteínas de base vegetal y animal. Adicionalmente se hará mención especial frente a la oferta ambiental del producto, al ser empacada en envases biodegradables y un sistema productivo que genera bajo aporte contaminante al ambiente. La modalidad de distribución se presenta mediante la venta por lotes de producto, destacando descuentos al vendedor de acuerdo con el volumen de compra, permitiendo así la mínima alteración del precio final del producto.

El método de venta se dará de acuerdo con lotes de venta de los productos en donde las cantidades y costos serán concertadas con los tenderos o personal de compra. Se manejará el modo de venta directa buscando brindar al producto la posibilidad de ser ofertado en iguales condiciones a la de los competidores y que la intención de promoción de este comprometa al vendedor a que el producto no permanezca en anaqueles o estanterías sin importancia alguna.

- **Canales Digitales:** Haciendo uso de los beneficios ofertados por los canales digitales se plantea el uso de estrategias que permitan agilizar y favorecer las etapas vistas como introducción al mercado y la visualización de la marca y producto. Consecuente a lo anterior, el perfil en redes creado corresponderá a perfiles empresariales en los que se aplique la posibilidad de incrementos de beneficios al creador de acuerdo con las visualizaciones de página e interacciones obtenidas en las publicaciones a realizar. Para esto se aplicarán las promociones de visualización de cada una de las aplicaciones mencionadas, en donde su pago correspondería a moneda extranjera (dólares) y adquiriendo los paquetes de promoción mensuales.

Al igual que en el canal en tiendas se plantea el uso de community managers (CM) para el registro y consecución de visualización frente a los algoritmos de cada publicación. Buscando la reducción de costos dentro del proyecto total, las labores del CM, se limitará a la elaboración de parrillas de publicaciones en Instagram y Facebook durante los primeros seis meses de introducción al mercado. Dentro de las estrategias planteadas y que se encuentran por fuera de las labores del CM, se formula realización de directos en ambas plataformas en las que se parta de base con invitados relacionados o vinculados a las actividades que requieran el consumo de proteínas como lo pueden ser instructores de gimnasios o deportistas.

Bajo la plataforma de Facebook se plantea la consecución de estrellas bajo visualizaciones, lo cual permitirá ampliar la difusión de la página ofertante y descuentos en pagos de promociones. Para la plataforma de Instagram la estrategia se realizará frente a la consecución de seguidores, los cuales permitan a partir de los 1.000 seguidores, la utilización de pautas publicitarias pagas, lo cual sería retribuido como inversión en difusión para redes sociales. |

### **6.1.3. Consideraciones finales del objetivo específico número uno**

Se ha realizado un análisis de mercado que identifica claramente una población objetivo: deportistas de entre 20 y 32 años, con un poder adquisitivo superior a dos salarios mínimos legales vigentes y una creciente disposición hacia suplementos innovadores. Los resultados obtenidos muestran una aceptación inicial favorable del suplemento basado en el insecto *Tenebrio Molitor*, destacando la importancia de comunicar sus beneficios nutricionales y ambientales durante las fases de presentación, venta y postventa del producto. Además, las proyecciones de demanda revelan un mercado potencial significativo, subrayando la necesidad de implementar estrategias promocionales específicas para este segmento de la población, así como de establecer un precio competitivo para posicionar el producto, que debería oscilar entre \$160.000 y \$180.000, dependiendo de la presentación.

## **6.2. Caracterización de operaciones del sistema productivo**

Siguiendo con el desarrollo del segundo objetivo específico propuesto y tomando como base investigaciones realizadas por los autores Macías, Reyes, & Lom (Macías, Reyes, & Lom, 2016) frente al uso de la metodología DMADV (Definir, Medir, Analizar, Diseñar, Verificar) para el diseño del producto propuesto, esta investigación contempla los siguientes enfoques frente a la reducción de variabilidad del proceso para la producción de un suplemento proteínico a base de insectos:

- **Definir:** Se requiere como necesidad explícita una proteína en polvo con sabores dulces cuyo aroma corresponda al sabor ofertado. Se requiere por parte de los clientes que el producto ofertado arroje una carga calórica no inferior a 26 gramos de proteína por porción. Este debe indicar al consumidor final los procesos de consumo, facilitando las medidas por porción y dosis

diaria de consumo conforme sea la intensidad y frecuencia de la actividad física (comprende un consumo aproximado de cucharadas de 33 gramos de producto bajo en calorías de grasa y carbohidratos). De manera implícita, el producto debe cubrir con los requerimientos y condiciones propias para ser apto para el consumo humano (registro sanitario Invima y procesos de inocuidad), de igual forma el producto debe ser apto para ser conservado en condiciones medio ambientales reguladas sin que sufra procesos de deterioro que puedan invalidar su consumo.

- **Medir:** Siguiendo lo descrito por (Petkova, 2010, s/p), en este apartado la medición corresponde a aquellos indicadores que se encuentren ligados a la determinación de las necesidades del cliente respecto al producto; serán comprendidos como los indicadores de proceso durante el proceso de producción y aquellos que involucren la post producción. Dentro de estos se contemplan el costo de materia prima (\$/kg), % desperdicio de materias primas, Tiempos disponibles por operación, Tack Time, Capacidad proceso (Cp), Razón de capacidad proceso (Cr), Sigmas de proceso, Eficiencia General de Equipos OEE, Cumplimiento al MPS, Utilización de la Capacidad, Productos No Conformes, Costo de Producción y Margen Bruto del Negocio.
- **Analizar:** Se contempla, como parte de las alternativas de diseño, la opción de incluir o excluir el proceso de transformación de la materia principal (harina de gusanos Tenebrio Molitor), que incluiría los procesos de secado y molienda. Esta alternativa se considera debido a que podría generar una reducción en los costos finales y, por lo tanto, en el precio de venta. Sin embargo, también implicaría una inversión en la adquisición de propiedad, planta y equipo (PPE), así como un aumento en la capacidad instalada, el personal necesario para el proceso productivo y los costos asociados al ciclo de vida del diseño propuesto.

Por otro lado, se ajusta este aspecto para evaluar la inclusión de nuevos componentes en la fórmula. Estas adiciones o sustituciones se considerarían en función de la posibilidad de reducir costos, manteniendo o mejorando las cualidades del producto, con la ventaja de obtener los mismos beneficios en menores proporciones.

Las porciones se determinarán en función de la materia prima principal (harina de gusano Tenebrio Molitor), con el objetivo de maximizar los beneficios proteicos en la fórmula final, basándose en aplicaciones e investigaciones previas. Los procesos de evaluación y selección de los componentes se realizarán cuidadosamente, buscando ofrecer un mayor

contenido proteico sin comprometer las condiciones organolépticas del producto. Finalmente, se considerarán diversos aspectos relacionados con el proceso de empaquetado, evaluando las diferentes opciones disponibles para comercializar el producto, como tarros, botellas o bolsas, y si estas opciones incorporan consideraciones medioambientales.

- **Diseñar:** Basándose en el cumplimiento de las necesidades del cliente, se consideran diseños de procesos alternativos dentro de la planta de producción, con el objetivo de mejorar y agilizar el ciclo productivo, reduciendo la cantidad de producto no conforme. Asimismo, se analizan opciones respecto a la forma en que el producto será presentado al consumidor final, definiendo los requerimientos y especificaciones de empaquetado, tales como la resistencia de las bolsas, los materiales utilizados y el cumplimiento con los estándares del registro INVIMA. A nivel productivo, se propone un diseño de planta en forma de U, con el fin de reducir los tiempos de producción, optimizando el proceso desde la recepción de las larvas hasta su empaquetado final. La distribución de la planta se diseña para maximizar el uso de los espacios de trabajo y minimizar la contaminación del producto durante los procesos, a través de la automatización y la reducción de recorridos entre áreas.

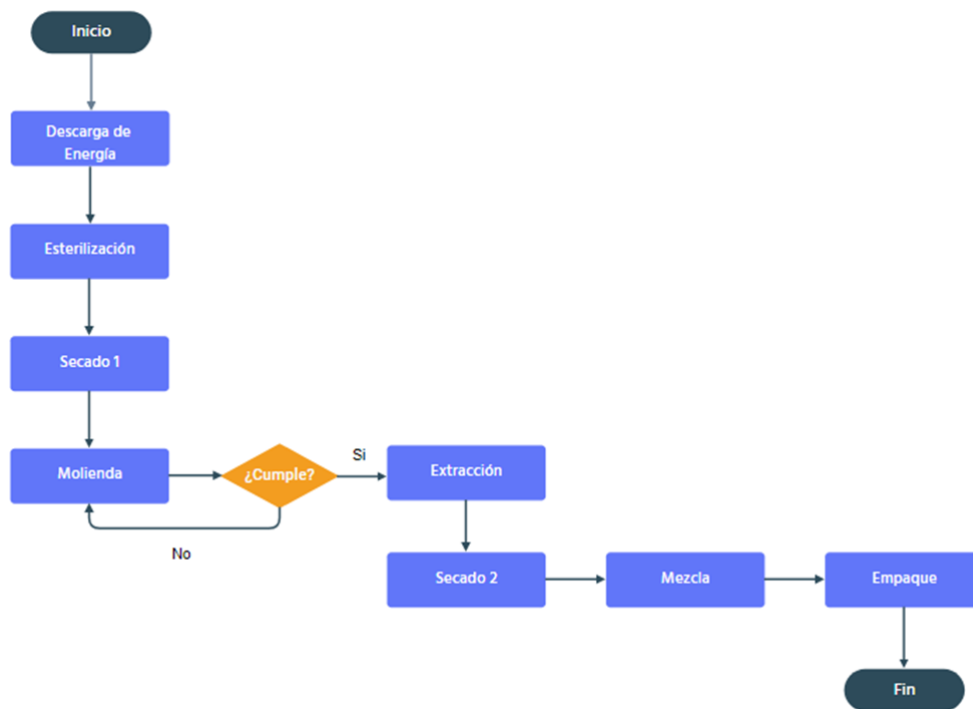
La determinación de las etapas anteriores permitirá a la presente investigación, la elaboración de un prototipo de modelo de alto detalle, con el cual se brinda la posibilidad de agilizar la identificación de errores o desviaciones de proceso, pero a su vez, permite la ejecución de procesos de simulación o verificación. Estas serán ejecutadas una vez se implementen los nuevos procesos y serán comparadas con estados o mediciones de control (mediciones iniciales), buscando así establecer un estado de mejora. Según lo evidencian (Macías, Reyes, & Lom, 2016), aunque los procesos y el producto ofertado, pueda concebirse como una innovación, este no es inmune a un sentimiento de rechazo dado a que el cliente no contempla una experiencia previa.

### **6.2.1. Operaciones y controles del proceso bajo la metodología DMADV**

Siguiendo los lineamientos presentados por el autor (Kasemsap, 2016) para la vinculación de la metodología DMADV y filosofía Seis Sigma, se presenta al lector el estudio de los procesos productivos comprendidos por etapas utilizando los lineamientos de la investigación de operaciones de los autores como (Purdue University, 2021) y (Krolczyk, G. M., & Legutko, S., 2022), quienes determinan este

tipo de metodología para el diseño de operaciones y procesos que aún no se encuentran establecidos, considerando que esta debe basarse en el cumplimiento de los requisitos productivos y las necesidades del cliente final. A continuación, se realiza una descripción de los parámetros y procesos adscritos al diagrama de flujo propuesto, (Ver ilustración 7):

*Ilustración 7. Diagrama de flujo procesos de producción Tenebrio Molitor Protein. Fuente: Elaboración propia.*



#### 6.2.1.1. Recepción de las materias primas

Como primera instancia se presenta la recepción de los insectos vivos seleccionados como el Tenebrio Molitor (materia prima principal), macro ingredientes concebidos como insumos de alta inclusión en fórmula como lo es la proteína de leche Whey Protein Concentrate (WPC) y maltodextrina, adicionalmente se incluyen micro ingredientes que aportan color y sabor al producto tales como endulzantes artificiales en polvo de sabores vainilla y chocolate, estevia y como espesante la Carboximetilcelulosa (CMC). Para esta etapa productos como los componentes químicos en mezcla requerirán un proceso de inspección basado en las especificaciones de caducidad, peso especificado, sellado de bultos dados por el proveedor. Adicionalmente respecto a las larvas del Tenebrio Molitor, deberán ser

verificadas por el personal de acuerdo con condiciones organolépticas como el olor y color, buscando identificar oportunamente larvas en estado de descomposición o con laceraciones que puedan afectar el proceso de secado y molienda.

Estos procesos de inspección de PPI (Inspección de preproducción) basado en la inspección por atributos en donde se registrará una cantidad mínima representativa de cada una de las materias primas, buscando que estas cumplan con las condiciones específicas de humedad, peso, caducidad y la No presencia de humedad en componentes, condiciones sobre las cuales se determinará el rechazo o aceptación de los lotes de materia prima.

#### 6.2.1.2. *Descarga de energía*

Los insectos en estado vivo son transportados a un tanque con resistencia eléctrica, tanque en el que los insectos son inactivados a través de la aplicación de corriente eléctrica directa por un tiempo total de cinco (5) segundos. Para este proceso se manejarán como variables de control el voltaje eléctrico aplicado y los tiempos de inactivación, variables que cuentan con estándar de voltaje igual a 220 W y un tiempo de aplicación de 5 a 10 segundos como rangos de control.

#### 6.2.1.3. *Esterilización*

Buscando reducir la carga microbiana y carga de enzimas presentes en los gusanos *Tenebrio Molitor*, el subproducto de la etapa anterior es transportado a un nuevo tanque de electricidad en el que se realiza un choque térmico con agua entre 100 y 105°C durante un periodo de tiempo de 15 segundos. Como variables de control se contempla el tiempo y temperatura del agua aplicada en donde se resalta que el tiempo excesivo de aplicación de agua puede generar una humedad elevada sobre la materia obtenida, lo que a su vez se traduce en un mayor tiempo de secado y, por ende, se constituye un incremento sobre los costos de producción.

Con el fin de verificar las condiciones de salubridad de los insumos y que estos no representen un riesgo de contaminación para el proceso productivo, Se contempla un AQL o Límite de Calidad Aceptable con el que se pretende mitigar el efecto de los errores de muestreo de tipo I (rechazar el producto siendo este aceptado al cumplir con los estándares de calidad) y error tipo II (aceptar el producto siendo este rechazado al no cumplir con los estándares de calidad establecidos). Bajo este primer parámetro de inspección se garantiza a proveedores y personal de

producción, que los insumos de formula cuentan con la calidad mínima de aceptación, pero también se asegura que la incidencia de posibles reprocesos de operación ocasionados por deterioro de materia prima no sea ocasionada en primera instancia por factores externos por parte del proveedor.

#### 6.2.1.4. *Secado 1*

La materia prima es transportada del tanque de esterilización hacia el horno de secado a través de canastas transportadoras comprendiendo un tiempo límite de transporte no superior a 5 minutos. Aquí se busca reducir el grado de humedad de la materia prima haciendo que este pase a través de un horno de secado, esta es puesta por un periodo de tres (3) horas a una temperatura de 60° C. El proceso de secado se concibe como actividad critica dada su duración y los requerimientos exigidos por el proceso contiguo de vivienda. Como parámetros de control se sostiene el tiempo, la temperatura de secado y el grado de humedad de la materia prima.

#### 6.2.1.5. *Molienda*

La materia prima es transportada hacia un molino de martillos en donde los gusanos son molidos hasta llevarlos a un tamaño de partícula, tamaño característico de los suplementos proteicos en polvo. La verificación de la molienda se da a través de pruebas de tamizado en donde se busca eliminar de la mezcla resultante las existencias de grumos o componentes no identificados en los procesos anteriores.

#### 6.2.1.6. *Extracción*

La materia resultante es transportada hacia el sistema de extracción en que se realiza la separación de la grasa propia del gusano Tenebrio Molitor y obtener así un concentrado proteico. Para esto se requiere de la incorporación de un solvente como el hexano, el cual es retirado del concentrado mediante un proceso de destilación. La grasa extraída es controlada a través de un indicador porcentual, la cual es convertida en subproductos a finas a la industria de jabones y cosméticos, evidenciando el conceto de la no generación de desperdicios de producción y posibilitando generar dividendos de la operación.

#### 6.2.1.7. Secado 2

Previendo eliminar la humedad ganada en la etapa de extracción, el producto resultante es transportado hacia el segundo horno de secado hasta que este consiga un porcentaje de humedad de 0%. A diferencia del primer secado, este se reduce a solo 30 minutos con una temperatura de 40° C, caracterizando de esta forma que la temperatura y humedad serán visualizadas como las métricas de control de este proceso según los procesos de formación, articulación y sugerencia provistos por la firma QBCO tras las pruebas y análisis físico químicos de los componentes de la mezcla: las condiciones de humedad necesarias para eliminar agentes contaminantes o la aparición de factores que perjudiquen la producción de grumos dentro del producto final.

#### 6.2.1.8. Dosificación de macro ingredientes

Definiendo como macro ingredientes los insumos correspondientes a la harina de *gusano Tenebrio Molitor*, proteína de leche WPC y la maltodextrina. Respecto al *Tenebrio Molitor*, este proporciona un contenido en proteínas entre el 47 y 60%, lípidos entre los 31 y 43% y un alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados como el ácido oleico y linoleico, haciéndolos viables para el consumo, según lo descrito en la tabla 4 (Makkar, Tran, Heuzé, & Ankers, 2014). El procesamiento de las larvas secas de este insecto proporciona aproximadamente un 53% de proteína, 28% de grasa, 6% de fibra, y 5% de agua, (Mariod, Saeed Mirghani, & Hussein, 2017)., aunque estos valores varían de acuerdo con el tipo de alimentación, hábitat y desarrollo:

Tabla 4. Composición química del *Tenebrio Molitor* con porcentaje en base seca. Fuente adaptado de (Nowak, Persijn, Rittenschober, & Charrondiere, 2016; M.-J. Sánchez-Muros et al., 2014) y tomado de Medrano Vega, 2019

<b>Componente</b>	<b>Larva</b>	<b>Pupa</b>	<b>Adulto</b>
Humedad	62	61	62.1
Proteínas	49.5	54.6	66.3
Extracto etéreo	38.1	30.8	14.9
Cenizas	2.8	3.4	3.3

Tabla 5. Contenido de vitaminas aportadas por el Tenebrio Molitor expresado en base 100gr de porción comestible. Fuente: Adaptado de Novak et al., 2016 y tomado de (Medrano, 2019)

Vitamina E (Unidades internacionales UI)	0,99
Vitamina A (UI)	29
$\alpha$ -tocoferol (mg)	1,9
Piridoxina (mg)	0,70
Tiamina (mg)	0,18
Riboflavina (mg)	1,21
Niacina (mg)	4,10
Ácido pantoténico (mg)	2,04
Folato ( $\mu$ g)	137
Vitamina B12 ( $\mu$ g)	0,30
Vitamina C (mg)	1,8

El concentrado de proteína de Suero de leche WPC corresponde a un subproducto de la producción de quesos y el cual provee una fuente considerable de aminoácidos y proteínas (entre el 29 y 89%), (Pochteca, 2016), aunque este producto contiene un pequeño grado de grasas e hidratos de carbono, para fines de esta investigación, estas serán eliminadas de la proteína o producto final con el fin de garantizar un producto sin contenido de grasa a través de un nuevo proceso de extracción.

Por otra parte, la maltodextrina es concebida como una combinación en polvo de maíz, arroz y almidón de papa o trigo, (Shaefer, 2017). Aunque basa su origen en el reino vegetal, su proceso de producción involucra un alto procesamiento que incluye la cocción de almidones, hidrolisis y la adición de ácidos o enzimas (alfa-amilasa bacteriana termoestable) para que esta pueda ser soluble al agua, baja en azúcar (20% menos contenido de azúcar a comparación del jarabe de maíz) y sin aportar algún sabor, (Shaefer, 2017). Este aditivo es utilizado como espesante o para el aumento volumétrico de los alimentos procesados, el cual actúa a su vez como conservante al momento del producto ser envasado. Los beneficios sobre el uso de la maltodextrina se basan en su aporte calórico por gramo, en donde el aditivo aporta la misma cantidad de calorías a la sacarosa, (Pochteca, 2016).

En coordinación con especialistas en nutrición y la firma QBCO se define que la mezcla representativa se distribuye de manera mayoritaria hacia los macronutrientes (97,9%) siendo el Tenebrio Molitor el de mayor presencia en fórmula (86,9%) (Ver Tabla 1). Como parámetros iniciales del proceso (Ver tabla 6),

se definen los siguientes componentes en donde se destaca que la mezcla al contemplarse como material sólido (polvo), su concentración de grados brix (cantidad de sólidos disueltos en líquidos obtenida tras gravedad específica), deberá ser igual a cero:

Tabla 6. Parámetros de aceptación de la fórmula propuesta. Fuente: QBCO, 2021

<b>Parámetros</b>	<b>Resultado</b>
°Bx inicial	0,0%
°Bx final	0,0%
Acidez inicial	0,00%
Acidez final	0,00%
Rendimiento	100,0%
kg Rendimiento	100,0
kg Agua evaporada	0,0
Costo materias primas \$/kg	\$ 183.575
Desperdicio	0,0%
Merma total	0,0%
kg Rendimiento Final	100,0
Costo/kg Final	\$ 183.575
Contenido de sal	0,0%
Contenido de ácido acético	0,00%
Contenido Benzoato de sodio, ppm	0

Adicionalmente el producto a ofertar integra las nuevas regulaciones concernientes a los contenidos y etiquetados de los productos altos en azúcares, así la cantidad de este sea menor al 1% sobre el total de la mezcla realizada (Ver Tabla 1). Se presentan en la tabla 7 las limitaciones en mezcla y componentes de acuerdo con la regulación 810 del 2021:

Tabla 7. Limitantes en contenidos para el producto final de acuerdo con la resolución 810 del 2021.

<b>Resolución 810, 2021</b>		
Sodio		400 mg/100 g
Azúcares añadidos		10 g/100 g
Grasas saturadas		4 g/100 g

#### 6.2.1.9. *Dosificación de micro ingredientes*

Los micro ingredientes corresponden a aquellos que aportan modificaciones en cuanto a la percepción organoléptica del producto (olor, color y sabor), tales como la estevia y los sabores artificiales de vainilla y chocolate. Respecto al sabor vainilla, este es obtenido a través de las vainas de la vainilla. Debido a su proceso productivo (deshidratación de las habas de vainilla para ser molidas), su presentación en polvo aporta mayor intensidad respecto a los extractos de esta planta; al mismo tiempo esta puede cumplir una función de edulcorante natural al maximizar el olor y colores sosteniendo su cualidad de suavidad sobre la mezcla final. El contenido nutricional de este polvo contempla trazas de magnesio, manganeso, calcio y potasio, siendo estos en mayor proporción de acuerdo con su grado de pureza.

Respecto al sabor natural de chocolate en polvo, se tiene que este proviene de la cocoa tras un proceso de molienda y representa sobre la fórmula (al igual que el sabor vainilla) el 1% del peso final del producto ofertado. Su proceso de producción influye de manera directa sobre la intensidad de su sabor, pH y color. Para los fines del producto a desarrollar, se tienen en cuenta los polvos de cacao natural basados en mezcla con álcali los cuales reducen el sabor amargo y ácido sobre el resultado final.

#### 6.2.1.10. *Mezclado*

Buscando realizar la adición de la materia prima principal (harina de gusano *Tenebrio Molitor*) a la mezcla de los macro y micronutrientes, los componentes son transportados aun mezclador blender en donde se busca que la mezcla final presente una combinación homogénea de acuerdo con el tiempo de mezclado. Como condiciones de esta etapa se contempla la condición hermética sobre el mezclador y la conexión que este posee a través de las tolvas transportadoras para cada actividad productiva.

#### 6.2.1.11. *Empaque*

Se define esta etapa como proceso crítico o de alta prioridad ya que en esta se realizan los procesos de inspección mediante los parámetros de lote y análisis de inspección por variables, en donde una sola muestra determinara la viabilidad del producido total. El proceso de empaque contempla la inclusión de maquinaria

como lo son los dosificadores digitales, los cuales estarán dispuestos mediante basculas a cada una de las tolvas de alimentación, en donde las condiciones pesaje se dan de acuerdo con los ajustes de peso requerido por cada sección que requiera el transporte de materia o subproductos.

Contemplando un pesaje mínimo por unidad correspondiente a 2lb, el cual será verificado mediante basculas de precisión operadas mediante maquinas dosificadoras, la cual comprende un rango de tolerancia o variación del peso final de +/- 1% del producto final. Como parámetros de medición, en esta etapa se integra el número de productos no conformes los cuales corresponderán al incumplimiento de la cantidad prevista. Este producto no conforme será dosificado de manera manual por parte de la operación en donde los procesos de retiro o adición de la mezcla se realizarán con la ayuda de basculas de pesaje mínimo las acciones de retiro o aceptación de producto.

### **6.2.2. Estaciones de trabajo**

Dado el tipo de procesamiento y particularidad del producto a generar, el sistema productivo deberá garantizar las condiciones adecuadas para elementos contemplados para consumo humano. Dentro de estos se destacan las buenas prácticas de manufactura o BPM; este tipo de lineamientos determinan condiciones de hermetismo y control de humedad relativa para los procesos de envase y transporte.

El proceso descrito incluye etapas de secado, molienda y almacenamiento, las cuales se llevan a cabo bajo condiciones de sellado para evitar la contaminación de los productos procesados. El transporte de las materias primas en estado de pulverización se realiza directamente desde la maquinaria hacia las estaciones de procesamiento mediante bandas transportadoras selladas. Este sistema de transporte se encuentra diseñado para mantener una humedad relativa por debajo del 20°C, lo cual se logra mediante sistemas de refrigeración controlada.

Los protocolos de salubridad se encuentran igualmente demarcados sobre BPM, en donde el uso cofias, calzado cerrado, tapaboca de tipo K95, gafas de seguridad y protección facial, serán exigidos a todo visitante de las áreas de empaçado, ya que es en esta última etapa donde se rompe de manera controlado el estado de sellado sobre el transporte, maquinas dosificadoras y envasado.

### **6.2.3. Equipos**

De acuerdo con lo evidenciado en el apartado “estudio de operaciones y controles del proceso bajo la metodología DMADV de la filosofía Seis Sigma”, se evidencian los equipos y especificaciones de estos por cada una de las áreas de trabajo descritas. Los procesos de cotización se realizan bajo canales de compra electrónica de acuerdo con la caracterización del tipo de equipamiento predispuesto para el proceso. Se menciona que la búsqueda de proveedores se realizó mediante canales de internet, concentrando en los procesos de preselección un filtro respecto a fabricantes nacionales, seguido de proveedores ubicados en el Valle del Cauca.

Las solicitudes de información y ficha técnica de la maquinaria solicitada fueron realizadas de acuerdo con los canales de comunicaciones de los proveedores seleccionados, en donde se solicitaron especificaciones mínimas para la operación de esta, buscando un equipamiento de gama media como previsión a futura inversión en equipos de acuerdo con los estados financieros y estimaciones previstas en los años 0, 1 y 2 de producción.

- **Resistencias Para Inmersión En Tanque De Productos Químicos**

Equipo destinado a cumplir los procesos de esterilización de la materia bajo los procesos de aplicación de descarga eléctrica y eliminación de agentes contaminantes. De acuerdo con lo especificado en ambas secciones, el equipamiento deberá cumplir con parámetros que lo caractericen como tanque de descarga eléctrico. A través de canales de comercio industrial y el uso de herramientas predispuestas por la aplicación Google Trends, se seleccionó al proveedor Electro Silvana, quienes además de realizar procesos de venta de equipamientos, ofertan procesos de fabricación de equipos personalizados.

La previsión de adquisición de maquinaria, bajo el asesoramiento brindado por el asesor comercial (a través de vías de comunicación como WhatsApp Institucional), contempla la compra de dos resistencias de inmersión, las cuales se instalarán en tinas de aluminio, adaptadas a los volúmenes de materia prima a adquirir, según los procesos de simulación que se detallarán en los apartados siguientes.

Ilustración 8. Resistencia de Inmersión para esterilización. Fuente: Electro Sylvania, 2022



Descripción técnica proporcionada por el proveedor de acuerdo con los parámetros de funcionamiento, espacios y requerimientos propios de la maquinaria:

- Aplicación: calentamiento de agua
- 6 elementos figurados en U
- Longitud total: 105 cm en U
- Material: acero inoxidable 316L
- Diámetro de tubería: 1/2"
- Zona útil: 95 cm
- Zona fría: 10 cm
- Caja en acero inoxidable para protección de conexiones
- Brida 6" macho en acero inoxidable 316 L
- Termopozo interno para sensor de temperatura
- Sensor de temperatura para seguridad PT 100 Con transmisor de 4 a 20 map (50° -150°)
- Tensión: 460 V
- Conexión trifásica + Polo tierra
- Potencia: 45 KW
- Corriente: 56 Amp / Por fase
- Salida en cable al tablero de control Cable: 4 m

- **Hornos de secado Industrial**

Siguiendo los mismos parámetros de búsqueda y selección, los hornos de secado fueron pensados respecto a la capacidad de las cámaras internas de secado y la posibilidad de contar con equipos de secado al vacío. Por lo anterior, se identificaron a los proveedores Intekgroup y Proton Industrias LTDA (ambos fabricantes y proveedores nacionales). Ambos proveedores fueron considerados de acuerdo con la diversidad de portafolio de productos y la capacidad de ambos para generar maquinaria personalizada o ajustada a los requerimientos del proceso productivo. La selección de Intekgroup se da de acuerdo con la generación de fichas técnicas normalizadas y la posibilidad de generar procesos comparativos en cuanto a capacidades de procesamiento y requerimientos adicionales (acondicionamiento de espacios y adecuaciones sobre el sistema eléctrico). Los canales de comunicaciones para ambos proveedores fueron realizados de acuerdo con solicitudes mediante correo electrónico, siendo Intekgroup aquel que proporcionó la información de manera oportuna y brindando la posibilidad de sostener canales de comunicación directos.

*Ilustración 9. Horno de secado al vacío para capacidad de 512L. Fuente: Intekgroup, 2022*



Ilustración 10. Ficha técnica específica proporcionada por el proveedor. Fuente: Intekgroup, 2022

MODELO	DP83C	DP104C
Método	Descompresión · calefacción de pared de la cámara	
Rango De Temperatura De Funcionamiento	40 - 200 °C	
Rango De Vacío De Funcionamiento	101-0.1kPa (760-1Torr)	
Precisión Del Ajuste Temporal	±1.0°C (a 200°C)	
Interior	Placa de acero inoxidable	
Exterior	Placa de acero laminado en frío con recubrimiento de prueba química	
Material Aislante	Fibra de vidrio	
Método De Calentamiento	Calefacción directa de pared de cámara descomprimida	
Potencia Del Calentador	6,5 kW	14,4 kW
Ventana De Observación	Vidrio endurecido + panel de protección de resina	
Vacuómetro	Tipo de puntero, -100-0kPa	
Sala De Instalación De Bombas De Vacío	Sí	
Control Temporal	PID de 3 segmentos	
Configuración Temporal	Utilice la tecla de menú de función especializada y la tecla arriba / abajo para establecer	
Visualización Temporal	Pantalla de temperatura medida: pantalla digital LED verde de 4 dígitos Configuración de la pantalla temporal: pantalla digital LED roja de 4 dígitos	
Temporizador	1min-99 hr 59 min y 100 hr-999 hr 50 min (unido con función de espera de sincronización)	
Función De Operación	Se ha corregido el inicio automático temporal, la detención automática, el funcionamiento del programa	
Modo De Programa	Operación del programa 3 segmentos 30 pasos (30 pasos×1, 15 pasos×2, 10 pasos×3)	
Función Adicional	Corrección de desviación, bloqueo de llave, compensación de corte de energía	
Control Del Circuito Del Calentador	Conducción SSR	
Sensor	Termopar K (controlador de temperatura y protector de sobrecalentado)	
Dispositivo De Seguridad	Circuito de autodiagnóstico (detección de temperatura anormal, desconexión del calentador, prevención de sobrecalentado)	

- **Molino de martillos**

Pensando en velocidades de procesamiento medio, se realizó la búsqueda de proveedores cuya oferta fuesen equipamientos móviles o de fácil transporte entre áreas. La elección sobre el proveedor Inducam se da bajo la facilidad de generar un canal de comunicación inmediata y la posibilidad de generar procesos de modernización o incremento sobre las capacidades de procesamiento de manera ágil y sosteniendo beneficios económicos. De igual forma se comprende la facilidad de acceder a procesos de mantenimiento y reparaciones sin incurrir a costos excesivos, ya que el proveedor se localiza en la ciudad de Cali, al igual que los posibles equipamientos de respuesta.

Ilustración 11. Molino de martillo. Fuente: INDUCAMP, 2022



Especificaciones y ficha técnica de la maquinaria que fueron proporcionadas por el proveedor de acuerdo con las condiciones de procesamiento y espacio manifestadas en las secciones anteriores. Los ítems catalogados como opcionales son mencionados buscando generar actualizaciones en la capacidad de procesamiento y mejora que la maquinaria inicial pudiese ofrecer:

- Construido en acero inoxidable y estructura en perfil tubular de acero inoxidable 304.
  - Porta martillos sobre eje de acero inoxidable con chumaceras embaladas.
  - Criba intercambiable con perforaciones a las necesidades del cliente.
  - Cuerpo Bipartido con bisagras y clamps.
  - 20 martillos sólidos con cojinete plástico.
  - Tolva de carga con compuerta dosificadora manual.
  - Tolva de descarga.
  - Transmisión con motor de HP, trifásica, 220/60hz.
  - Poleas y bandas.
  - Arrancador de 220 (opcional).
- 
- **Extractor automático con solventes, 115-230v**

El extractor de acuerdo con los requerimientos del proceso para la separación de grasas no deseadas en la mezcla final, se busca un proveedor de tipo industrial y

químico que oferte maquinaria de gamas superiores, pero de una capacidad de procesamiento de porciones menores a 10. Los costos de este tipo de maquinaria y su posterior actualización no serán incluidos en los procesos de simulación debido a sus altos costos y las limitaciones frente a la adquisición de repuestos o la ejecución de acciones de mantenimiento predictiva, preventiva y/o reactivas.

El proveedor Equipos y Laboratorios de Colombia es elegido de acuerdo con la posibilidad de realizar comparaciones entre capacidad de procesamiento (6 y 3 posiciones). De la misma forma, el proveedor proporciona acciones básicas de procesamiento de manera ágil y personalizada de acuerdo con las especificaciones manifestados en las etapas de solicitud de información como se evidencian en la tabla 8:

*Tabla 8, Ficha técnica y especificaciones de Extractores para 3 y 6 posiciones. Fuente: Equipos y Laboratorios de Colombia, 2022*

Posiciones:	<b>SER 158/3</b> 3 posiciones <b>SER 158/6</b> 6 posiciones
Max. Capacidad:	<b>SER 158/3</b> 21 muestras / día / unidad <b>SER 158/6</b> 42 muestras / día / unidad
Escalabilidad:	<b>SER 158/3</b> 12-pos. (hasta 4 unidades) <b>SER 158/6</b> 24-pos. (hasta 4 unidades)
Monitor:	Pantalla táctil a color de 7 "- ControlPad extraíble
Solventes aceptados:	Capaz de ser utilizado con la mayoría de los solventes
Recuperación de solvente:	> 90%
Rango de medicion:	0.1-100%
Reproducibilidad (RSD):	≤ 1%
Automatización:	Inmersión, extracción, lavado, recuperación, enfriamiento
Iluminación:	Las luces LED muestran 3/6 posiciones activas

Elemento de calefacción:	Cerámica de vidrio - 3/6 posiciones de encendido / apagado independiente
Tamaño de la muestra:	De 0,5 a 15 g en dedales de 33x80 mm (generalmente 2-3 g)
Focas:	Vitón, butilo y vaflón
Condensadores:	Titanio (Patente VELP Pendiente)
Interfaces:	3 x USB (balance, mouse, memoria USB), Ethernet (Pc)
Cálculo del resultado:	Automático, archivado en ControlPad
Consumo de agua:	desde 1.0 l / min
Dimensiones (WxHxD):	<b>SER 158/3</b> 358x546x450 mm - 14x21,5x17,7 pulgadas <b>SER 158/6</b> 546x546x450 mm - 21,5x21,5x17,7 pulgadas
Dimensiones con ControlPad:	<b>SER 158/3</b> 358x546x570 mm - 14x21,5x22,4 pulgadas <b>SER 158/6</b> 546x546x570 mm - 21,5x21,5x22,4 pulgadas
Peso (SER 158 / ControlPad):	<b>SER 158/3</b> Kg <b>29/1</b> - 64 / 2,2 lb <b>SER 158/6</b> Kg <b>36/1</b> - 80,3 / 2,2 lb
Fuente de alimentación:	<b>SER 158/3</b> 115/230 - 50/60 V-Hz <b>SER 158/6</b> 115/230 - 50/60 V-Hz
El consumo de energía:	<b>SER 158/3</b> 630/850 W <b>SER 158/6</b> 630/850 W

- **Mezclador industrial**

Sosteniendo la intención de generar la adquisición de procesamientos considerados como “capacidad media”, se plantea la adquisición de equipos cuyo proceso de renovación o actualización puedan generarse sin que se conciba la adquisición de

nuevos equipos en plazos menores a los primeros 5 años de operación. Por lo anterior, el proveedor Inoxpa es seleccionado de acuerdo con la posibilidad de realizar cambios sobre los tanques en los que los insumos son depositados para el proceso de mezclado.

Este proveedor comprende actualizaciones sobre el tanque o sobre el número y tamaño de las aspas con las que la maquinaria pueda operar. Bajo el asesoramiento se decide realizar una preselección sobre agitadores de dos ejes coaxiales conectados a dos motorreductores que giran en direcciones opuestas. El eje central gira a velocidades más elevadas y dispone de hélices optimizadas para la dispersión y mezcla en las fases de baja viscosidad. El eje exterior está conectado a un ánora con rascadores para homogeneizar y retirar el producto de las paredes del tanque evitando su sobrecalentamiento y permitiendo una transferencia de calor más rápida y homogénea.

Ilustración 12. Agitadores de mezcla. Fuente: Inoxpa, 2022



Ilustración 13. Especificaciones técnicas proporcionadas por el proveedor. Fuente: Inoxpa, 2022

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### Materiales

Piezas en contacto con el producto	1.4404 (AISI 316L)
Otras piezas de acero	1.4404 (AISI 316L)
Cierre mecánico	SiC/C
Juntas cierre mecánico	EPDM / FPM
Junta de labios	PTFE

### Limites de operación

Presión de trabajo	-1 a 6 bar
Temperatura de trabajo	-7°C a 150°C

	MCR-1	MCR-2	MCR-3	MCR-4	MCR-5	MCR-6	MCR-7	MCR-8
Potencia ánora (Kw)	0,12 - 4	0,12 - 4	0,25 - 9,2	1,1 - 22	1,1 - 30	2,2 - 30	5,5 - 30	5,5 - 30
Par máximo ánora (Nm)	370	550	1500	3000	4200	6600	15500	24500
Potencia eje central (Kw)	0,12 - 0,75	0,12 - 1,5	0,12 - 4	0,12 - 4	0,12 - 4	1,1 - 22	1,1 - 30	1,1 - 30
Brida depósito	200	250	300	350	400	450	550	660
Ø obturación superior (mm)	40	45	55	70	80	100	125	125
Ø obturación inferior (mm)	20	25	30	35	40	60	70	70

- **Dosificador para polvos**

Al igual que con los mezcladores y de acuerdo con los procesos de empaque, se buscan equipamientos móviles en donde la disposición de bolsas, doypacks o mayores contenidos puedan ser dispuestos sobre la maquinaria de manera ágil y practica para el operario. De cara a procesos de actualización y procesamiento, se busca un equipamiento que vincule tecnologías digitales con la que las cantidades máximas y mínimas de cantidades de polvo dispuesta puedan mitigar continuamente la incidencia del error humano.

Especificaciones y ficha técnica del equipo solicitado al proveedor MAPLASCALI S.A.S, proveedor ubicado en la ciudad de Cali y con un portafolio de productos que incluyen los procesos de personalización y garantías extendidas sobre el funcionamiento, reparación y/o mantenimiento de ser requeridos:

- Potencia: 400 W
- Electricidad: 220V/60Hz
- Peso de la máquina: 265 libras (120 Kg.)
- Tamaño de la máquina: 26 "(660mm) x 22" (559 mm) x 72 "(1830mm) H
- Tamaño de la máquina en caja: 29 "(737 mm) x 24" (610mm) x 81 "(2057mm)
- Peso de la máquina en caja: 290 libras (132 Kg.)
- **TIEMPO DE ENTREGA: 5 DÍAS HÁBILES**
- **GARANTIA:** Funcionamiento mecánico de UN AÑO.
- **SERVICIO DE MANTENIMIENTO Y SUMINISTRO DE REPUESTOS:** Al momento que él Cliente lo solicite.
- **TRANSPORTE:** La Empresa MAPLAS se encarga del despacho y el cliente corre con costos y riesgos.
- **VALIDEZ DE LA OFERTA:** Treinta (30) días.

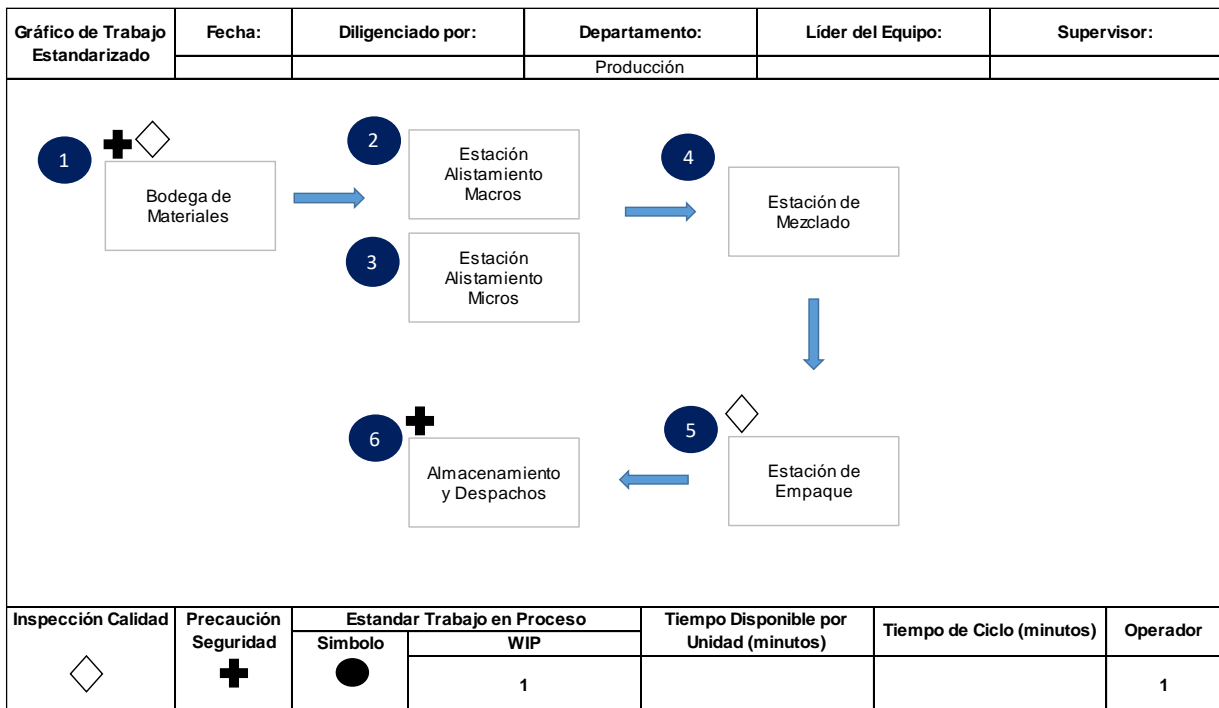
*Ilustración 14. IC46 dosificador para polvos de 100 a 1000 gr. Fuente: MAPLASCALI S.A.S.*



### 6.2.4. Distribución en planta propuesta

Tras el análisis realizado, se puede concluir que las distribuciones en planta bajo la forma en "U" favorecen un flujo continuo de las actividades y estaciones de trabajo. Esta disposición contribuye a la reducción de los tiempos de producción y mejora la efectividad laboral, lo que impacta positivamente en el proceso productivo propuesto. Utilizando este diseño (Ver Ilustración 7), se busca garantizar que la información generada durante los procesos y el transporte de materias primas sea supervisada y controlada eficientemente. La disposición facilita las labores de inspección, supervisión y los cambios de turno sin interrumpir el flujo productivo. Además, la visibilidad de cualquier acción fuera de los parámetros establecidos permitirá identificar y corregir errores o defectos de manera oportuna, minimizando la incidencia de contaminación en el producto final. Cabe resaltar que las estaciones de trabajo número dos y tres (alistamiento de materias primas macro y micro) están agrupadas debido al proceso consecutivo de mezcla de insumos de producción que se lleva a cabo posteriormente:

Ilustración 15. Distribución en planta. Fuente: Elaboración propia



Para la elaboración de un diseño de planta, es fundamental considerar la Metodología de Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (SLP), (Krolczyk, G. M., & Legutko, S., 2022), que organiza el espacio disponible de manera eficiente, minimizando tiempos y costos en los procesos productivos. Este enfoque se emplea para diseñar un sistema productivo eficiente para suplementos proteínicos a base de insectos, considerando la secuencia de operaciones descritas en el documento:

- **Relaciones entre áreas:** Se analizaron las interacciones entre las etapas del proceso productivo, considerando un flujo lineal desde la recepción de materia prima hasta el empaquetado final.
- **Requerimientos espaciales:** Se incluyeron espacios para almacenamiento, producción, control de calidad, áreas administrativas, y zonas de carga y descarga.
- **Condiciones ambientales:** Para evitar contaminación cruzada y cumplir con normativas sanitarias, se diseñaron barreras físicas entre zonas críticas.
- **Seguridad:** Se optimizaron los trayectos para trabajadores y materiales, reduciendo riesgos de accidentes.
- **Flexibilidad:** El diseño permite adaptarse a futuros incrementos de producción.

Para validar la viabilidad de la distribución planteada en la ilustración 15, se decide realizar un diagrama de relación de actividades o metodología SLP, donde se busca evidenciar la importancia de cada nodo o estación de trabajo prevista en la ilustración mencionada y la importancia relativa de la proximidad entre ellas. Las relaciones de importancia se dan de acuerdo con los parámetros descritos por Haddaden y Altarazi, 1968 y la metodología de los autores (Krolczyk, G. M., & Legutko, S., 2022):

*Ilustración 16. Definición de códigos de importancia para la metodología SLP. Fuente: (Álvarez, De Ávila & Hurtado, 2022)*

<i>Código</i>	<i>Definición</i>
A	Absolutamente necesario que estos dos departamentos estén uno junto al otro
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinariamente importante
U	Sin importancia
X	No deseable

La continuidad de las estaciones se define de acuerdo con la definición de una línea de producción continua, en la que se determina una codependencia de los procesos

para llegar al producto final definido en su almacenamiento y despacho. A continuación, se presenta el diagrama de relación de áreas:

Ilustración 17. Diagrama relacional de actividades. Fuente: Elaboración propia.

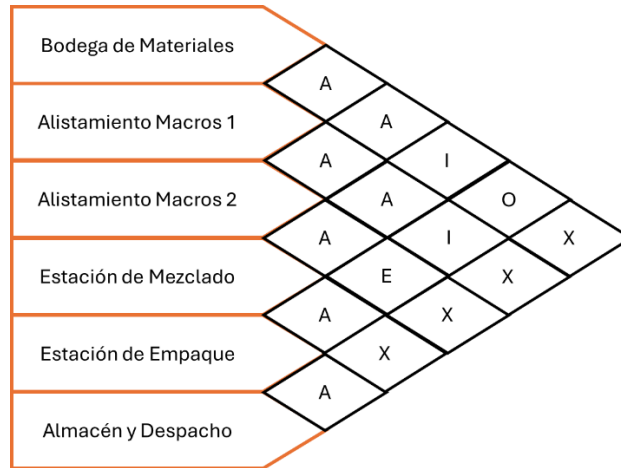
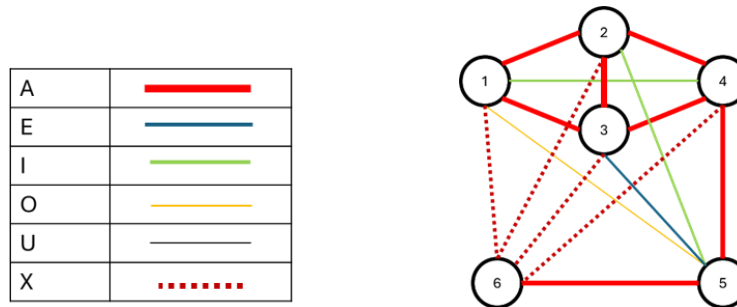


Ilustración 18. Tabla relacional para distribución de planta propuesta. Fuente: Elaboración propia.



De acuerdo con lo presentado en las ilustraciones 17 y 18 se define que el área 5 (almacén y despacho) se concibe como aquella con la mayor independencia del proceso productivo. Contemplando un sistema productivo continuo, las relaciones de codependencia son proporcionales a las estaciones dispuestas en el proceso productivo. La particularidad evidenciada con la estación 5 se concibe como un área predispuesta de acción inmediata (acumulación de producto terminado) conforme a los procesos de despacho, los cuales, para la etapa y capacidad de producción planteadas, no se encuentran sujetas a los índices de ingreso de materiales o materias primas. Es de mencionar que, dentro de las consideraciones, se tiene en cuenta que el diseño buscado se da en función de conseguir un flujo continuo y lineal de acuerdo a las consideraciones espaciales y las especificaciones de la Ilustración 18:

Materia prima → Preparación (esterilización y secado inicial).  
Molienda → Extracción (grasa y concentrado proteico).  
Refinamiento → Mezclado y dosificación.  
Empaque → Almacenamiento final.

**Frente a la relación Espacial y Diagrama Relacional**, se priorizó la proximidad entre áreas con interacciones frecuentes teniendo que:

- Recepción y preparación: Relación **AA** (absolutamente necesaria).
- Molienda y extracción: Relación **A** (muy importante).
- Empaque y almacenamiento: Relación **E** (importante).

Para la propuesta de una planta de producción de harina de Tenebrio molitor con una disposición en forma de U y con las áreas anteriormente mencionadas, fue necesario considerar el espacio necesario para cada estación y el flujo de trabajo eficiente que estas conllevan. A continuación, se ofrecen medidas aproximadas para cada área, teniendo en cuenta las capacidades de producción y los tamaños de las maquinas utilizadas que fueron especificadas en los apartados 6.2.1, 6.2.2. y 6.2.3.:

- **Bodega de Materiales:**
  - Función: Almacenar materias primas y materiales.
  - Medidas aproximadas: 50-70 m<sup>2</sup>
- **Alistamiento Macro 1:**
  - Función: Preparación inicial del material.
  - Medidas aproximadas: 30-40 m<sup>2</sup>
- **Alistamiento Macro 2:**
  - Función: Procesamiento adicional y preparación del material.
  - Medidas aproximadas: 30-40 m<sup>2</sup>
- **Estación de Mezclado:**
  - Función: Mezcla de los materiales procesados para obtener la harina.
  - Medidas aproximadas: 20-30 m<sup>2</sup>
- **Estación de Empaque:**
  - Función: Empaque del producto final.
  - Medidas aproximadas: 20-30 m<sup>2</sup>
- **Área de Almacén y Despacho:**
  - Función: Almacenar el producto terminado y preparación para su distribución.
  - Medidas aproximadas: 40-60 m<sup>2</sup>
- **Espacio Adicional:**
  - Pasillos y espacio de circulación: Alrededor de 20-30 m<sup>2</sup>

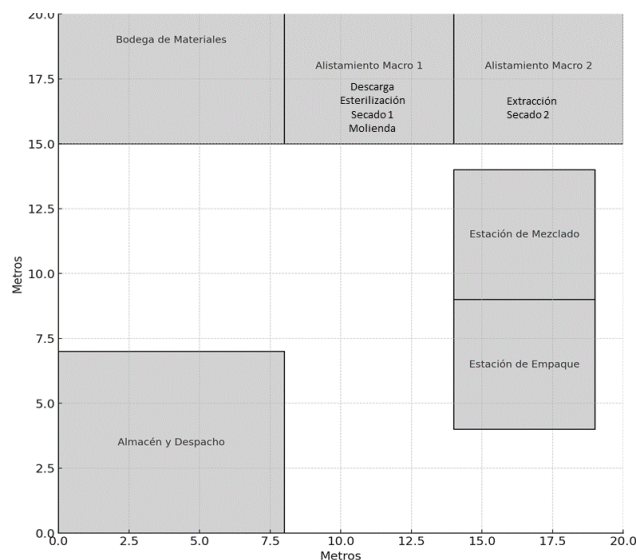
## Suma Total Aproximada

Estimado	Seleccionado
a) Bodega de Materiales: 50-70 m <sup>2</sup>	<b>Bodega de Materiales:</b> 64 m <sup>2</sup> (8x8 metros).
b) Alistamiento Macro 1: 30-40 m <sup>2</sup>	<b>Alistamiento Macro 1:</b> 36 m <sup>2</sup> (6x6 metros).
c) Alistamiento Macro 2: 30-40 m <sup>2</sup>	<b>Alistamiento Macro 2:</b> 36 m <sup>2</sup> (6x6 metros).
d) Estación de Mezclado: 20-30 m <sup>2</sup>	<b>Estación de Mezclado:</b> 25 m <sup>2</sup> (5x5 metros).
e) Estación de Empaque: 20-30 m <sup>2</sup>	<b>Estación de Empaque:</b> 25 m <sup>2</sup> (5x5 metros).
f) Área de Almacén y Despacho: 40-60 m <sup>2</sup>	<b>Almacén y Despacho:</b> 56 m <sup>2</sup> (8x7 metros)
g) Pasillos y espacio de circulación: 20-30 m <sup>2</sup>	

**\*\*Total aproximado\*\*:** 210-300 m<sup>2</sup>

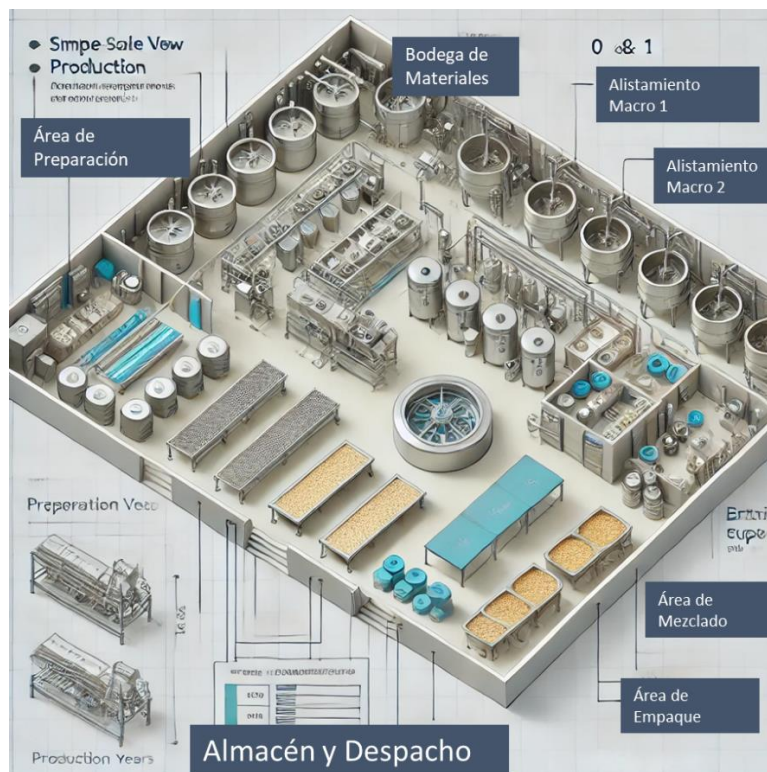
Estas cifras son aproximaciones y pueden ajustarse según las necesidades específicas de la producción y el tamaño del equipo utilizado.

*Ilustración 19. Plano de Planta propuesto. Fuente: Elaboración propia*



La visualización del diseño de planta se genera mediante los aplicativos Gemini, en donde se trabajan con las especificaciones de materiales y equipos de las secciones anteriores, como con la distribución espacial obtenida tras la aplicación de la Metodología SLP. Es de mencionar que para la generación de la visualización espacial y grafica se toma en cuenta que esta corresponde a los años 0, 1, 2 y 3, en donde solo se plantea la Propiedad, planta y equipos descritos en esta investigación, pero también se ajusta tanto a la descripción de la ilustración 19, como a la previsión de ampliaciones, modificaciones e inversiones para años subsecuentes:

*Ilustración 20. Modelado de visualización esperada de la propuesta de planta. Fuente: Adaptado de descripción grafica a través del aplicativo Gemini.*



### 6.2.5. Control de proceso de acuerdo con la metodología DMADV

Teniendo en cuenta los efectos tras la implementación de metodologías y/o pilares concernientes al Six Sigma, se decide influir sobre la variabilidad, desperfectos de producción y control de los límites de producción establecidos en el apartado 6.2.2. Para lo anterior, fue necesario la caracterización de las variables de entrada,

procesos y salida de materias primas, desperdicios, necesidades y procesos de control ajustados o predefinidos. Teniendo en cuenta que el proceso productivo planteado integra la recepción del gusano molitor, se describen a continuación los parámetros de control y seguimiento:

- **Eficiencia general de los equipos (OEE):** indicador utilizado en la evaluación de la eficiencia utilizada para la operación de sistemas productivos que integran la fabricación del producto propuesto. Se calcula bajo parámetros porcentuales del tiempo de producción planificado, disponibilidad y rendimiento buscando generar una frecuencia diaria de acuerdo con el nivel productivo planteado en los apartados anteriores:

*Ecuación 2. Cálculo de la Eficiencia General de los equipos (OEE). Fuente: NexuSintegra, S.f*

$$OEE (\%) = Tasa \ de \ Disponibilidad \times Tasa \ de \ rendimiento \times Tasa \ de \ calidad$$

- **Cumplimiento al Plan Maestro de Producción:** designado como indicador de gestión diario, se plantea el cumplimiento bajo la caracterización del cumplimiento de variables como unidades producidas planeadas, mínimos de reproceso, grados de humedad controlado y tiempos de producción dados en las diferentes estaciones de producción.
- **Productos No Conformes:** Determinado como frecuencia semanal, se implementará para predeterminedar la efectividad y eficiencia del sistema productivo. La viabilidad de este se dará de acuerdo con el nivel productivo dispuesto en el Plan Maestro de producción donde la no conformidad del indicador se dará a nivel porcentual consiguiendo valor iguales o superiores al 40% de lo producido.
- **Utilización de la capacidad:** relación dada entra la producción real del sistema productivo y la producción potencial a obtener bajo la integración de un máximo de rendimiento. Esta será planteada bajo una frecuencia mensual, buscando identificar el crecimiento o evaluación de proceso productivo propuesto:

*Ecuación 3. Cálculo de la utilización de la capacidad. Fuente: (Kasemsap, 2016)*

$$Tasa \ de \ utilización \ de \ la \ capacidad = \frac{capacidad \ total \ utilizada}{capacidad \ de \ producción \ total} \times 100$$

- **Costo de Producción:** indicador para la evaluación financiera del sistema productivo. Su frecuencia se plantea de manera mensual dado los procesos de adecuación e implementación de mejoras incidentes. Se menciona que, dado los avances y procesos respecto a la propiedad, planta y equipo, las inversiones y costos de producción en los primeros horizontes de tiempo, se plantea bajo reducciones graduales y constantes.
- **Margen Bruto del negocio:** Beneficio directo dado tras las adquisiciones sobre la propiedad, planta, equipo y el coste de producción. Al igual que el indicador descrito anteriormente, se planteará como bajo una frecuencia mensual.

*Ecuación 4. Cálculo de Margen Bruto. Fuente: (Kasemsap, 2016)*

$$\text{Margen Bruto} = \frac{\text{Ventas} - \text{Coste de Ventas}}{\text{Ventas}}$$

Estos indicadores serán registrados a través de la ficha técnica de control (Ver Ilustración 9). En esta se disponen parámetros de asignación y variables como el peso porcentual, frecuencia de cálculo y el valor máximo o mínimo de acuerdo las caracterizaciones de calidad dados en cada uno de los indicadores. Buscando agilizar la comprensión y evaluación de resultado, se integra de manera gráfica las metas propuestas junto con métodos de cálculo y gráficos de comportamiento. Se debe mencionar que buscando garantizar la efectividad de los procesos de control y seguimiento, se implementarán matrices de seguimiento donde se pueda evidenciar como la ponderación de los factores, de acuerdo con el peso porcentual, pueden generar métricas de control de los procesos a través de los periodos o procesos productivos. La implementación de estas herramientas bajo un escenario de evaluación, se conciben como activos de valor sobre la cadena de valor y particularidades del sistema productivo propuesto.

Buscando implementar acciones de acuerdo con la mejora continua, se toman parámetros de seguimiento dispuestos a través de la mejora continua, en donde se establece el seguimiento de acciones para la garantía de estados de salubridad y no contaminación del proceso productivo. Tras la implementación de estas estrategias, y apoyado en herramientas de control como los demostrado en la Ilustración 15 y 18, la creación de históricos permitirá agilizar la determinación de estados o puntos para la ejecución de nuevas acciones de mejora destinadas como medidas preventivas. A su vez, la utilización de la información recolectada en estas métricas contribuirá a la consecución y parametrización de estados en los que se puedan regularizar acciones preventivas y predictivas. Es de mencionar que para



Ilustración 22. Matriz de Seguimiento. Fuente: Elaboración propia

MATRIZ DE SEGUIMIENTO																	
Area/Proceso:	Producción																
Responsable:																	
Fecha:																	
Indicador asociado	Resultado Año Anterior	Meta Año Actual	Resultados del mes	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	Calificación		
															Peso	Mes	
Eficiencia General de Equipos OEE	0,0%	0,0%	0,0%					0,00%			0,00%					15%	
Cumplimiento al MPS	0,0%	0,0%	0,0%					0,00%			0,00%					15%	
Utilización de la Capacidad	0,0%	0,0%	0,0%					0,00%			0,00%					15%	
Productos No Conformes	0,0%	0,0%	0,0%					0,00%			0,00%					15%	
Cumplimiento al Costo de Producción	0,0%	0,0%	0,0%					0,00%			0,00%					20%	
Margen Bruto del Negocio	0,0%	0,0%	0,0%					0,00%			0,00%					20%	
	0,0%	0,0%	0,0%					0,00%			0,00%						
	0,0%	0,0%	0,0%					0,00%			0,00%						
Totales															100%		

### 6.2.6. Métricas de Producción

Para garantizar la correcta implementación de los pilares fundamentales del Six Sigma en sus primeros niveles, se ejecutarán acciones de inspección industrial una vez finalizados los procesos de almacenamiento y despacho. Utilizando la plantilla de métrica de propuesta en la que registrarán variables incidentes respecto a la conformidad de los procesos como lo son el peso de los doypacks de acuerdo con cada uno de los turnos de trabajo planteados.

Adicionalmente se presenta la inclusión de análisis exploratorios de la data recolectada en donde se evaluará la ocurrencia, frecuencia e incidencia de las desviaciones de acuerdo con los estándares de los indicadores propuestos en los apartados anteriormente descritos. La evaluación de los valores normales definidos de los indicadores de proceso, serán caracterizados como el insumo para la generación de estadísticas que permitan determinar la capacidad, razón de capacidad, índice de centrado y los cinturones o niveles del estado Six Sigma.

Respecto a las inconsistencias evidenciadas, serán previstas bajo los grados de incidencia y parámetros de control definidas en metodologías de validación inspección dadas en la literatura de acuerdo con sistema elegido. Tras la identificación, en la tabla 9 se establece un plan de acción inmediata para evitar la ocurrencia de productos contaminados o no aptos en donde las garantías de condiciones de aceptabilidad y calidad del producto que el usuario final desea.

Tabla 9.Metrica del proceso. Fuente: Elaboración Propia

Data análisis	Turno 1	Turno 2	Turno 3
Especificación inferior EI =			
Especificación superior ES =			
Valor nominal N =			
Desviación estándar =			
Promedio de los datos =			
Capacidad proceso Cp =			
Razón de capacidad proceso Cr =			
Capacidad inferior Cpi =			
Capacidad superior Cps =			

Sentido del centramiento =			
Índice centrado K =	%	%	%
Zi =			
Zs =			
Sigmas del proceso =			

Se comprende la utilización de métricas como los límites de especificación inferior y superior (LEI y LES). Este primero corresponderá al mínimo permitido para el producto a generar, buscando evidenciar el desempeño del sistema productivo de acuerdo con el cumplimiento de los requisitos del cliente. El cálculo de estos indicadores se hará de manera gráfica a través de líneas verticales discontinuas incluidas en histogramas, donde se especifique si las mediciones recolectadas se encuentran dentro de estos límites de especificación.

La complementación de estos datos incluye métricas como la desviación estándar, la dispersión específica, el valor nominal y el promedio de los datos. Estas métricas serán utilizadas para determinar el comportamiento y la variabilidad del proceso productivo en la generación de la proteína a base de *Tenebrio Molitor*.

Respecto a los índices de capacidad, se busca evidenciar la relación existente entre la tolerancia y amplitud de la variación (dispersión normal). Como parámetro de aceptación estadístico se maneja amplitudes de acuerdo con el valor de 1:  $C_p < 1$  incumplimiento de especificaciones (Variación del proceso mayor a la amplitud de especificaciones) y viceversa. Estos valores facilitaran el cálculo de los niveles Z para la estimación de las sigmas del proceso. Los niveles Z para el desarrollo de esta investigación se articulará bajo el parámetro de cumplimiento de valores menores a 3,4 ppm; lo anterior se adecua de acuerdo a la literatura propuesta por autores como (Kasemsap, 2016) y (Medrano, 2019), pero se integra de la misma forma de acuerdo a las caracterizaciones de límites dadas por el software Minitab.

- **Cálculo de la capacidad Instalada:** Para el cálculo de la capacidad instalada se tienen en cuenta todos los equipos de las diferentes estaciones de trabajo establecidas y con base en la capacidad de cada uno de ellos, se define el cuello de botella. En este caso, el cuello de botella es la operación de mezclado, por ende, la capacidad del proceso estará determinada por esta sección. A continuación, se describen las variables que intervienen en la determinación de la capacidad instalada del proceso:

- La operación de mezclado tiene una capacidad de 138Kg/hora.
  - Las horas de trabajo efectivas por día son 7.5.
  - Por lo tanto, la capacidad diaria equivale a 1.000 Kg.
  - Se cuenta con 24 días de trabajo efectivos por mes.
  - Como resultado, la capacidad instalada del proceso es de 24.000Kg/mes.
- **Eficiencia General de Equipos:** Se integran como variable principal la tasa de rendimiento, representada a través de meta de producción, mientras que, como valor fijo, se concibe una tasa de calidad igual al 80%. Para la variable principal, se manejó un margen de variabilidad mensual entre 80 y 90%. Se obtuvo que la EFG se encuentra dentro de los límites previstos, pero con tendencia a la baja. Se prevén para los meses 4 y 5, junto con el mes 10 una eficiencia por debajo del límite inferior estimado como meta (80%) pero este indica una recuperación con tendencia a la media del 95% finalizando el mes 12.
  - **Cumplimiento MPS:** Teniendo como límites inferiores y superiores el 80% y 98% respectivamente, se evidencia una tendencia a la baja de este indicador, demarcando los meses 4 y 6 como aquellos donde se prevé un acercamiento al límite inferior del 80%; como picos más altos se conciben los meses 2 y 7, siendo este último aquel sobre el que se concibe el descenso del indicador, solo concibiendo un alza por debajo de la media para el mes 11.
  - **Utilización de la Capacidad:** Contemplando como límites el 30% y el 80%, junto con una media porcentual del 60%, el crecimiento del proceso productivo bajo las condiciones propuestas se determinan como ineficiente, ya que la totalidad de los meses a evaluar se encuentran por debajo de la media. Esto facilita la identificación de una posible tendencia de estabilidad en la demanda manejada; del mismo modo se estima una sobreutilización de recursos donde se dispone de un margen de capacidad disponible frente a picos de demanda o imprevistos, pero estos son concebidos bajo la extrema precaución debido a su amplia separación de la media porcentual. Por lo anterior, es necesario incrementar la capacidad de producción, en miras a una optimización del proceso productivo.
  - **Relación de Productos no conformes:** Buscando como meta (límite superior) el 0% de productos no conformes y manejando un rango de variabilidad entre el 0 y 1, se puede observar que para los meses 3 y 7 junto

con los dos últimos meses se prevén productos no aptos para culminar el proceso productivo (50% de favorabilidad). Frente a este escenario es necesario mencionar que se deben garantizar acciones frente a la previsión adecuada de los procesos de producción de cada una de sus estaciones y no únicamente en las etapas de almacenamiento.

- **Costo de Producción:** Este indicador se plantea como positiva al presentar un comportamiento creciente por encima de la media porcentual (95%). El mes 7 y mes 10 se conciben como los únicos picos decrecientes del proceso, pero estos no llegan a ubicarse por debajo del 95%, dejando en claro que la operación del proceso productivo bajo los parámetros planteados cumple la función esperada y puede arrojar valores positivos durante el primer año de funcionamiento.
- **Margen Bruto:** Para la variable a analizar (ventas) se contempló un rango de aleatoriedad entre 8 y 13% y límites demarcados entre el 8% (inferior) y 15% (superior). Se evidencia una tendencia al alza para el primer trimestre, seguido de una nueva caída para el segundo trimestre para finalmente conseguir un alza progresiva hasta el mes 11. Concibiendo un comportamiento superior a la media porcentual estimada, se prevé que el beneficio directo tras la adquisición de la propiedad, planta y equipo y la reducción del coste de producción (evidenciado en el apartado anterior), se cataloga como positivo.

### **6.2.7. Conclusiones para desarrollo del segundo objetivo específico**

El diseño del sistema productivo se basa en la metodología DMADV de Seis Sigma, asegurando un enfoque sistemático para minimizar la variabilidad y optimizar el proceso. Las operaciones se estructuran en etapas críticas desde la recepción de materias primas hasta el empaquetado final, con controles estrictos de calidad en cada etapa y áreas del sistema productivo propuesto:

1. **Recepción de Materias Primas:**
  - Ubicada cerca del área de carga y descarga para facilitar el acceso.
  - Espacio para inspección y almacenamiento temporal.
2. **Zona de Preparación:**
  - Contiene los tanques para descarga de energía y esterilización.
  - Diseñada para prevenir la contaminación cruzada, con ventilación controlada.

3. **Secado y Molienda:**
  - Área aislada para secado (horno 1) y molienda, optimizando el flujo hacia la extracción.
4. **Zona de Extracción y Refinamiento:**
  - Equipos para extracción de grasas y solventes con sistemas de seguridad.
  - Espacio para el horno 2 (secado final).
5. **Mezclado y Dosificación:**
  - Equipos para macro y micro ingredientes.
  - Incluye un área controlada para la adición de saborizantes y estabilizadores.
6. **Empaque y Almacenamiento Final:**
  - Zona para embalaje con equipos automatizados.
  - Almacenamiento organizado por lotes para facilitar la distribución.
7. **Zonas de Apoyo:**
  - Oficinas administrativas, sala de control de calidad y áreas de descanso.

Este enfoque asegura la viabilidad técnica del sistema y permite el desarrollo de un proceso eficiente que cumpla con los estándares de salubridad y calidad, maximizando la eficiencia productiva y reduciendo costos asociados a reprocesos.

### **6.3. Viabilidad financiera mediante modelo de simulación para análisis de riesgo financiero**

Para la elaboración de este modelo se utilizarán los rubros descritos a través de los flujos de caja proyectados y el costo promedio ponderado de capital, permitiendo de esta manera evaluar los procesos de inversión y la posibilidad de concretar financieramente la maquinaria descrita por los proveedores en el apartado 6.2.3. y la posibilidad de maquinaria de mayores capacidades según los resultados a obtener. Las condiciones de inversión se realizan de acuerdo con las proyecciones de los estados financieros donde se evidencia la influencia sobre los costos de producción (mano de obra), la financiación del proceso productivo y el comportamiento financiero en relación con el contexto socio económico a visualizar (crecimiento económico, proyecciones de financiación, tendencias de inflación, entre otros).

#### **6.3.1. Costos de Conversión**

Comprenden los costos de mano de obra directamente implicada en las actividades productivas y los costos relacionados al proceso productivo (costos de fabricación). En estos se parte de la determinación de variables básicas como lo son días

laborales, días de excepciones, incidencia de dominicales, turnos de trabajo y horas de trabajo de acuerdo con la planeación propuesta en los apartados anteriores. Para la Tabla 15 se concibe la transformación equivalente de los costos hacia su representación equivalente en pesos de acuerdo con las capacidades estimadas de mezcla producidas de manera diaria y mensual, junto con los costos adjuntos a cada kilogramo producido que fueron calculados de acuerdo con las capacidades de producción de las maquinarias preseleccionadas en la sección 6.2.3 y la evaluación objetiva de la cantidad de capital humano y los costos de producción indirectos y directos calculados a continuación:

Tabla 10. Condiciones para la determinación de costos de conversión. Fuente: Elaboración Propia

Días del mes	30
Dominicales	4
Aseo y limpiezas	2
Días efectivos por mes	24
Turnos por día	1
Horas por turno	8
Alimentación de personal	0,5
Otras paradas planeadas	0,25
Horas efectivas por turno	7,25

Tabla 11. Segmentación de costos para el costo de transformación por kilo. Fuente: Elaboración propia

Capacidad Diaria (Kg)	1.000
Capacidad Mensual (Kg)	24.000
Costo por Kg producido	\$2.866

Segmento de Costo	Estándar	Costo/Kg
<b>Costos Mano de Obra</b>		
Mano de Obra Directa	\$ 10.800.000	\$ 450
Mano de Obra Indirecta	\$ 5.000.000	\$ 208
<b>Total MO</b>	<b>\$ 15.800.000</b>	<b>\$ 658</b>
<b>Costos Fijos</b>		
Depreciación	\$ 40.979.167	\$ 1.707
Honorarios Calidad y Laboratorio	\$ 1.000.000	\$ 42
Implementos e Insumos	\$ 1.000.000	\$ 42
Servicios	\$ 500.000	\$ 21
Mantenimiento y Adecuaciones	\$ 1.000.000	\$ 42
Arrendamientos y Seguros	\$ 3.000.000	\$ 125
Otros CIF	\$ 500.000	\$ 21

<b>Total Fijos</b>	<b>\$ 47.979.167</b>	<b>\$ 1.999</b>
<b>Costos Variables</b>		
Energía	\$ 4.000.000	\$ 167
Agua	\$ 1.000.000	\$ 42
<b>Total Variables</b>	<b>\$ 5.000.000</b>	<b>\$ 208</b>
<b>Costos Totales</b>	<b>\$ 68.779.167</b>	<b>\$ 2.866</b>

Se relacionan estándares básicos de operación de acuerdo con el número de estaciones de trabajo especificadas y a la maniobrabilidad de la maquinaria predispuesta para el sistema productivo (una persona por máquina). La maniobrabilidad para etapas como los procesos de secado cuyo proceso productivo presenta tiempos de espera, el personal será dispuesto para actividades simultaneas evitando inactividad de estos. Por lo anterior, se contempla por secciones el uso de una mano de obra correspondiente a 6 operarios cuyo salario básico corresponderá a lo estipulado por el ministerio del trabajo (\$1.200.000 S.M.L.V del 2022) más un incremento porcentual del 50% correspondiente a los cargos de factores prestacionales que estipula la ley colombiana. Se concibe como mano de obra indirecta a la contratación de un jefe de planta siguiendo los parámetros de carga prestacional concebidos por el estado colombiano, en donde se dispone de un salario mensual promedio comprendido en \$5.000.000.

La depreciación fue concebida, al igual que el flujo de caja, con un panorama de evaluación de 10 años bajo el método de línea directa de acuerdo los rubros de inversión. Se señalan los honorarios de Calidad y Laboratorios como los costos representativos para la compra y uso de reactivos e insumos de laboratorios para la ejecución de pruebas de control en mezcla y etapas del proceso productivo como los secados y los procesos de extracción o separación de grasas del producto producido donde se aplican hexanos para la finalización del proceso.

Los implementos e insumos se conciben como los productos de aseo, limpieza e higienización de la planta como lo son químicos limpiadores y desinfectantes junto con implementos básicos de aseo (escobillas, guantes, cofias y desechables requeridos para el acceso a las áreas de recepción de materia prima y empaçado). De igual manera los servicios se complementan como la ejecución de aseos de alto rigor para las zonas previamente descritos y limpiezas de áreas comunes. Se incluyen servicios de fumigación para evitar la intromisión de fauna relacionada a los productos en polvo (polillas) y demás insectos provenientes de los procesos de recepción de la materia prima (gusano Tenebrio Molitor).

Los mantenimientos y adecuaciones son concebidos como los costos correspondientes a la ejecución de mantenimiento de equipos y la información proporcionada por cada uno de los proveedores seleccionados. Consecuentemente

se incluye mantenimientos previstos a la edificación donde se implementa la planta de producción; al concebir la adquisición de equipos y edificaciones nuevas, los costos para los primeros 5 años son representativos a \$0 consecuente a las políticas de garantía predisuestas por los proveedores. Los arrendamientos, seguros y otros CIF se conciben como el arrendamiento de los espacios físicos y los estimados a desplazamientos realizados por el personal administrativo, viáticos y conceptos esporádicos de este tipo de índole. Finalmente, los costos de servicios públicos para energía y agua se contemplan como las facturaciones previstas como consumo mensual, los cuales confluyen de acuerdo con la variabilidad de los procesos de inflación y consumo proyectado de equipos descritos por los proveedores de la propiedad, planta y equipo.

### **6.3.2. Costo del producto terminado**

De acuerdo con las secciones anteriores, se plantea el costo calculado del producto terminado en donde se consideran los costos logísticos para el proceso de distribución y envío a clientes. Para estos en los tiempos de evaluación planteados, no se conciben costos de exportación o de almacenamiento, de acuerdo con los canales y tipo de proceso de venta presentado en la evaluación de 4P. Como único rubro representativo, se presentan los fletes nacionales cuyo valor corresponde a planes de fidelización para envíos cotizados con empresas de mensajería de mayor uso y beneficio por parte del cliente (Empresas como Interrapidísimo cuyo oferta y demanda se basa en envíos por kilogramo). A continuación, se presentan los cálculos realizados para el coste del producto terminado, margen de fletes y cálculo de precio de venta estimado:

Tabla 12. Costeo de Producto terminado. Fuente: Elaboración Propia

PROTEÍNA EN POLVO (2 Lb)							
MOLITOR PROTEIN							
INGREDIENTES	U.M	% EN FÓRMULA	Kg DE CONSUMO	COSTO/Kg o /UND	INCLUSIÓN \$/Kg	\$/UNIDAD	% COSTO TOTAL
<b>MATERIAS PRIMAS</b>							
HARINA DE GUSANO TENEBRIO MOLITOR	KLO	86,90%	434,50	\$ 160.000,0	\$ 139.040,0	\$ 126.400,0	87,5%
PROTEINA DE LECHE WPC	KLO	10,00%	50,00	\$ 80.000,0	\$ 8.000,0	\$ 7.272,7	5,0%
SABOR NATURAL VAINILLA EN POLVO	KLO	1,00%	5,00	\$ 80.000,0	\$ 800,0	\$ 727,3	0,5%
SABOR NATURAL CHOCOLATE EN POLVO	KLO	1,00%	5,00	\$ 80.000,0	\$ 800,0	\$ 727,3	0,5%
MALTODEXTRINA	KLO	1,00%	5,00	\$ 6.000,0	\$ 60,0	\$ 54,5	0,0%
ESTEVIÁ	KLO	0,05%	0,25	\$ 200.000,0	\$ 100,0	\$ 90,9	0,1%
CMC	KLO	0,05%	0,25	\$ 30.000,0	\$ 15,0	\$ 13,6	0,0%
<b>SUBTOTAL MATERIAS PRIMAS</b>		<b>100,00%</b>	<b>500</b>		<b>\$ 148.815,0</b>	<b>\$ 135.286,4</b>	<b>93,7%</b>
Merma Materia Prima		<b>4,00%</b>			\$ 6.200,6	\$ 5.636,9	3,9%
Tamaño Bache		<b>500</b>					
<b>TOTAL MATERIAS PRIMAS</b>					<b>\$ 155.015,6</b>	<b>\$ 140.923,3</b>	<b>97,6%</b>
Gramos por unidad		<b>909,09</b>					
Densidad del producto		<b>1,00</b>					
Capacidad de envase en mL		<b>909,09</b>					
<b>MATERIAL DE EMPAQUE</b>	<b>U.M</b>	<b>CANTIDAD POR UND</b>	<b>MERMA</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO POR Kg</b>	<b>COSTO UNIDAD</b>	<b>% COSTO TOTAL</b>
BOLSA	UND	1,020		\$ 500,0	\$ 561,0	\$ 510,0	0,4%
CARTONERÍA	UND	0,042		\$ 1.400,0	\$ 64,8	\$ 58,9	0,0%
CUCHARA DOSIFICADORA	UND	1,010		\$ 50,0	\$ 55,6	\$ 50,5	0,0%
Unidades por Bolsa						\$ -	0,0%
Unidades por Caja	<b>24,0</b>						
<b>TOTAL MATERIAL DE EMPAQUE</b>					<b>\$ 681,4</b>	<b>\$ 619,4</b>	<b>0,4%</b>
<b>CONVERSIÓN</b>					<b>COSTO POR Kg</b>	<b>COSTO UNIDAD</b>	<b>% COSTO TOTAL</b>
MOD					\$ 658,3	\$ 598,5	0,4%
CIF VARIABLE					\$ 1.999,1	\$ 1.817,4	1,3%
CIF FIJO					\$ 208,3	\$ 189,4	0,1%
<b>TOTAL CONVERSIÓN</b>					<b>\$ 2.865,8</b>	<b>\$ 2.605,3</b>	<b>1,8%</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>¿APLICA?</b>	<b>DESTINO</b>	<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>		<b>\$ 158.562,8</b>	<b>\$ 144.148,0</b>	<b>99,8%</b>
<b>COSTOS LOGÍSTICOS</b>					<b>COSTO POR Kg</b>	<b>COSTO UNIDAD</b>	<b>% COSTO TOTAL</b>
COSTOS EXPO / FOB B/VENTURA	NO				\$ -		0,0%
FLETES NACIONAL	SI				\$ 250,0	\$ 227,3	0,2%
ALMACENAMIENTO	NO						0,0%
<b>TOTAL FLETES + GASTOS EXPO</b>					<b>\$ 250,0</b>	<b>\$ 227,3</b>	<b>0,2%</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$ 158.812,8</b>	<b>\$ 144.375,3</b>	<b>100,0%</b>

Tabla 13. Cálculo del precio de venta. Fuente: Elaboración propia

PROTEÍNA EN POLVO (2 Lb)				
CÁLCULO PRECIO DE VENTA		Inclusion \$ / KG	\$ Unidad	% Costo total
Materias Primas		\$ 155.015,6	\$ 140.923,3	97,6%
Material de Empaque		\$ 681,4	\$ 619,4	0,4%
Conversion		\$ 2.865,8	\$ 2.605,3	1,8%
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN</b>		<b>\$ 158.562,8</b>	<b>\$ 144.148,0</b>	<b>99,8%</b>
FLETES / GASTOS Expo		\$ -	\$ -	0,0%
FIETE NACIONAL		\$ 250,0	\$ 227,3	0,2%
ALMACENAMIENTO EXTERNO		\$ -	\$ -	0,0%
<b>COSTO TOTAL INCLUYE FLETES + ALM. EXTERNO</b>		<b>\$ 158.812,8</b>	<b>\$ 144.375,3</b>	<b>100,0%</b>
<b>MARGEN BRUTO MINIMO OBJETIVO</b>	10%			
<b>PRECIO DE VENTA</b>		<b>\$ 176.430,9</b>	<b>\$ 160.391,7</b>	

Tabla 14. Margen de fletes sobre el precio del producto terminado. Fuente: Elaboración propia.

Margen Antes de Flete	10,1%
Margen Después de Flete	10,0%
Margen con Precio Objetivo Antes Flete	10,1%
Margen con Precio Objetivo Después Flete	10,0%
Volumen anual en tons	69,7
Doypack aprox	76.677

Tras los resultados obtenidos se puede inferir que el producto a ofertar y su coste se ve influenciado de manera exclusiva sobre los costos de producción. La incurrancia de los fletes, cantidades y pesaje del producto terminado, no representan más allá del 10% del precio de venta. La dinamización de los costos relacionados al almacenamiento se estima de acuerdo con los parámetros de preservación e higiene previstos para el sistema productivo, donde las condiciones de almacenamiento, empackado individual y packs de producto minimizan la incurrancia en aditivos o condiciones ambientales específicas para la preservación del producto terminado.

### 6.3.3. Financiación

Conforme a los resultados obtenidos, se presenta el proceso de financiación concebido para el desarrollo del sistema productivo propuesto donde se integran equipos y el capital de trabajo neto operativo. Los rubros de inversión se contemplan con un 30% de financiación con recursos propios, mientras que el 70% restante se encuentra financiado a 10 años con una tasa efectiva anual del 12%, a diez años (periodo de evaluación del sistema propuesto), bajo la modalidad de cuota fija correspondiente a \$728.049.448 COP. La evaluación financiera es planteada bajo el periodo de 10 años, periodo en el que se concibe un periodo de inicio de

operaciones, puestas en marcha, préstamos y amortizaciones requeridas para el funcionamiento objetivo del sistema propuesto. Los adeudamientos y préstamos adquiridos se plantean bajo este horizonte de tiempo buscando equiparar los comportamientos financieros bajo escenarios optimistas de acuerdo con los contextos fiscales y económicos descritos en el apartado 6.1.1. para la estimación del comportamiento poblacional y crecimiento económico del país.

Tabla 15. Procesos de Financiación propuesta. Fuente: Elaboración Propia.

PERIODO	CUOTA	INTERESES	ABONO CAPITAL	SALDO
0				\$ 4.113.641.757
1	728.049.448	\$ 493.637.011	\$ 234.412.437	\$ 3.879.229.320
2	728.049.448	\$ 465.507.518	\$ 262.541.930	\$ 3.616.687.390
3	728.049.448	\$ 434.002.487	\$ 294.046.961	\$ 3.322.640.429
4	728.049.448	\$ 398.716.851	\$ 329.332.597	\$ 2.993.307.832
5	728.049.448	\$ 359.196.940	\$ 368.852.508	\$ 2.624.455.324
6	728.049.448	\$ 314.934.639	\$ 413.114.809	\$ 2.211.340.515
7	728.049.448	\$ 265.360.862	\$ 462.688.586	\$ 1.748.651.929
8	728.049.448	\$ 209.838.231	\$ 518.211.217	\$ 1.230.440.713
9	728.049.448	\$ 147.652.886	\$ 580.396.563	\$ 650.044.150
10	728.049.448	\$ 78.005.298	\$ 650.044.150	\$ -

Para el valor total de la inversión se maneja un flujo o valor estimado predispuesto a evaluación y simulación en los apartados consecuentes; la objetividad del rubro concebido como inversión se realizará de acuerdo con la estimación de variables económicas de alta influencia sobre el proceso productivo, donde se evidencian cambios de consideración frente a las materias primas o insumos de mezclas. Se evidencia un proceso de abono a capital gradual, manejando para el periodo de 10 años un comportamiento positivo demarcado en abonos consecuentes a la reducción de intereses y los valores demarcados como cuotas fijas.

#### 6.3.4. Costos de Operación y Estados Financieros

De acuerdo con los procesos de producción planteados, se establecen los requerimientos de inversión y estimaciones para el capital de trabajo con los cuales se realizan las estimaciones de los periodos de control o "Periodo Cero" para posteriormente analizar el comportamiento financiero del sistema productivo. El planteamiento de la inversión a realizar sigue los parámetros calculados que permitan una operación bajo un estado de equilibrio con el cual el crecimiento productivo genere procesos de recuperación con tendencia gradual al alza:

Tabla 16. Formulación de inversiones y principios para la formulación de estados financieros. Fuente: Elaboración Propia.

SEGMENTO	COMPONENTE	DATOS
<b>INVERSIÓN</b>	Inversión Maquinaria y Equipo	\$4.917.500.000
	Vida útil (años)	10
	Valor de salvamento	\$1.007.087.636
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>	Días de Cartera	0
	Días Proveedores	0
	Días Inventario	30
	Año 1	\$959.131.081
	Recursos Totales Necesarios	\$5.876.631.081
<b>FINANCIACIÓN</b>	Inversión para financiar	70%
	Tasa Financiación (EA)	12%
	Plazo (años)	10
	Sistema de pago	Cuota fija
<b>WACC</b>	Inversión desde patrimonio	30%
	Tasa exigida por los socios	15%
	Tasa Impuestos	35%
	WACC	11,3%

Se destaca el valor del capital de trabajo neto operativo, el cual evidencia el importe necesario para solventar el capital de trabajo y solventar el financiamiento del sistema producto, en donde son necesarios \$959.131.081 COP, calculado cada año con base en la política de cartera, proveedores e inventarios. Las proyecciones realizadas tomaron de base el público objetivo que se desarrolló en los apartados Metodológicos y el numeral 6.1.1. para la estimación de la población objetivo. De igual forma, los valores correspondientes al incremento anual de ventas, inflación, costo de materia prima y el porcentaje de merma estimada de producto, serán utilizados dentro del modelo de simulación estructurado en la aplicación Risk Simulator.

Respecto a los gastos de intereses se tiene que, el rubro promedio para la maquinaria y equipo se da por el resultante de los procesos de cotización y equipos dispuestos en el apartado 6.2.3. de acuerdo con los precios acordados para cada proveedor. Teniendo en cuenta los procesos para riesgo de inversión y la tendencia al alza sobre la inversión, (Reuters, 2022), este rubro se presenta en dólares, en donde las alzas dentro del mercado colombiano (se enuncia procesos de compra

de propiedad, planta y equipo por parte de distribuidores y fabricantes regionales o nacionales), en donde el incremento de los precios de venta se encuentre dentro del rubro destinado a este tipo de inversión y prever patrones de comportamiento errático sobre las alzas en el dólar.

Para los costos de capital de trabajo neto operativo, se presenta un rubro de \$959.131.081 COP el cual, se comprende como la suma de los aproximados a las cuentas por cobrar a clientes según proyecciones realizadas para un periodo igual a 10 años, el valor total de los inventarios de acuerdo con los procesos de planeación y capacidades de rendimiento para producción y las cuentas por pagar a proveedores de materias primas e insumos para la producción.

Los métodos de financiación se comprenden de acuerdo con predicciones manejadas por parte de la banca nacional, siendo el Banco de Occidente la entidad sobre la cual se toman las cifras bases para el cálculo de los estados financieros por brindar mejores tasas al momento de cotizar, frente a Banco Davivienda y Bogotá. Los plazos, tasas, periodos y formas de pago, junto con los rubros del ítem de mercados, fueron dispuestos gracias al asesoramiento por parte de la entidad, en donde se buscan escenarios de mayor beneficio para el sistema productivo en el horizonte de mediano tiempo.

Se tiene a consideración del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) del 11.3%, el cual integra la proporción de inversión desde el patrimonio que corresponde al 30%, una tasa exigida por los socios o de retorno exigido del 15%, una tasa de financiación del 12% efectiva anual y una tasa de impuestos del 35%. Este parámetro es integrado como valor referencial y de comparación con la TIR, en donde se maneja la condicional de  $TIR > WACC$  para considerar el proyecto propuesto como atractivo

La estimación de la TMR se realiza de acuerdo con el cálculo de una distribución normal, tomando como media representativa el valor de \$4.000 y una desviación estándar de \$200. Las ventas son estimadas usando como referente los acuerdos comerciales recolectados a través de los métodos de rastreo tecnológico realizados, donde se prevé un comportamiento que sigue una distribución triangular (2.0%, 5.0%, 10.0%). Cabe resaltar que los rubros que consideren incrementos anuales, será utilizado el valor de 5% con desviación del 0,5% de acuerdo con las estimaciones inflacionarias y el comportamiento de mercados inversores según lo dispuesto por (Vargas, 2022) y (Reuters, 2022).

Finalmente se considera para el porcentaje de merma estimada del producto, los valores de 2.0%; 4.0%; 6.0%. Estos son obtenidos tras las especificaciones de la asesoría del personal experto quien realizo la evaluación del contenido de mezcla en donde se conoce que la perdida de las características del producto final se vea

relacionadas a las propiedades organolépticas del mismo y siguiendo un testeo bajo el modelo de distribución triangular.

Como resultados obtenidos se tiene un valor inicial de 69.719 Kg de producto proyectados en ventas sujetos a los incrementos anuales de venta, el cual se empieza a proyectar al alza a partir del periodo dos de evaluación. Los precios por kilo serán descritos a través de la tabla para el costo del producto terminado descrito en las siguientes secciones. Los ingresos operacionales se presentan con incrementos relacionados a los cambios propuestos ( $Venta * Precio$ ), los costos de venta presentan un crecimiento gradual a partir del periodo número dos, siendo el costo de las larvas y la inflación, costo de material de empaque y fletes rubro del costo del kilogramo de producto, el de mayor incidencia sobre el incremento. Por lo anterior, estos rubros serán considerados como variables aleatorias en el modelo de simulación que se presentará en los apartados subsecuentes. A continuación, se presenta la proyección del estado de resultados:

Tabla 17. Estado de Resultados. Fuente: Elaboración Propia

ESTADO DE RESULTADOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kilogramos de venta	69.719	74.916	80.501	86.502	92.950	99.879	107.325	115.326	123.923	133.161	133.161
Incremento anual de ventas	0%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%
Inflación	0%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%
Precio	\$ 183.429	\$ 192.421	\$ 201.854	\$ 211.749	\$ 222.129	\$ 233.018	\$ 244.440	\$ 256.423	\$ 268.993	\$ 282.179	\$ 282.179
<b>INGRESOS OPERACIONALES</b>	<b>\$ 12.788.414.420</b>	<b>\$ 14.415.382.546</b>	<b>\$ 16.249.336.872</b>	<b>\$ 18.316.610.601</b>	<b>\$ 20.646.887.105</b>	<b>\$ 23.273.626.131</b>	<b>\$ 26.234.544.245</b>	<b>\$ 29.572.156.392</b>	<b>\$ 33.334.386.354</b>	<b>\$ 37.575.254.873</b>	<b>\$ 37.575.254.873</b>
<b>COSTOS DE VENTA</b>	<b>\$ 11.509.572.978</b>	<b>\$ 12.973.844.292</b>	<b>\$ 14.624.403.184</b>	<b>\$ 16.484.949.541</b>	<b>\$ 18.582.198.394</b>	<b>\$ 20.946.263.518</b>	<b>\$ 23.611.089.821</b>	<b>\$ 26.614.940.753</b>	<b>\$ 30.000.947.718</b>	<b>\$ 33.817.729.386</b>	<b>\$ 33.817.729.386</b>
Costo MP (Larvas Tenebrio Molitor)	\$ 169.432										
Costo MP + Insumos en fórmula	\$ 157.011	\$ 164.708	\$ 172.782	\$ 181.252	\$ 190.137	\$ 199.458	\$ 209.235	\$ 219.492	\$ 230.252	\$ 241.539	\$ 241.539
Costo Material de Empaque	\$ 681	\$ 715	\$ 750	\$ 787	\$ 825	\$ 866	\$ 908	\$ 952	\$ 999	\$ 1.048	\$ 1.048
Costo Conversion + Flete	\$ 3.116	\$ 3.269	\$ 3.429	\$ 3.597	\$ 3.773	\$ 3.958	\$ 4.152	\$ 4.356	\$ 4.569	\$ 4.793	\$ 4.793
Costo Kg producto (sin merma)	\$ 160.809	\$ 168.691	\$ 176.961	\$ 185.636	\$ 194.736	\$ 204.282	\$ 214.296	\$ 224.800	\$ 235.820	\$ 247.380	\$ 247.380
Costo total productos (sin merma)	\$ 11.211.334.544	\$ 12.637.663.358	\$ 14.245.452.627	\$ 16.057.788.122	\$ 18.100.692.630	\$ 20.403.499.609	\$ 22.999.274.382	\$ 25.925.288.909	\$ 29.223.556.962	\$ 32.941.437.394	\$ 32.941.437.394
Merma estimada de producto (%)	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%
Merma estimada de producto (Kg)	1.855	1.993	2.141	2.301	2.473	2.657	2.855	3.068	3.297	3.542	3.542
Costo Total por Merma	\$ 298.238.433	\$ 336.180.934	\$ 378.950.557	\$ 427.161.419	\$ 481.505.765	\$ 542.763.908	\$ 611.815.438	\$ 689.651.844	\$ 777.390.757	\$ 876.291.992	\$ 876.291.992
- Gastos de depreciación	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000
<b>UTILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>\$ 787.091.442</b>	<b>\$ 949.788.255</b>	<b>\$ 1.133.183.687</b>	<b>\$ 1.339.911.060</b>	<b>\$ 1.572.938.710</b>	<b>\$ 1.835.612.613</b>	<b>\$ 2.131.704.425</b>	<b>\$ 2.465.465.639</b>	<b>\$ 2.841.688.635</b>	<b>\$ 3.265.775.487</b>	<b>\$ 3.265.775.487</b>
Gastos de intereses	\$ 493.637.011	\$ 465.507.518	\$ 434.002.487	\$ 398.716.851	\$ 359.196.940	\$ 314.934.639	\$ 265.360.862	\$ 209.838.231	\$ 147.652.886	\$ 78.005.298	\$ 78.005.298
<b>UAI</b>	<b>\$ 293.454.431</b>	<b>\$ 484.280.736</b>	<b>\$ 699.181.200</b>	<b>\$ 941.194.209</b>	<b>\$ 1.213.741.771</b>	<b>\$ 1.520.677.974</b>	<b>\$ 1.866.343.563</b>	<b>\$ 2.255.627.408</b>	<b>\$ 2.694.035.750</b>	<b>\$ 3.187.770.189</b>	<b>\$ 3.187.770.189</b>
Impuestos	\$ 102.709.051	\$ 169.498.258	\$ 244.713.420	\$ 329.417.973	\$ 424.809.620	\$ 532.237.291	\$ 653.220.247	\$ 789.468.593	\$ 942.912.512	\$ 1.115.719.566	\$ 1.115.719.566
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>\$ 190.745.380</b>	<b>\$ 314.782.479</b>	<b>\$ 454.467.780</b>	<b>\$ 611.776.236</b>	<b>\$ 788.932.151</b>	<b>\$ 988.440.683</b>	<b>\$ 1.213.123.316</b>	<b>\$ 1.466.157.815</b>	<b>\$ 1.751.123.237</b>	<b>\$ 2.072.050.623</b>	<b>\$ 2.072.050.623</b>

Tras los datos obtenidos, se plantea el flujo de caja libre proyectado a 10 años de operación de acuerdo con lo mencionado anteriormente. Para el periodo cero, se plantean operaciones basadas en el cálculo de la inversión y capital de trabajo calculados. Al considerar la compra de equipamiento nuevo y comportamientos constantes respecto a crecimientos e incrementos sobre los comportamientos de mercado, no son incluidos los rubros considerados como variaciones. Los impuestos operacionales calculados corresponden a la tasa de impuestos de mercado del 35% según las mediciones proporcionadas por la entidad Banco de Occidente; las variaciones estimadas de capital de trabajo se dan de acuerdo con la política de cartera, proveedores e inventarios definida:

Tabla 18. Flujo de caja proyectado. Fuente: Elaboración Propia

FC LIBRE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
UTILIDAD OPERACIONAL		\$ 787.091.442	\$ 949.788.255	\$ 1.133.183.687	\$ 1.339.911.060	\$ 1.572.938.710	\$ 1.835.612.613	\$ 2.131.704.425	\$ 2.465.465.639	\$ 2.841.688.635	\$ 3.265.775.487
Impuesto operacional		\$ 275.482.005	\$ 332.425.889	\$ 396.614.291	\$ 468.968.871	\$ 550.528.549	\$ 642.464.415	\$ 746.096.549	\$ 862.912.974	\$ 994.591.022	\$ 1.143.021.421
UTILIDAD OPERATIVA		\$ 511.609.437	\$ 617.362.366	\$ 736.569.397	\$ 870.942.189	\$ 1.022.410.162	\$ 1.193.148.198	\$ 1.385.607.876	\$ 1.602.552.665	\$ 1.847.097.613	\$ 2.122.754.067
+Depreciación/Amortización		\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000
<b>FLUJO DE CAJABRUTO</b>		<b>\$ 1.003.359.437</b>	<b>\$ 1.109.112.366</b>	<b>\$ 1.228.319.397</b>	<b>\$ 1.362.692.189</b>	<b>\$ 1.514.160.162</b>	<b>\$ 1.684.898.198</b>	<b>\$ 1.877.357.876</b>	<b>\$ 2.094.302.665</b>	<b>\$ 2.338.847.613</b>	<b>\$ 2.614.504.067</b>
- Inv AF	\$ 4.917.500.000										
- Inv. KTNO	\$ 959.131.081										
- Variación KTNO		\$ 122.022.610	\$ 137.546.574	\$ 155.045.530	\$ 174.770.738	\$ 197.005.427	\$ 222.068.859	\$ 250.320.911	\$ 282.167.247	\$ 318.065.139	\$ -
+Desinversión AF											\$ 1.007.087.636
+Recuperación KTNO											
<b>FLUJO DE CAJALIBRE</b>	<b>-\$ 5.876.631.081</b>	<b>\$ 881.336.828</b>	<b>\$ 971.565.791</b>	<b>\$ 1.073.273.867</b>	<b>\$ 1.187.921.451</b>	<b>\$ 1.317.154.735</b>	<b>\$ 1.462.829.340</b>	<b>\$ 1.627.036.965</b>	<b>\$ 1.812.135.418</b>	<b>\$ 2.020.782.474</b>	<b>\$ 3.621.591.702</b>

<b>VPN</b>	\$ 2.333.278.359	Viable
<b>TIR</b>	18,35%	Viable
<b>B/C</b>	1,4	Viable
<b>TRD</b>	8	

Como variables de aceptación se comprende la aceptación o viabilidad de lo simulado de acuerdo con los parámetros de  $VPN > 0$  y  $TIR > WACC$ , siendo ambos casos positivos. El B/C se comprende como el grado de ganancia presentado por cada peso invertido, teniendo una valoración positiva, igualmente se comprende un tiempo de retorno de 8 años para la recuperación de lo invertido, siendo de esta forma un proyecto atractivo donde a partir del periodo 8 al 10, se contemplan ganancias.

Bajo los resultados obtenidos se plantea la viabilidad del proyecto formulado al obtener una TIR mayor al WACC ( $18,35\% > 11,33\%$ ). En las proyecciones del estado de resultados se evidencia un incremento de la utilidad operacional a partir del segundo periodo de operación. La utilidad neta comienza a presentar incrementos considerables a partir del periodo número 2, donde el incremento de la utilidad operacional contribuye frente al incremento de los impuestos concebidos.

Aportando un análisis proyectado al comportamiento de los montos de inversiones dados por agentes externos (inversionistas) se desarrolla un flujo de caja para socios en donde se manejan las variables expuestas anteriores, pero integrando rubros para los tiempos y riesgos realizados sobre las inversiones proyectadas:

Tabla 19. Flujo de caja proyectado para el inversionista. Fuente: Elaboración Propia

<b>FC DEL INVERSIONISTA</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
UTILIDAD NETA		\$ 190.745.380	\$ 314.782.479	\$ 454.467.780	\$ 611.776.236	\$ 788.932.151	\$ 988.440.683	\$ 1.213.123.316	\$ 1.466.157.815	\$ 1.751.123.237	\$ 2.072.050.623
+Depreciación/Amortización		\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000	\$ 491.750.000
<b>FC BRUTO INVERSIONISTA</b>		<b>\$ 682.495.380</b>	<b>\$ 806.532.479</b>	<b>\$ 946.217.780</b>	<b>\$ 1.103.526.236</b>	<b>\$ 1.280.682.151</b>	<b>\$ 1.480.190.683</b>	<b>\$ 1.704.873.316</b>	<b>\$ 1.957.907.815</b>	<b>\$ 2.242.873.237</b>	<b>\$ 2.563.800.623</b>
- Inv AF	\$ 4.917.500.000										
- Inv. KTNO	\$ 959.131.081										
- Variación KTNO		\$ 122.022.610	\$ 137.546.574	\$ 155.045.530	\$ 174.770.738	\$ 197.005.427	\$ 222.068.859	\$ 250.320.911	\$ 282.167.247	\$ 318.065.139	\$ -
+Desinversión AF											\$ 1.007.087.636
+Recuperación KTNO											
+Desembolsos Créditos	\$ 4.113.641.757										
-Amortización Deuda		\$ 234.412.437	\$ 262.541.930	\$ 294.046.961	\$ 329.332.597	\$ 368.852.508	\$ 413.114.809	\$ 462.688.586	\$ 518.211.217	\$ 580.396.563	\$ 650.044.150
<b>FC INVERSIONISTA</b>	<b>-\$ 1.762.989.324</b>	<b>\$ 326.060.334</b>	<b>\$ 406.443.975</b>	<b>\$ 497.125.289</b>	<b>\$ 599.422.901</b>	<b>\$ 714.824.216</b>	<b>\$ 845.007.016</b>	<b>\$ 991.863.819</b>	<b>\$ 1.157.529.351</b>	<b>\$ 1.344.411.536</b>	<b>\$ 2.920.844.109</b>

<b>VPN</b>	\$ 2.073.605.601
<b>TIR</b>	32,44%
<b>B/C</b>	2,2
<b>TRD</b>	5

Se presenta un flujo de caja proyectado a inversionista, cuya diferenciación se basa la inclusión de los desembolsos de créditos y las amortizaciones de la deuda. Para los totales presentados para el flujo de caja libre como flujo de caja del inversionista presentados de manera anual, son traídos al valor actual de acuerdo con los parámetros del VPN para cada periodo. A consideración se contempla un periodo de retorno de solo 5 años y un mayor costo beneficio (B/C). Los beneficios obtenidos para los intereses de inversionistas se sostiene una viabilidad, en donde se maneja como variable de diferenciación el manejo TIR vs WACC, en donde se contempla  $TIR > \%Tasa exigida por los socios (32,44\% > 15,00\%)$ .

### **6.3.5. Simulación de modelo financiero**

El modelo de simulación, de acuerdo a la información obtenida hasta este punto, será dispuesto a través del complemento del software Microsoft Excel conocido como Risk Simulator, en donde se analizarán las variables de entrada mencionadas con anterioridad (Costo de la harina de Tenebrio Molitor, % Merma estimada de producto, incremento anual de precios y el crecimiento proyectado sobre la inflación) en donde se hará uso de 5.000 iteraciones. Consecuentemente, el ejercicio a realizar incluirá la comparación de resultados bajo dos alternativas en donde se visualizará el comportamiento y evaluación de variables de salida como VPN y TIR, de acuerdo con las condiciones de operación, capacidades y metas de producción y/o financieras descritas a lo largo del presente documento.

Dentro de las variables de simulación se contempla el incremento Anual de Ventas, la Inflación proyectada para el año 2022, Merma estimada de producto (%), costo de la Larvas de Tenebrio Molitor (\$/Kg) y las Ventas estimadas para el año 1. La asignación de estos valores corresponde a los análisis realizados en los apartados anteriores, resaltando que cada variable presenta un comportamiento o distribución asignada de acuerdo con las tendencias inflacionarias de los últimos 5 años, la cotización de equipos y servicios, entre otros. Como métrica inicial se comprende el cálculo de la demanda para el primer año, así como los requerimientos financieros para dar cumplimiento a dicho periodo, en donde se contemplan 69.719 kg de harina de tenebrio molitor al año. A continuación, se presentan las variables y métricas utilizadas en el modelo de simulación de riesgo financiero:

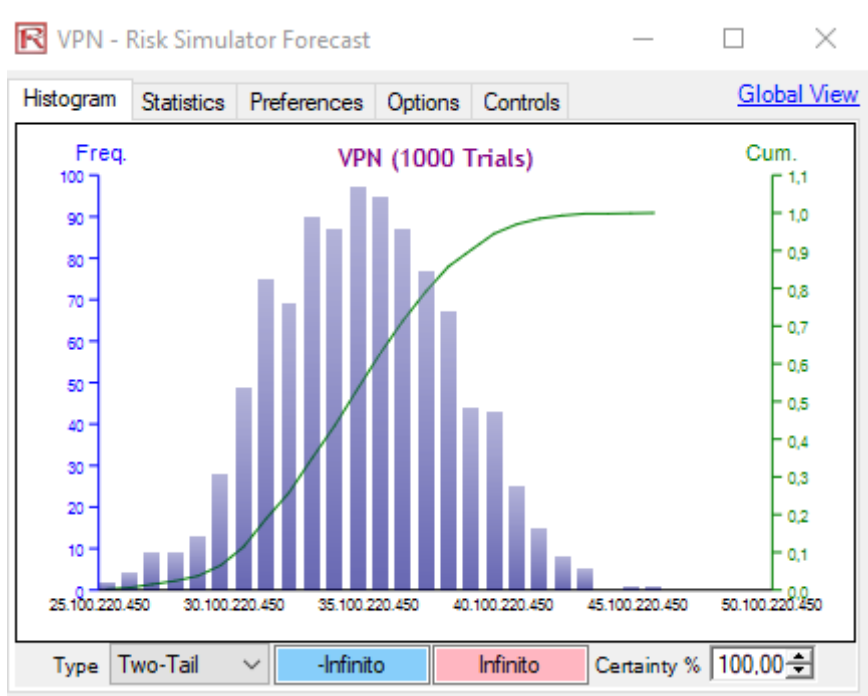
Tabla 20. Datos de simulación para riesgo financiero. Fuente: Elaboración propia.

SEGMENTO	COMPONENTE	DATOS
<b>INVERSIÓN</b>	Inversión Maquinaria y Equipo	\$ 4.917.500.000
	Vida útil (años)	10
	Valor de salvamento (\$)	\$1.077.087.636
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>	Días de Cartera	0
	Días Proveedores	0
	Días Inventario	30
	Año 1	\$ 959.131081
	Recursos Totales Necesarios	\$ 5.876.631.081
<b>FINANCIACIÓN</b>	Proporción de la inversión a financiar	70%
	Tasa Financiación (EA)	12%
	Plazo (años)	10
	Sistema de pago	Cuota fija
<b>WACC</b>	Proporción de inversión desde patrimonio	30%
	Tasa exigida por los socios	15%
	Tasa Impuestos	35%
	WACC	11,3%
<b>VARIABLES DE SIMULACIÓN</b>	Incremento Anual de Ventas	Distribución triangular (2%; 5%; 10%)
	Inflación	Distribución normal (media 5% y desvest 0.5%)
	Merma estimada de producto %	Distribución triangular (2%; 4%; 6%)
	Larvas de Tenebrio Molitor (\$/Kg)	Distribución triangular (160000;170000;180000)
	Ventas año 1	69.719

El proceso de simulación bajo el complemento mencionado comprende 5.000 corridas, sin detenciones por errores y la activación de correlaciones para cada una de las 5 variables identificadas. Pese a lo anterior se realiza una corrida de 1.000 para la evaluación de variabilidad del VPN; para esto, se ejecuta un análisis de sensibilidad manejando un rango de prueba de 10% al 90% de acuerdo con la literatura dispuesta por (Kasemsap, 2016). Como resultados se evidencia un comportamiento descrito bajo la distribución normal, presentando sesgos direccionados hacia la derecha o tendencia de comportamiento positivo. Esta

inclinación se evidencia en la obtención de variables como TIR y VPN viables de acuerdo con los parámetros de aceptación descritos con anterioridad.

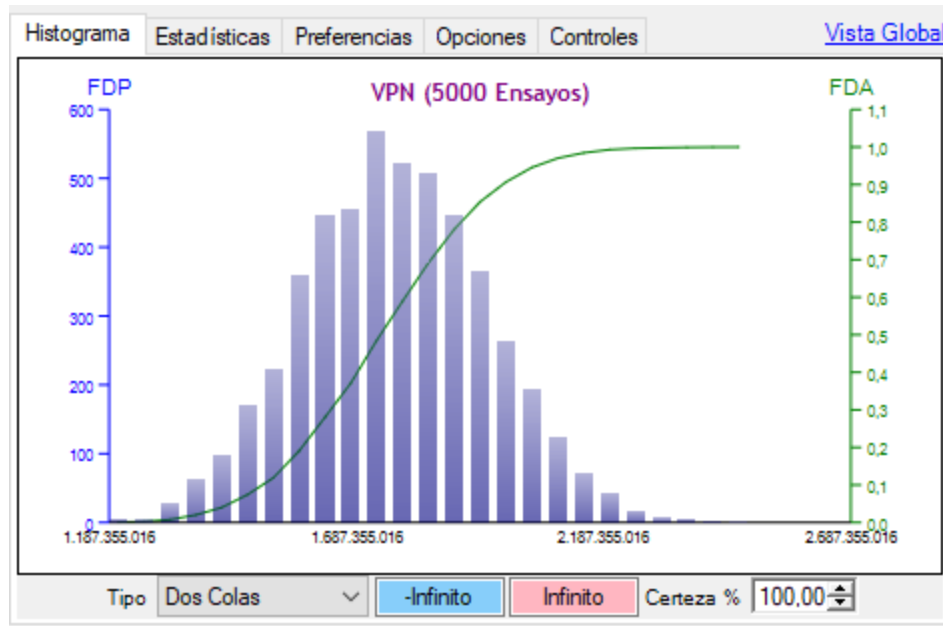
Ilustración 23. VPN calculado. Fuente: Elaboración propia



En la ilustración 24 se muestra la gráfica del pronóstico para el VPN, arrojando una media de \$1.738.463.075 COP, para una proyección de 10 años del proyecto y mostrando una alta probabilidad de que el VPN sea mayor que 0, indicando la viabilidad del proyecto. El coeficiente de variación del 0.1076 muestra un nivel de riesgo bajo.

Ilustración 24. Simulación para VPN. Fuente: Elaboración propia

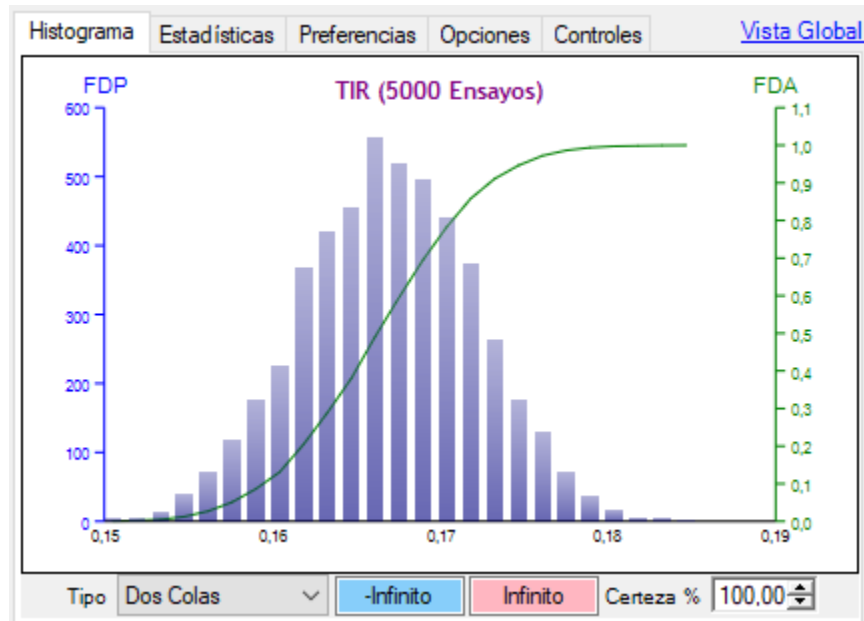
Estadísticas	Resultado
Número de Pruebas	5000
Media	1.738.463.075,3381
Mediana	1.735.237.017,9277
Desviación Estándar	187.003.416,0201
Variación	3,497028E+016
Coficiente de Variación	0,1076
Máximo	2.460.447.430,0878
Mínimo	1.153.371.029,3381
Rango	1.307.076.400,7498
Asimetría	0,0846
Curtosis	-0,1068
25% Percentil	1.607.431.295,0270
75% Percentil	1.866.697.447,6160
Precisión de Error al 95% de Confianza	0,2982%



Ahora, en la ilustración 25 se evidencia la gráfica del pronóstico para la TIR para el mismo periodo de evaluación del proyecto de 10 años, presentando una media del 16.98% y una probabilidad del 100% de ser mayor al 15% y por ende mayor al WACC, el coeficiente de variación resultante es del 3.0%. Se puede inferir que el proyecto es viable financieramente.

Ilustración 25. Simulación para TIR. Fuente: Elaboración propia

Estadísticas	Resultado
Número de Pruebas	5000
Media	0,1698
Mediana	0,1698
Desviación Estándar	0,0052
Variación	0,0000
Coficiente de Variación	0,0306
Máximo	0,1882
Mínimo	0,1526
Rango	0,0356
Asimetría	-0,0036
Curtosis	-0,1500
25% Percentil	0,1662
75% Percentil	0,1735
Precisión de Error al 95% de Confianza	0,0848%



Adicionalmente se genera el análisis de sensibilidad para el VPN bajo los gráficos araña y tornado, identificando que la variable de mayor incidencia en el resultado del valor presente neto corresponde al costo de la materia prima principal (harina del gusano *Tenebrio Molitor*). En segundo lugar, dentro de las variables de mayor incidencia en este indicador se encuentra el incremento anual de ventas y en tercer lugar la inflación anual:

Ilustración 26. Gráfico Araña. Fuente: Elaboración propia

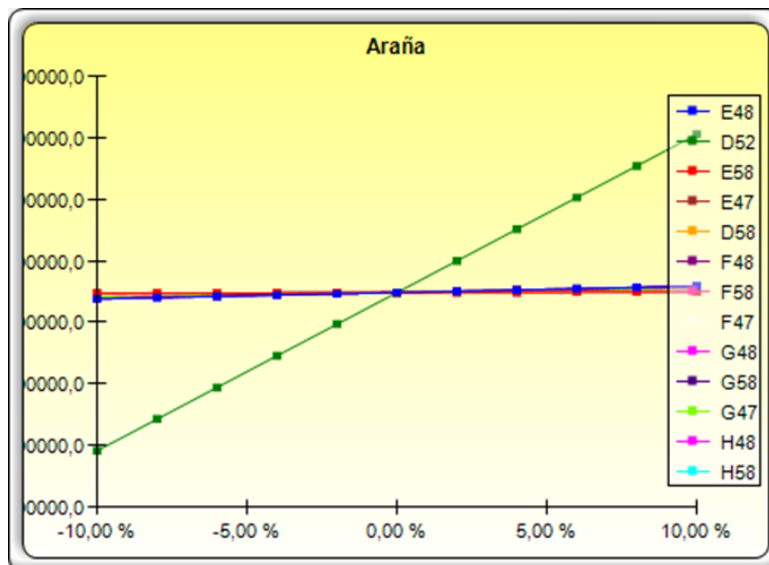
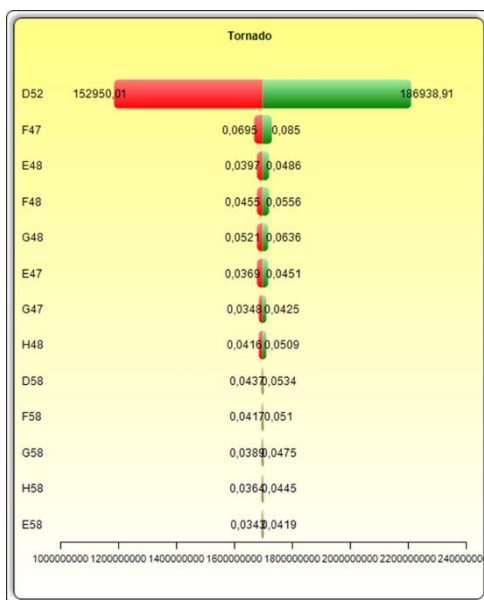


Ilustración 27. Gráfico Tornado. Fuente: Elaboración propia



### 6.3.6. Conclusiones para desarrollo del objetivo específico número tres

El análisis financiero realizado con herramientas de simulación, como Risk Simulator, demuestra que el proyecto es viable bajo ciertos escenarios económicos. Indicadores clave como VPN, TIR y la relación B/C confirman la rentabilidad del sistema productivo. La identificación de riesgos asociados y su mitigación a través de simulación permiten validar que la propuesta puede generar ingresos sostenibles, siempre que se controlen las variables críticas. El análisis también subraya la importancia de mantener un enfoque estratégico en la gestión de costos y en la adopción de mejoras continuas para maximizar las utilidades

## 7. Conclusiones

Se cumplió el primer objetivo específico al realizar un análisis de mercado en el que se pudo identificar variables concernientes al público objetivo, el proceso productivo, la elaboración del producto y el tipo de distribución: Se determinó el uso de Doypacks de 2lb (contenido neto ajustado a principales competidores del mercado), canales de venta virtuales los cuales son potenciados a través de las herramientas y capacidades que el e-commerce puede ofrecer al consumidor. Como población objetivo se determinó a un total de 5.810 personas (1% de la

población objetivo), cuyo consumo estimado (Kg/mes) por persona, equivale al 1 Kg.

Respecto al segundo objetivo específico se determina la estructuración de un sistema productivo en forma de U, cuyo flujo de trabajo agilice el estado de continuidad sobre la línea de producción. Los procesos de agilización y estimación de producción se ven acompañados frente a las decisiones respecto a la propiedad, planta y equipo, donde se prevé la adquisición de equipos nuevos ofertados por proveedores y fabricantes nacionales, cuyo precio de venta presente un bajo impacto frente a los cambios inflacionarios y los riesgos financieros que estos acarrearán. Se debe tomar en cuenta que, para el proyecto presentado, se incluye una inversión sobre maquinaria y equipo de \$4.917.500.000; para la implementación del proyecto se requiere la adquisición de dos resistencias para inmersión en tanque de productos químicos, dos hornos de secado industrial, un mezclador de martillo, un extractor automático con solventes, un mezclador industrial y un dosificador para polvos.

El sistema propuesto consta de 11 etapas de producción para su cadena de valor. y contempla 24 días de trabajo al mes, manejando una capacidad mínima requerida de 24.000 kg, generando para la totalidad del sistema una demanda de 69.719 Kg al año. Para realizar el control del proceso se establecieron métricas específicas para las diferentes estaciones de trabajo, donde la inocuidad incorpora normativas o restricciones sobre el proceso. Comprendiendo la viabilidad para la asignación de sigmas o reconocer el grado de implementación para la filosofía Six Sigma, se realiza la validación a través de métricas %Humedad de la mezcla y el control de la variabilidad de acuerdo con los parámetros de la filosofía (parámetro de aceptación estadístico con el valor de 1:  $C_p < 1$  y la Variación del proceso mayor a la amplitud de especificaciones).

Para el tercer objetivo específico se contempla el análisis financiero para un periodo de 10 años. El análisis realizado presenta una alta favorabilidad al generar un VPN positivo, una TIR que supera el costo de capital y un tiempo estimado de retorno TRD de 8 años. Tras la aplicación de un proceso de simulación con 5.000 iteraciones para el análisis de riesgo del proyecto, se encontró que existe una alta probabilidad de que el VPN sea mayor que cero, que la TIR supere el costo de capital y que se obtenga un tiempo estimado de retorno (TRD) de 8 años.

Para el sistema productivo planteado, se consideran los costos de transformación de materia prima, como los rubros de mayor incidencia sobre los estados

financieros: el 97,6% de los costos de producción corresponde al costo de la materia prima, el 0,4% al material de empaque y el 1,8% a los costos de conversión.

## **8. Recomendaciones**

Es fundamental evaluar la incidencia de diversas variables en los procesos de adquisición de materia prima, sus costos y las alternativas futuras que puedan surgir. Los suplementos proteicos que incluyen componentes orgánicos han ganado una alta aceptación entre los consumidores, lo que impulsa a las empresas a implementar constantemente acciones innovadoras que agreguen valor al producto final. Las tendencias hacia el consumo de productos vegetales o orgánicos se han consolidado, gracias a la amplia oferta de alternativas que mejoran la experiencia del consumidor. En este contexto, es necesario considerar la inclusión de nuevas fuentes de proteína, tanto animal como vegetal, en el mediano plazo. Este período permitirá evaluar la incorporación de componentes que no solo mantengan una carga calórica similar, sino que también puedan adaptarse para desarrollar nuevas líneas de productos, alineadas con los diferentes tipos de actividad física que los consumidores realicen.

La distribución de productos en presentaciones más grandes está orientada a consumidores que, al mismo tiempo, actúan como compradores. Esto implica la creación de parámetros de fidelización y selectividad. Para lograrlo, es fundamental mantener una conexión constante con el público objetivo, analizando cómo atraer a nuevos consumidores hacia el producto ofrecido. En este contexto, el factor innovador, como el uso de harina a base de *Tenebrio molitor*, podría dejar de ser un valor agregado ante la competencia, convirtiéndose en un atributo más a considerar en las decisiones de compra. Esto condiciona la evaluación de las distintas presentaciones que se pueden ofrecer. Asimismo, las tendencias socioeconómicas y el aumento en los costos de las materias primas para la producción de suplementos proteicos están en alza. Este fenómeno impulsa alternativas, como el desarrollo de presentaciones individuales, fácilmente disponibles en comercios pequeños o de fácil acceso. La opción de ofrecer presentaciones de menor gramaje facilita al consumidor una experiencia de uso más práctica, además de mejorar las posibilidades de distribución en canales de menudeo, gracias a una relación favorable entre precio y calidad.

Con respecto al sistema productivo actual, basado en un diseño en forma de "U", es fundamental optimizar los flujos de trabajo mediante la automatización y la

reducción de distancias en el transporte de productos en proceso. El impacto del error humano en etapas críticas como la dosificación o el empaque afecta tanto los tiempos de producción establecidos como el riesgo de contaminación del producto, lo que puede derivar en pérdidas, especialmente cuando se trata de alimentos. La modernización gradual de la maquinaria y los espacios de trabajo se presenta como una estrategia clave para dotar al sistema productivo de capacidades que permitan alcanzar estándares de calidad superiores, los cuales pueden ser considerados como valores agregados en la oferta del producto. Además, la implementación de estándares internacionales de calidad podría abrir la puerta a la exportación del producto. Por otro lado, los procesos de tecnificación deben orientarse a optimizar las distintas etapas de producción, incluso reduciendo su complejidad. Por ejemplo, la integración de procesos como descarga eléctrica, esterilización y secado en una única operación podría mejorar la eficiencia, siempre que la maquinaria utilizada sea capaz de procesar estos procedimientos de manera más rápida que lo que inicialmente se ha previsto en este documento.

Una vez establecidos los parámetros óptimos para la viabilidad del proyecto, se recomienda enfocarse en el fortalecimiento financiero a partir del cuarto año de ejecución. El crecimiento y las tasas de retorno están proyectados para un horizonte de 8 años, durante los cuales las proyecciones de expansión, inversión y tecnificación permitirán un mayor desarrollo tanto del sistema productivo como de la marca. Este enfoque facilitará la consolidación y el crecimiento sostenible del proyecto a largo plazo.

## 9. Bibliografía

Aguilar, B. S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. (S. d. Tabasco, Ed.) Salud en Tabasco, 11(1-2). Recuperado el 17 de 11 de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>

Amarender, R. V., Bhargava, K., Dossey, A. T., & Gamagedara, S. (2020). Lipid and protein extraction from edible insects – Crickets (Gryllidae). *Lwt*, 125(March), 109222. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109222>

Arthrofood. (n.d.). *Arthrofood – Guache*. Retrieved May 2, 2021, from <https://guachefoods.com/arthrofood/>

Cansio, S. R., & Calderín, A. O. (2010). Consideraciones a tener en cuenta para la iniciación deportiva. *EfDeportes*, 14(141). Recuperado el 27 de 12 de 2021, de

<https://www.efdeportes.com/efd141/consideraciones-para-la-iniciacion-deportiva.htm>

Caparros Megido, R., Poelaert, C., Ernens, M., Liotta, M., Blecker, C., Danthine, S., Tyteca, E., Haubruge, É., Alabi, T., Bindelle, J., & Francis, F. (2018). Effect of household cooking techniques on the microbiological load and the nutritional quality of mealworms (*Tenebrio Molitor* L. 1758). *Food Research International*, 106(December 2017), 503–508. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.01.002>

EnvaPack. (25 de 12 de 2017). EnvaPack. Recuperado el 13 de 01 de 2022, de <https://www.envapack.com/2017/12/color-e-identificacion-de-producto/>

Gere, A., Radványi, D., & Héberger, K. (2019). Which insect species can best be proposed for human consumption? *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 52(January), 358–367. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.01.016>

Gertrudis Moreno, E. A. (2019). Desarrollo De Nuevos Alimentos Para Consumo Humano a Base De Proteina De Insectos. *Universitat Politècnica De València*, 23. <http://hdl.handle.net/10251/151481>

Gestión. (07 de 08 de 2017). Recuperado el 27 de 12 de 2021, de <https://gestion.pe/tendencias/deportistas-despues-retiro-141082-noticia/>

Naciones Unidas. (n.d.-a). *Cambio climático | Naciones Unidas*. United Nations. Retrieved May 2, 2021, from <https://www.un.org/es/global-issues/climate-change>

Gobernación del Valle, G. (13 de 12 de 2021). Gov.co. Recuperado el 24 de 12 de 2021, de <https://www.valledelcauca.gov.co/publicaciones/73391/deporte-cultura-y-seguridad-en-un-valle-que-recupera-su-tejido-social/>

Kasemsap, K. (2016). Advocating information system, information integration, and information sharing in global supply chain. *Operations and Service Management: Concepts, Methodologies, tools, and applications*, 1536-1559.

Krolczyk, G. M., & Legutko, S. (2022). The Development of the New Process of Design for Six Sigma (DFSS) and Its Application. *Sustainability*, 14(15), 9294. <https://doi.org/10.3390/su14159294>

Macías, M. L., Reyes, S. A., & Lom, M. F. (2016). Redilact. Obtenido de <http://revistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/1572/1392>

Medrano, V. L. (2019). UNAD. Recuperado el 18 de 01 de 2022, de Universidad Nacional Abierta y a Distancia: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28001/lcmedranov.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Naciones Unidas. (n.d.-b). *Población | Naciones Unidas*. Retrieved May 1, 2021, from <https://www.un.org/es/global-issues/population>

Navarro del Hierro, J., Gutiérrez-Docio, A., Otero, P., Reglero, G., & Martín, D. (2020). Characterization, antioxidant activity, and inhibitory effect on pancreatic lipase of extracts from the edible insects *Acheta domesticus* and *Tenebrio Molitor*. *Food Chemistry*, 309(October 2019), 125742. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125742>

Nissen, L., Samaei, S. P., Babini, E., & Gianotti, A. (2020). Gluten free sourdough bread enriched with cricket flour for protein fortification: Antioxidant improvement and Volatilome characterization. *Food Chemistry*, 333(June), 127410. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127410>

Organización Mundial de la Salud. (n.d.). *Actividad física*. Retrieved May 4, 2021, from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>

Organización Panamericana de la Salud. (2019). *Más personas activas para un mundo más sano*. 108. [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/50904/9789275320600\\_spa.pdf](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/50904/9789275320600_spa.pdf)

País, E. (11 de 01 de 2017). Cali, una ciudad 'saludable' para los negocios fitness. El País.com. Recuperado el 27 de 12 de 2021, de <https://www.elpais.com.co/economia/cali-una-ciudad-saludable-para-los-negocios-fitness.html>

Pochteca. (18 de 06 de 2016). Pochteca. Recuperado el 15 de 01 de 2022, de [https://mexico.pochteca.net/proteinas-de-suero-de-leche-wpc-y-wpi/#:~:text=Concentrado%20de%20prote%C3%ADna%20de%20suero%20de%20leche%20\(WPC%2080%25\),grasa%20e%20hidratos%20de%20carbono.](https://mexico.pochteca.net/proteinas-de-suero-de-leche-wpc-y-wpi/#:~:text=Concentrado%20de%20prote%C3%ADna%20de%20suero%20de%20leche%20(WPC%2080%25),grasa%20e%20hidratos%20de%20carbono.)

Purdue University. (2021, 28 de mayo). *DMAIC vs. DMADV*. Lean Six Sigma Blog. Recuperado de <https://www.purdue.edu/leansixsigmaonline/blog/dmaic-vs-dmadv/>

Ravzanaadii, N., Kim, S., Choi, W. H., Hong, S., & Kim, N. J. (2012). Nutritional Value of Mealworm , *Tenebrio Molitor* as Food Source. 25(1), 93–98.

Reuters. (1 de 07 de 2022). Inflación de Colombia bajaría levemente en junio pero alcanzaría un nuevo máximo en términos anuales. (A. Economía, Recopilador) Recuperado el 5 de 5 de 2022, de <https://www.americaeconomia.com/inflacion-de-colombia-nuevo-maximo>

Serra-Majem, L. (2010). Nutrición comunitaria y sostenibilidad: Concepto y evidencias. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 16(1), 35–40. [https://doi.org/10.1016/S1135-3074\(10\)70010-7](https://doi.org/10.1016/S1135-3074(10)70010-7)

Shaefer, A. (19 de 06 de 2017). HealthLine. Recuperado el 15 de 01 de 2022, de <https://www.healthline.com/health/es/maltodextrina>

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & de Haan, C. (2009). La larga sombra del ganado: problemas ambientales y opciones. In Fao.

Swink, M., & Jacobs, B. W. (2012). Six Sigma adoption: Operating performance impacts and contextual drivers of success. *Journal of Operations Management*, 30(6), 437–453. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2012.05.001>

Taghizadegan, S. (2006). Design for Six Sigma: Roadmap for Successful Corporate Goals. In *Essentials of Lean Six Sigma* (pp. 49–58). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-012370502-0/50007-2>

Tan, H. S. G., Fischer, A. R. H., van Trijp, H. C. M., & Stieger, M. (2016). Tasty but nasty? Exploring the role of sensory-liking and food appropriateness in the willingness to eat unusual novel foods like insects. *Food Quality and Preference*, 48, 293–302. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.11.001>

Tiempo, E. (30 de 07 de 2021). Antioquia, el departamento con más deportistas colombianos en Tokio. *El Tiempo*. Recuperado el 27 de 12 de 2021, de <https://www.eltiempo.com/deportes/ciclo-olimpico/cual-departamento-de-colombia-tiene-mas-atletas-en-juegos-olimpicos-607122>

Vargas, C. J. (5 de 07 de 2022). *Diario La República*. La inflación en la Oede sigue aumentando, Colombia entre los que la tuvieron estable. (LaRepública, Ed.) Recuperado el 05 de 07 de 2022, de <https://www.larepublica.co/globoeconomia/la-inflacion-en-la-ocde-sigue-aumentando-colombia-entre-los-que-la-tuvieron-estable-3397022>

Urdampilleta, A., Vicente-Salar, N., & Martínez Sanz, J. M. (2012). Necesidades proteicas de los deportistas y pautas dietético-nutricionales para la ganancia

de masa muscular. In *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica* (Vol. 16, Issue 1, pp. 25–35). No longer published by Elsevier.  
[https://doi.org/10.1016/S2173-1292\(12\)70068-6](https://doi.org/10.1016/S2173-1292(12)70068-6)

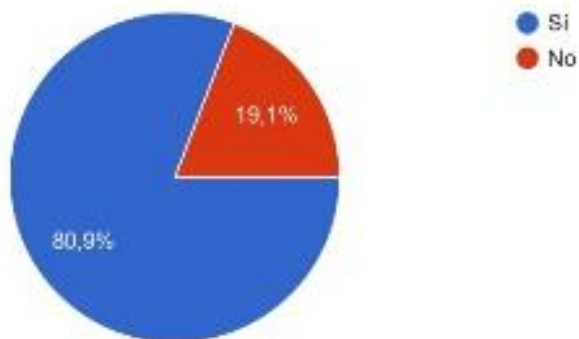
Yi, L., Lakemond, C. M. M., Sagis, L. M. C., Eisner-Schadler, V., Huis, A. Van, & Boekel, M. A. J. S. V. (2013). Extraction and characterisation of protein fractions from five insect species. *Food Chemistry*, 141(4), 3341–3348.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.115>

## 10. ANEXOS

### 10.1 Encuesta de Percepción y aceptación

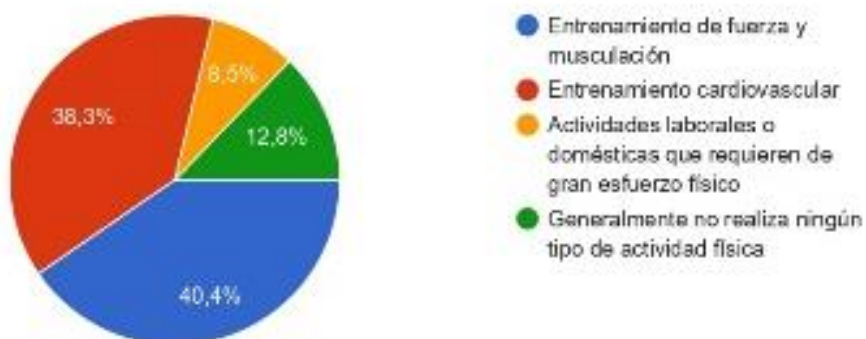
---

1. Usted practica algún tipo de actividad física?

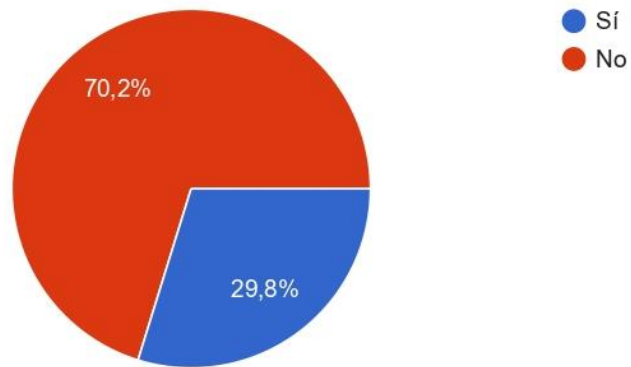


---

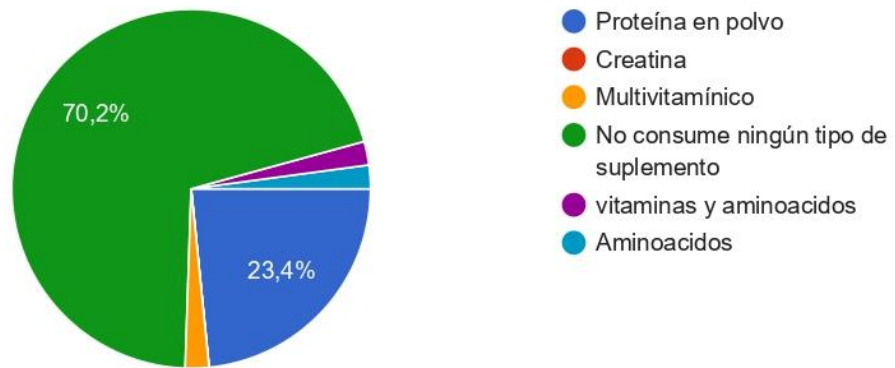
2. Que tipo de actividad física realiza con mayor frecuencia?



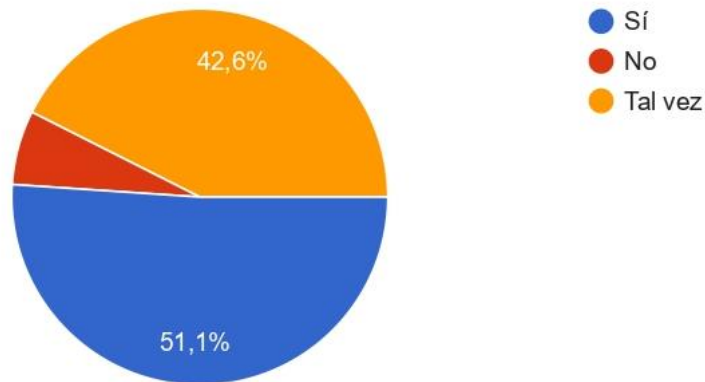
### 3. Consume algún tipo de suplemento nutricional?



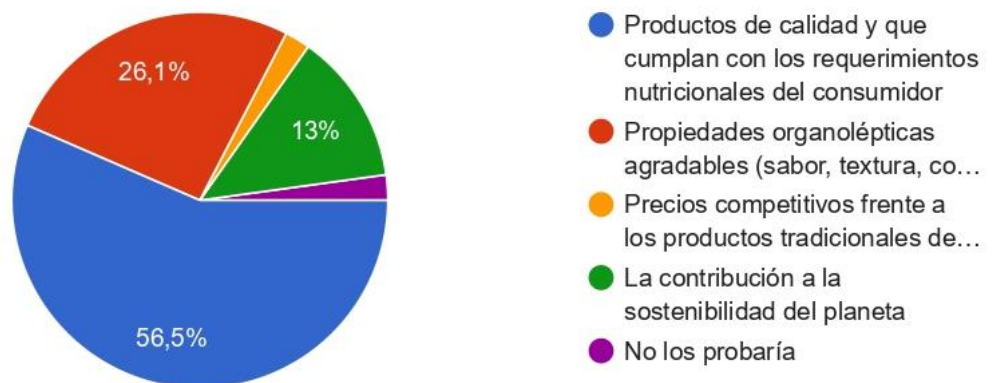
### 4. Que tipo de suplemento nutricional consume con mayor frecuencia?



5. Estaría dispuesto a probar nuevos productos fabricados a partir de insectos que cumplan con los requerimientos nutricionales del consumidor y que contribuyan al desarrollo sostenible del planeta?



6. Cual es el factor mas importante para usted a la hora de tomar la decisión de probar alternativas de suplementación fabricadas a partir de insectos?



## 10.2. Fichas Técnicas de Indicadores

Ilustración 28. Ficha Técnica EGE. Fuente: Elaboración propia

Fichas técnicas de indicadores de Gestión					
<b>Nombre del indicador</b>		Eficiencia General de Equipos			
<b>Peso porcentual del indicador</b>		15%			
<b>Objetivo estratégico que pertenece</b>		<b>Proceso</b>		<b>Responsable de calcularlo</b>	
		Producción		Jefe de Producción	
<b>Frecuencia de cálculo</b>		<b>Máx/Min</b>	<b>Meta</b>	<b>Excelente</b>	<b>Característica de calidad</b>
Mensual		80,0%	95,0%	98,0%	↑ Entre más alto este valor, mejor para el
<b>Método de cálculo</b>		<b>Unidad</b>	<b>Observaciones para cálculo</b>		↓ Entre más bajo este valor, mejor para el
(Cantidad de producción real / Cantidad de producción teórica) * 100		%			○ Entre más exacto o nominal el valor,
				<b>Resultados</b>	
<b>Archivo donde se origina</b>				<b>Periodo</b>	<b>Variable</b>
<b>Archivo donde se guarda</b>				Mes 1	85,0
<b>Fecha inicio de la medición</b>				Mes 2	87,0
				Mes 3	88,0
				Mes 4	82,0
				Mes 5	80,0
				Mes 6	81,0
				Mes 7	89,0
				Mes 8	93,0
				Mes 9	93,0
				Mes 10	81,0
				Mes 11	80,0
				Mes 12	94,0

Mes	Variable
Mes 1	85,0
Mes 2	87,0
Mes 3	88,0
Mes 4	82,0
Mes 5	80,0
Mes 6	81,0
Mes 7	89,0
Mes 8	93,0
Mes 9	93,0
Mes 10	81,0
Mes 11	80,0
Mes 12	94,0









