

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**Aprovechamiento de residuos de cacao para la producción de harina de larvas de *Hermetia illucens* como insumo para alimento balanceado**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**Wilson Daniel Torres Monteza**

**ASESOR**

**Javier Hipolito Odar Chuye**

**<https://orcid.org/0000-0003-2054-0138>**

**Chiclayo, 2023**

**Aprovechamiento de residuos de cacao para la producción de  
harina de larvas de *Hermetia illucens* como insumo para alimento  
balanceado**

PRESENTADA POR  
**Wilson Daniel Torres Monteza**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR

Diana Cieza Peche  
PRESIDENTE

Maria Luisa Espinoza García Urrutia  
SECRETARIO

Javier Hipolito Odar Chuye  
VOCAL

## **Dedicatoria**

Esta dedicatoria es en memoria de mi padre y mi abuelo, sin su educación, sacrificio, consejos y sin su apoyo incondicional y desinteresado yo no estaría aquí.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios, por permitirme llegar a esta etapa de mi vida, también a mi madre por todo el esfuerzo y apoyo incondicional durante todo este tiempo y a todos mis seres queridos y familiares, que siempre confiaron en mí y me dieron la mano cuando más los necesité.

Agradezco a mi asesor, el Ing. Javier Hipólito Odar Chuye por brindarme su apoyo y conocimientos para mejorar en el progreso de mi investigación.

## Torres Monteza v1

### INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

3%

2

[tesis.usat.edu.pe](https://tesis.usat.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

3

[tesis.ucsm.edu.pe](https://tesis.ucsm.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

4

[www.researchgate.net](https://www.researchgate.net)

Fuente de Internet

<1%

5

Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola

Trabajo del estudiante

<1%

6

[www.mdpi.com](https://www.mdpi.com)

Fuente de Internet

<1%

7

[repositorio.unsm.edu.pe](https://repositorio.unsm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

8

[repository.uamerica.edu.co](https://repository.uamerica.edu.co)

Fuente de Internet

<1%

9

[repositorio.utc.edu.ec](https://repositorio.utc.edu.ec)

Fuente de Internet

## Índice

Resumen .....	6
Abstract .....	7
Introducción .....	8
Revisión de literatura .....	10
Materiales y métodos: .....	13
Resultados y discusión .....	14
Conclusiones .....	36
Recomendaciones.....	37
Referencias .....	38
Anexos.....	45

## Resumen

Actualmente enfrentamos un grave problema con la generación masiva de residuos sólidos orgánicos a causa de la descomposición y gran cantidad de emisiones, por esa razón, el presente estudio busca mostrar una alternativa de aprovechamiento del material orgánico disponible mediante el uso de las larvas de mosca *Hermetia illucens* para bioconvertir los residuos en harina proteica. Para ello se planteó como objetivo general determinar la viabilidad de aprovechar los residuos del cacao en la producción de harina de larvas. Asimismo, como objetivos específicos; se diagnosticó la situación actual de los residuos del cultivo de cacao en la región San Martín, analizando y proyectando su producción. Por otra parte, se desarrolló el estudio de mercado para determinar la demanda del producto, en base a la harina de soya, proyectando y calculando las cantidades requeridas para cubrir la demanda insatisfecha en la región. También se realizó el análisis técnico tecnológico, se detalló el proceso de fabricación de harina, asimismo se seleccionaron las máquinas y equipos requeridos para la producción. De igual manera se demostró la viabilidad financiera de montar la planta de harina de larvas, se obtuvo un costo beneficio de S/1,70. El TIR es de 41% siendo mayor al TMAR de 12%. Finalmente se realizó el estudio económico ambiental, en función al proceso que genera mayor impacto y se propuso la alternativa de solución. De igual manera, se demostró que la implementación de la mejora no afecta negativamente la situación económica del proyecto.

**Palabras clave:** Residuos orgánicos, *Hermetia illucens*, harina de insecto.

## Abstract

We are currently facing a serious problem with the massive generation of organic solid waste due to decomposition and a large amount of emissions. For this reason, the present study seeks to show an alternative for the utilization of available organic material through the use of *Hermetia illucens* fly larvae to bioconvert the waste into protein meal. The general objective was to determine the feasibility of using cocoa residues in the production of larval meal. Likewise, as specific objectives; the current situation of cocoa crop residues in the San Martin region was diagnosed, analyzing and projecting its production. On the other hand, a market study was developed to determine the demand for the product, based on soybean meal, projecting and calculating the quantities required to cover the unsatisfied demand in the region. The technical technological analysis was also carried out, detailing the flour manufacturing process, and the machines and equipment required for production were selected. The financial feasibility of setting up the larvae flour plant was also demonstrated, and a cost benefit of S/.1.70 was obtained. The IRR is 41%, which is higher than the TMAR of 12%. Finally, the environmental economic study was carried out, based on the process that generates the greatest impact and the alternative solution was proposed. Likewise, it was demonstrated that the implementation of the improvement does not negatively affect the economic situation of the project.

**Keywords:** Organic residues, *Hermetia illucens*, insect meal

## Introducción

La limitada capacidad para el tratamiento de los residuos orgánicos, contribuye a la proliferación de agentes patógenos transmisores de enfermedades, emisiones a la atmósfera, malos olores, que perjudican a la población. De acuerdo al informe de la ONU. En Latino América cada habitante genera 1 kg diario de residuos sólidos y conjuntamente se producen 541 000 toneladas diarias que vendría a conformar el 10% de los residuos sólidos a nivel mundial. Además, la mala praxis en la gestión de estos residuos afecta directamente a la salud humana, contaminando la atmósfera y produciendo gases por la descomposición como el metano cuyo efecto a la atmósfera es 24 veces más potente que el  $CO_2$ . Así pues, los residuos orgánicos en promedio conforman el 50 a 60 % de los residuos sólidos generados, donde se encuentran los restos de alimentos que no fueron consumidos, residuos provenientes de restaurantes, agroindustrias, mercados y residuos domésticos [1].

Por otra parte, Cabrera señala que, en los países en subdesarrollo, los residuos orgánicos en su mayoría no son aprovechados a pesar de ser abundantes, al contrario, son incinerados o arrojados al medio ambiente [2].

De igual importancia, el ministerio del ambiente peruano (MINAM), sostiene que a nivel nacional los residuos orgánicos conforman el 57,7 % de los residuos sólidos generados, en consecuencia, se producen 4 482 toneladas de  $CO_2$  a la atmósfera [3]. Asimismo, el Ministerio de Económica y Finanzas (MEF), en colaboración con el MINAM indican que cada habitante en promedio genera de 0,58 a 1 kg de residuos diarios y actualmente se afronta un serio problema ya que cerca de 7 781 904,29 toneladas de residuos sólidos son producidos anualmente y el 54,64% de estos corresponden a los desperdicios orgánicos [4]. Cabe señalar, que solo el 0,98% de los residuos sólidos entre orgánicos e inorgánicos que vienen a ser 59 021 toneladas que se generan en el Perú son aprovechados, el 5,9% se valoriza mediante el compostaje, mientras que el 84% terminan en los vertederos sin ser valorizados [5].

Por otro lado, la agroindustria peruana genera 77 681 toneladas de residuos orgánicos al año. Sin embargo, como resultado de la valorización de estos residuos podemos obtener alimentos de alto valor proteico para consumo animal, generando una alternativa a los insumos convencionales como la harina de pescado y harina de soya usados por lo general en alimentación de animales [6].

Uno de los residuos orgánicos generados por la agroindustria peruana, provienen del cultivo de cacao. Según Godoy *et al*, señala que los residuos del cacao son una fuente importante de proteínas crudas a comparación de otros residuos agroindustriales, con un valor equivalente al

21,8%, además indica que la región San Martín tiene un alto potencial energético y proteico, por la cantidad de biomasa generada en esta agroindustria [7].

Así pues, dentro de la región San Martín, de acuerdo a Promperú se produce el 39% del cacao peruano en un área aproximada de 54 159 hectáreas. Además, dentro del proceso post cosecha del cacao, los residuos orgánicos, como las cáscaras, frutos secos y cascarillas generan el 92,7% de emisiones de  $CO_2$ . Cabe señalar, que, de la biomasa generada en el procesamiento, tan solo el 33% de estos residuos son manejados correctamente, con la finalidad de usarlos como fertilizantes, pero el 67% restante, no es manejado adecuadamente y solo es dispuesta al medio ambiente sin ningún tratamiento previo que garantice un aprovechamiento de estos residuos y por consiguiente un menor porcentaje de emisiones a la atmósfera.

Incluso, dicha práctica, no es lo más recomendable, puesto que al ser arrojada sobre el suelo genera emisiones por la descomposición anaeróbica, lo que trae como resultado la aparición de microorganismos que afectan a los sembríos de cacao [8].

Según Meneguz *et al.* los residuos agroindustriales, poseen un alto potencial por sus altos niveles en celulosa que favorece a la crianza de larvas de *Hermetia illucens*, que son procesadas en harina para alimentar a una amplia gama de animales de consumo, además de constituir una alternativa para sustituir a las fuentes proteicas convencionales como la harina de soya y pescado [9]. Ante ello, surge la siguiente interrogante de ¿Cuál será la viabilidad de aprovechar los residuos del cacao para producir harina de larva *Hermetia illucens* como insumo para alimento balanceado de aves?

De acuerdo al boletín informativo del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), 2020, indica que el 58% del alimento balanceado es destinado a la alimentación de aves productoras de carne y huevos. En función a este dato, se demuestra que la industria avícola es la que más alimento demanda, en comparación a las demás actividades pecuarias. Asimismo, existe una demanda insatisfecha en este sector, puesto que, la producción nacional no es suficiente, los insumos como la harina de soya se tiene que importar para cubrir la demanda de alimento [10].

Por otro lado, Platé señala que uno de los principales insumos en la formulación de alimentos balanceados es la harina de soya que es usada ampliamente en la alimentación de animales de consumo por su alto contenido en proteína que va entre 40% a 46%. Así pues, la principal industria que demanda este producto es la avícola pero su utilización se ve limitada por su alto precio en el mercado [11].

De la misma forma, Vásquez señala que la demanda del pienso a nivel nacional viene creciendo anualmente un 17 %, con un valor actual de 209 millones de dólares, debido al alza

en los precios de insumos como la harina de soya y pescado, esto representa una oportunidad de negocio, puesto que, no se logra satisfacer la demanda nacional. En conclusión, se considera más viable desde el ámbito económico, la producción de insumos más accesibles para la formulación de alimentos balanceados por motivo de que existe un mercado y demanda insatisfecha [12].

Por esa razón, producto de la investigación se planteó como objetivo general, determinar la viabilidad para aprovechar los residuos del cacao en la producción de harina de larvas *Hermetia illucens* como insumo para alimento balanceado y como objetivos específicos tenemos, diagnosticar la situación actual de los residuos del cultivo de cacao en la región San Martín, también el de realizar un estudio de mercado para determinar la demanda de harina de larvas *Hermetia illucens* para la formulación de alimento balanceado de aves, además, de realizar un diseño técnico tecnológico para la producción de harina de larvas de *Hermetia illucens* y finalmente realizar un estudio económico – ambiental para la propuesta.

### **Revisión de literatura**

Quispe explica que el alimento balanceado es la incorporación de varios insumos, formulados, de manera homogénea para complementar la necesidad de nutrientes en la alimentación animal. Así pues, los parámetros a considerar para la fabricación de alimentos deben ser la palatabilidad y digestibilidad [13]. Por otro lado, la Real academia de Ingeniería define a la palatabilidad como las características organolépticas de algún alimento que hace que los consumidores se sientan más atraídos a ingerirlo [14]. De igual importancia, Espinoza señala que la digestibilidad se utiliza para determinar el aporte nutricional de los insumos en la fabricación de piensos alimenticios. Además, aclara que un alimento debe poseer una buena asimilación en el organismo del animal, en consecuencia, se genera una excelente digestión y aprovechamiento de los nutrientes [15].

De igual importancia, referente a los alimentos balanceados, Gonzales indica que la harina de soya es uno de los insumos convencionales más utilizados para la formulación de alimentos balanceados a nivel mundial, a pesar de su precio, sigue teniendo gran demanda por su alto contenido en aminoácidos y proteínas [16].

Asimismo, Agrodata, indica que entre enero y abril del 2021 el Perú importó cerca de 485 556,594 toneladas de harina de soya. Bolivia fue el principal proveedor de este producto con un 66% del total despachado, luego se encuentra Estados Unidos, Argentina y Paraguay [17].

Cabe mencionar que la industria de la soya ha ocasionado problemas medioambientales como la deforestación de la amazonia para la agricultura extensiva de este insumo y así

satisfacer la demanda de occidente. [18]. Por tal motivo se debe investigar en métodos más sostenibles para la obtención de proteína en la alimentación animal y como alternativa, actualmente se estudia al proceso de bioconversión de residuos orgánicos para obtener alimento de alto valor proteico que contribuya a la obtención de piensos sustentables.

De acuerdo a Veolia, empresa francesa en la gestión de residuos, define a la bioconversión como la transformación de los residuos orgánicos que pueden ser resultado de algún proceso agroindustrial, en una nueva gama de productos con valor agregado [19]. Para llevar a cabo este proceso se requiere del protagonismo de la larva *Hermetia illucens* como organismo bioconversor de residuos.

Apaza, explica que este insecto pertenece a una especie de díptero braquícero, lo que quiere decir que posee 2 alas, perteneciente a la familia de *Stratiomyidae* [20]. Es originaria del continente americano, pero ha sido expandida hacia otros continentes como el africano, europeo y asiático por su particularidad de convertir residuos orgánicos en proteína.

Otra característica destacable es que, a diferencia de la mosca doméstica, no es portador de ningún agente patógeno perjudicial, además se demostró que sirve de control biológico para moscas vectores de enfermedades. También resalta por su particularidad de disminuir los niveles de *Escherichia coli* en excremento de animales y por su alta tasa de reproducción, con un 98% de probabilidad de eclosión de sus huevos [21].

Por tal motivo, este nuevo sistema, constituye un modelo de economía circular. El MINAM en colaboración con el MEF, definen a la economía circular como un sistema donde prevalece el reciclaje, reutilización y reducción de residuos que por lo general son de tipo orgánico. Este modelo toma de inspiración a la naturaleza ya que en ella no existen residuos porque todo viene a ser materia prima o alimento de otros organismos. Este modelo económico propone el reaprovechamiento y valorización de materia orgánica para beneficio del ser humano [22].

Por esa razón, actualmente se estudia el potencial de la mosca *Hermetia illucens* para bioconvertir los residuos orgánicos en proteína. Estudios como el de Truzzi *et al.* señalan que este insecto promete ser una alternativa alimentaria para el futuro, puesto que, el incremento poblacional y a la creciente demanda de carne a nivel mundial, obligará a la sociedad a innovar en técnicas que aseguren la alimentación del futuro. También indica que las larvas pueden bioconvertir residuos agroindustriales de café y microalgas en proteína de calidad, rica en aminoácidos y ácidos grasos, lo que posiciona a la *Hermetia illucens* en la alternativa alimentaria del futuro [23]

Silva *et al.* en el artículo "Produção de Proteína e Óleo Láurico à Partir da Bioconversão de Resíduos Agropecuario pelas Larvas da *Hermetia illucens*" señala que la larva de *Hermetia*

*illucens* posee el potencial de bioconvertir los residuos orgánicos del cacao para obtener proteína y aceite de buena calidad. El estudio se realizó en la región de Bahía, en el estado de Pará, Brasil. Se suministraron las cáscaras como alimento para las larvas y se identificó que degradan el sustrato en menor tiempo que al compostarlas, además como resultado, las larvas mostraron datos positivos respecto al contenido de proteínas, con un 46%. Esta técnica colabora con la minimización del impacto ambiental y permite reinsertar a la biomasa residual en la cadena productiva agroindustrial. [24]

Por otro lado, Cabrera *et al.* en su estudio "Evaluación de la larva de mosca soldado negra (*Hermetia Illucens*) como alternativa para la degradación de residuos sólidos urbanos" sostiene que las larvas *Hermetia illucens* consumen del 85 al 98% de la biomasa que se les suministra lo que significa una recuperación de nutrientes que se encuentran en los residuos orgánicos, además de ser una especie resistente a la presencia de metales tóxicos como el cadmio, zinc y plomo, a diferencia de las lombrices californianas que son utilizadas en el proceso de bioconversión. Añade que, si se busca una buena conversión de residuos, también se deben garantizar los parámetros correctos como la temperatura y humedad relativa que van entre los 27,5 a 37,5°C para la temperatura y 75 a 80 % para la humedad relativa [25].

Smetana *et al.* en su artículo "Sustainable use of *Hermetia illucens* insect biomass for feed and food: Attributional and consequential life cycle assessment" explica que el uso de la *Hermetia illucens* como método de tratamiento para residuos orgánicos es viable y se podría aplicar a industrias como la cervecera o empresas que involucren en sus procesos molienda de material orgánico. La harina de esta larva se caracteriza en poseer entre un 37 a 63 % de proteína, 49 % de grasa y una digestibilidad de 89,4% ya procesada en harina. Por lo tanto, es considerada una alternativa para reemplazar la harina de soya. De acuerdo a los límites de control de calidad aplicados, mostró que hay una reducción del 25 % de emisiones.

Aliaga en su "Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta de producción de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*)" indica que el alimento balanceado a base de este insecto supone una competencia directa en el mercado de dicho rubro, además de constituir una alternativa para hacer frente a la inestabilidad en los precios de insumo para alimentación como la harina de pescado, la harina de soya y maíz en la industria avícola peruana. Además, demuestra que el VAN para llevar a cabo el proyecto es de 760 547,77 s/. y una TIR del 23.44%, esto indica la viabilidad del proyecto porque el VAN tiene un valor mayor a cero, y el TIR tiene un valor mayor al costo de capital de 12% [26].

Heuel *et al.* en su artículo "Black soldier fly larvae meal and fat can completely replace soybean cake and oil in diets for laying hens" indica que la sustitución de la soya por harina de larva *Hermetia illucens* puede darse de forma completa en la formulación de alimentos para aves. En este estudio se comparó la alimentación con harina de soya y harina de *Hermetia illucens* en gallinas ponedoras. Se concluyó que al suministrar harina de *Hermetia* en lugar de la harina de soya al alimento de las gallinas, estas elevan su rendimiento de postura en 98% y una mayor aceptación del alimento. Se demuestra que este producto puede sustituir totalmente a la harina de soya sin ninguna variación que perjudique a la producción de aves [27].

### **Materiales y métodos:**

Para el diagnóstico de la situación actual de los residuos del cultivo de cacao se revisaron fuentes documentales secundarias como estadísticas agropecuarias del MIDAGRI (SIEA) de los años 2016 – 2020, con respecto a área instalada, producción, rendimiento y principales zonas productoras de cacao [28]. A partir de ello, se calculó la cantidad de residuos generados en el cultivo, considerando las cáscaras, las semillas dañadas y el mucílago. Se verificaron fuentes bibliográficas sobre la composición de las cáscaras del fruto, relacionado al contenido de fibra y proteína. [29] , [30], [31].

Se recopiló información de la generación de los residuos en la etapa de cultivo y su impacto en la huella de carbono [8]. Asimismo, se analizó información secundaria respecto a la desventaja de utilizar a las cáscaras como fertilizante en las fincas. [32] - [33]. Relacionado a la temporada de cosecha del cacao se observaron fuentes secundarias sobre los meses de producción [34], [35], [36]. Finalmente, se desarrolló una encuesta a los agricultores de la cooperativa cacaotera CPCACAO en Tocache para averiguar sobre la utilidad que le dan a sus residuos y su disponibilidad de venderlos o donarlos. Para el cálculo del tamaño de muestra se aplicó la fórmula de poblaciones finitas, porque se conoce el tamaño de la población [37].

En relación al estudio de mercado, se describió el producto, el mercado al cual irá dirigido y los potenciales clientes. Asimismo se analizaron fuentes secundarias respecto a la harina de larva *Hermetia illucens* y su uso potencial como sustituto de la harina de soya [38], [39], [40], [41], [42], [43], [44]. Acerca de, la determinación de la producción de alimento balanceado de aves, se observó el anuario estadístico del MIDAGRI [45]. También se calculó la demanda y oferta de este producto con la información obtenida del portal web Agrodata Perú [46].

Sobre el análisis de la demanda, se utilizó el portal web Agrodata Perú, relacionado a las importaciones de la harina de soya en el Perú. En cuanto la proyección de la demanda y oferta se aplicó el procedimiento de regresión lineal para pronosticar los valores de una variable cuantitativa partiendo de valores de una variable explicativa cuantitativa [47]. En base a la

disponibilidad de residuos y a la demanda insatisfecha, se evaluó la cantidad de larvas para la producción de harina de insecto [48], [38].

Para las proyecciones se utilizó la herramienta Excel y los datos pronosticados acerca de la inflación nacional obtenidos del portal web del Banco Central de Reserva del Perú [49]. Para la elección de la macro y micro localización se examinaron fuentes secundarias, relacionadas a la demografía, clima, geografía, actividades económicas, disponibilidad de servicios, como agua y energía eléctrica del INEI, OSINERMIN, BCRP, ZEE (Zonificación Ecológica y económica) de Tocache [46] - [51]. Se aplicó el método de factores ponderados para fijar la zona idónea de ubicación del proyecto [50].

En relación, al diseño técnico tecnológico se consideraron fuentes bibliográficas, sobre el método adecuado de cría y producción de las larvas de mosca *Hermetia illucens*, donde se detallan los parámetros y equipos necesarios para la producción de larvas [51]. Asimismo, para la capacidad de planta se aplicó la herramienta Excel, con la data sobre la demanda del objetivo anterior. En relación al balance de materiales, se tomaron como referencias a los artículos del EWAG y Heredia [48], [38]. Por otra parte, para determinar la eficiencia de conversión de huevos a larvas se hizo revisión del portal web Vía orgánica [52].

Referido a elección de las máquinas y equipos, estas se seleccionaron acorde a la capacidad de producción requerida, se evaluaron fuentes secundarias en materia de cotización de maquinaria industrial y equipos, para comparar sus características técnicas aplicando el método de factores ponderados. [53], [54], [55]. La superficie de la planta se obtuvo adoptando el método de Guerchet, por motivo de que permite calcular la superficie o áreas. [56]. Respecto a la normatividad de calidad, se revisaron las resoluciones directorales 0083-2016-MINAGRI-SENASA DIAIA, 0052-2015-MINAGRI-SENASA-DIAIA. [57], [58].

Además, para la parte financiera, se estudiaron los informes de tesis de Platé y Aliaga dado que, indican los puntos a considerar para la rentabilidad de un proyecto, como el TIR, VAN, TMAR. [11], [26]. Se utilizó fundamentalmente la herramienta Excel, sin embargo, para obtener algunos datos como el precio del terreno, costo de edificación en la selva, tasa de interés. Se revisaron fuentes secundarias y documentales como GPS Real Estate, RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 350-2021-VIVIENDA, Superintendencia de Banca, Seguros y AFP [59], [60], [61].

En cuanto, al estudio económico ambiental se revisaron fuentes documentales secundarias, respecto a las ventajas y efectos de la producción de larvas de *Hermetia illucens*. [62], [25]. Al mismo tiempo, se examinó el informe sobre el porcentaje de emisiones en la cadena de

producción de harina de larvas [63]. Simultáneamente se observó un informe sobre el impacto de la ganadería en comparación al proceso de obtención de harina de insecto [64], Se aplicó la matriz de Leopold para determinar el proceso que genera mayor impacto y se inspeccionaron fuentes secundarias para la adquisición de la propuesta de mejora.

## Resultados

De acuerdo a la estadística agropecuaria aplicada por el MIDAGRI, la región San Martín se posiciona como la primera en producción de cacao a nivel nacional con 60 075,94 toneladas anuales en una superficie de 58 237,30 hectáreas. Su producción constituye el 38,46% del cacao peruano. En la tabla 1 podemos observar las principales regiones productoras de cacao, el área de producción correspondiente a cada una, el rendimiento por hectárea, la producción total por región y el porcentaje que aporta cada uno [28].

Tabla 1. Principales regiones productoras de cacao, 2020

<i>Regiones</i>	<i>Área cosechada (ha)</i>	<i>Rendimiento (t/ha)</i>	<i>Producción (t)</i>	<i>Producción %</i>
<i>San Martín</i>	58 237,30	1,03	60 075,94	38,46
<i>Junín</i>	22 568,00	1,22	22 568	17,63
<i>Ucayali</i>	24 070,32	0,90	21 705,29	13,89
<i>Huánuco</i>	23 671,00	0,61	14 395,00	9,21
<i>Ayacucho</i>	7 855,00	0,72	5 655,60	3,61
<i>Amazonas</i>	803,00	5,25	4 212,93	2,70

Fuente: MIDAGRI, 2020 [28].

En la tabla 2 se observa la producción cacaotera de la región San Martín en los últimos años, rendimiento y el área de producción que abarca este cultivo.

Tabla 2. Producción de cacao en la región de San Martín (t)

<i>Año</i>	<i>Área de producción (ha)</i>	<i>Rendimiento (t/ha)</i>	<i>Producción de cacao (t)</i>	<i>Producción %</i>
<i>2016</i>	48 815,30	0,94	45 996,31	44,82
<i>2017</i>	54 178,51	0,95	51 420,27	42,70
<i>2018</i>	60 179,51	0,93	56 099,40	40,93
<i>2019</i>	59 927,55	0,9	54 183,80	38,92
<i>2020</i>	58 237,30	1,03	60 075,94	38,46

Fuente: MIDAGRI, 2020 [28].

Existe una tendencia positiva en función a la producción anual de cacao en la región San Martín de los últimos 5 años. A pesar de las dificultades causadas por la pandemia del covid-19, dicha región sigue ocupando el primer puesto en producción de este fruto (Anexo 01).

En base a lo señalado se infiere que la región, genera grandes volúmenes de desechos orgánicos provenientes del tratamiento post cosecha del cacao.

Los principales residuos que generan son las cáscaras o mazorcas que constituyen el 52% a 70% de peso del fruto. La cáscara está formada por lignina en un 35%, 30% de celulosa y 10% de hemicelulosa, lo restante corresponde a extractos del fruto. También se encuentran las venas de cacao y un residuo líquido denominado mucílago el cual se puede obtener de la pulpa húmeda de cacao [30].

Por su contenido en proteína cruda de 6,5%, 27% de fibra, 35% en nitrógeno y 3,2% de potasio, las cáscaras del cacao componen una alternativa para alimentación de animales [29]. Figueira *et al.* señala que por cada tonelada de semilla seca de cacao se generan diez toneladas de residuos, en los que figuran las cáscaras y la pulpa de las semillas. En base a ello se puede deducir que solo el 10% del fruto de cacao es aprovechado y el 90% son residuos orgánicos que pueden ser utilizados en alimentación animal o como fertilizante [65].

Por otra parte, Loyo indica que el 80% del fruto es cáscara, rica en vitaminas A y C, en minerales como el Calcio y Magnesio y también en fibra. El 20% restante es semilla aprovechable para la fabricación de distintos derivados [31]. En base a lo señalado por los distintos autores, en la tabla 3 se estima la producción de residuos de cacao por toneladas anuales, basándonos en lo sostenido por Lock [29] y teniendo en cuenta la producción de la región San Martín. El 90% del fruto es cáscara, el 1,72% mucílago y el 6% a semillas descartadas.

Tabla 3. Producción de residuos de cacao en la región San Martín.

Año	Mazorca de cacao (t)	Cáscara de cacao (t)	Mucílago (t)	Semilla de cacao (t)	Semillas Dañadas(t)
2016	459 963	413 966,7	7120,2	45 996,31	2759,7
2017	514 202	462 781,8	7959,8	51 420,27	3085,2
2018	560 994	504 894,6	8684,1	56 099,40	3365,9
2019	541 838	487 654,2	8387,6	54 183,80	3251
2020	600 750	540 675	9299,6	60 075,94	3604,5

Fuente: Elaboración propia, en base [29].

En relación a la tabla 03, se proyectó la cantidad de residuos de cacao para el periodo 2021-2025, aplicando el método de regresión lineal. (Anexo 02).

Promperú en el boletín informativo "Gestión de la huella de carbono en la Cadena de valor del cacao de exportación de la Región San Martín - Perú", menciona la situación ambiental del cultivo de cacao en dicha región. Respecto a las cáscaras o mazorcas, abonamiento y control de plagas, fermentación, empaquetamiento y transporte (Anexo 03). Más del 90% de las emisiones del cacao es por residuos como las cáscaras que son descartadas y arrojadas al suelo de las

fincas sin hacer algún pre tratamiento a la materia orgánica para minimizar el porcentaje de emisiones , si bien esta práctica es de las más comunes en las fincas , no es la más recomendable porque la descomposición anaeróbica que se produce puede ser el principio para la aparición de microorganismos como hongos perjudiciales para el cultivo [8].

Actualmente las cáscaras desechadas de la actividad cacaotera se han vuelto un problema dentro de las fincas, pues, se genera en grandes volúmenes y es complicado darle algún valor agregado. Estos residuos pasan a ser una fuente para la proliferación de enfermedades [32].

Ponguillo señala que las cáscaras al poseer forma cóncava colaboran con la retención de humedad y en consecuencia sirven de refugio y caldo de cultivo para la acumulación insectos en las fincas [66].

Tan solo el 33% del total de estos residuos es manejado adecuadamente para hacer compost, pero el 67% restante simplemente es dispuesta al suelo, lo que genera la liberación de gas metano a la atmósfera [8]. Utilizar a las cáscaras como fertilizante sin compostarlas previamente genera la aparición del hongo negro perteneciente al género *Phytophthora* (Anexo 04). Esta enfermedad ataca a las mazorcas de cacao, hojas, tronco y raíz, genera el 80% de las pérdidas en este cultivo. Aranzazu recomienda que se debe evitar colocar a las cáscaras apiladas alrededor de las plantaciones para impedir la afectación por esta plaga que merma la producción de cacao en las fincas [67].

De acuerdo al calendario agronómico del MIDAGRI, señala que la temporada de mayor producción del cacao se desarrolla entre los meses de abril hasta setiembre. Durante este periodo, los agricultores cosechan la mayor parte del cacao que se exporta. Producto de esta actividad se infiere que en estos meses es donde se genera la mayor parte de los residuos orgánicos del cultivo del cacao [34].

Asimismo, el informe estadístico del MIDAGRI, en referencia al cacao, indica que la producción depende estrechamente de las condiciones climatológicas en donde se produce. Al ser un cultivo con demanda constante, hay un flujo de producción durante todo el año. Los meses donde se presentan los índices más altos de producción son entre mayo y julio y su mayor rendimiento entre abril y junio [35]. Además, el 70% de la cosecha del fruto se produce durante 5 meses que va entre marzo a Julio y el 30% restante se encuentra dividido entre los meses siguientes [36]. Al encontrarse un constante flujo de producción de cacao durante todo el año, se puede inferir que la generación de residuos orgánicos sea igual.

Por otra parte, en la encuesta realizada a 36 familias de productores de cacao, pertenecientes a la cooperativa CPCACAO en Tocache (Anexo 05), muestra que el 79,4% utilizan a los residuos de cacao como abono directo en sus plantaciones, esta técnica fue adoptada

empíricamente por los agricultores e indican que les ha dado buenos resultados. Sin embargo, el 20,6% de los encuestados señalan que no les dan uso alguno a sus residuos y simplemente los apilan, dejándolos descomponerse al aire libre. El 28,6% de los encuestados que no valorizan de ninguna manera sus residuos esperan obtener algún incentivo, mientras que, el 71,4% restante prefiere donar sus residuos.

Referido al tamaño de muestra, se aplicó la fórmula de poblaciones finitas indicada por Herrera [37], teniendo en cuenta que la población es de 70 familias. Esta fórmula se utiliza cuando se tiene el tamaño de la población. En este caso, al tener una población de 70 familias de agricultores asociados a la cooperativa CPCACAO, aplicando la fórmula, se obtiene un tamaño de muestra de 36 familias a encuestar.

### **Estudio de mercado y determinación de la demanda de alimento balanceado para aves.**

La harina proteica de insecto es un producto que se obtiene a partir del procesamiento de distintas variedades de insectos, que son deshidratados y molidos. La alimentación animal, con este tipo de fuente proteica se está volviendo un modelo de negocio común a causa de la necesidad de conseguir piensos más accesibles y sostenibles para el medio ambiente. La industria avícola no es ajena a esta necesidad, y se vienen analizando a nivel mundial alternativas que puedan suplir la demanda proteica dado que esta industria depende esencialmente de la importación de insumos como la soya. Uno de los principales insectos que están siendo estudiados para la producción de harina proteica a escala industrial es la larva de mosca soldado negro o *Hermetia illucens* [38].

Michele indica que los estudios realizados a este insecto sugieren que pueden ser suministrados como fuente alternativa a la proteína de harina de soya y maíz en la alimentación avícola [39]. Asimismo, Sánchez muestra que producto de la evaluación al suministrar harina de *Hermetia illucens* a pollos y peces se muestran altos índices en el coeficiente de digestibilidad que van entre 91% a 93%, lípidos entre 78% a 83%. Además, se indica que posee un índice mayor de aminoácidos que la harina de soya [40].

El contenido de aminoácidos importantes en la harina de *Hermetia illucens* llega a suplir lo que se necesita para la alimentación avícola, pues, es similar a los insumos comúnmente encontrados en el mercado [41]. El 80% de los costos en la producción avícola se da en la etapa de alimentación, por tal motivo, los productores se ven en la necesidad de buscar alternativas que minimicen este porcentaje [42].

Schiavone *et al.* señala la harina de *Hermetia illucens* constituye una esencial fuente de energía en la cría de pollos de engorde, pues, al sustituir el 100% de harina de soya por harina de *Hermetia illucens* se observaban resultados satisfactorios en la calidad de carne [43]. Barroso

*et al.* indica que la harina de las larvas de este insecto viene a ser una alternativa en la reducción de los costos de alimentación ya que puede sustituir a los insumos comunes como la harina de soya y pescado y presenta una mayor efectividad en la ganancia de peso de actividades avícolas [44].

En relación al proyecto, las larvas de *Hermetia illucens* pasarán a ser materia prima en la fabricación de harina que se usará como insumo en la formulación de alimento balanceado para la industria avícola. Este por sus características nutricionales se plantea como una alternativa para la sustitución total de harina de la soya. La harina de *Hermetia illucens* es un producto innovador. Se deshidrata a 60°C por 12 horas, luego es prensado para separar la proteína del aceite y tener una mayor concentración, finalmente se muele y se obtiene un producto homogéneo de calidad y con características iguales o mejores a la de su competencia.

Con respecto a su presentación, este producto vendrá en sacos de 50 kg junto con su información básica. Por su bajo contenido de humedad, el producto posee un periodo de vida más prolongado, lo que le permite permanecer de 3 a 4 meses en almacén y sin exposición a la luz solar. La harina será usada en la dieta de aves, específicamente para la alimentación de pollos de engorde, dado que, de acuerdo al MIDAGRI, este tipo de carne es la más consumida a nivel nacional, con un consumo per cápita de 50,3kg/hab/año, lo que la vuelve la primera fuente de proteína animal que consumimos [68].

El producto posee un alto contenido de proteínas, minerales y otras características que pueden variar dependiendo del tipo de sustrato que se adicione en la alimentación de las larvas. Además, cuenta con un alto índice de digestibilidad (Anexo 06).

Para garantizar que el producto sea de buena calidad es necesario verificar que este cumpla con las especificaciones y normas que permitan su comercialización en el mercado. El ente encargado de acreditar la certificación del laboratorio para llevar a cabo el estudio es el SENASA. En el mercado se encuentran productos similares y/o sustitutos, uno de los más comunes es la harina de soya, este por su alto contenido en proteína se le denomina como base proteica.

Con la finalidad de ingresar al mercado interno se deben realizar actividades estratégicas como la determinación del precio que al ser un producto nuevo debe ser menor al de la competencia directa como la harina de soya. Además, se debe establecer un plan de marketing y publicidad para dar a conocer este nuevo producto a los clientes, resaltando sus características, propiedades y ventajas. A continuación, en la tabla 4 se comparan algunas características respecto a la composición nutricional de la harina de soya con la de *Hermetia illucens*, donde resalta el alto contenido de proteína y digestibilidad del nuevo producto.

Tabla 4. Composición nutricional de harinas proteicas.

Composición (%)	Harina	
	<i>Hermetia illucens</i>	Soya
Proteína cruda	55,34	43-37
Humedad	6	9
Grasa cruda	10	20
Ceniza	7,12	5
Materia seca	94	88
Digestibilidad	93 -91	87

Fuente: Carvajal,2022 [69], FEDNA,2019 [70], elaboración propia.

Las características que se observan en la tabla 4, demuestra que este nuevo producto es similar en cuanto a su composición nutricional, por lo tanto, vendría a ser competencia directa de la harina de soya y puede sustituirla en la formulación de dietas animales.

#### **Análisis de la demanda:**

Al ser un producto nuevo en el mercado, la harina de *Hermetia illucens*, no cuenta con una data histórica respecto a su oferta y demanda, por tal motivo estos aspectos se determinarán con la data de ingreso y utilización de la harina de soya, dado que, este producto se busca reemplazar con la harina de *Hermetia illucens* como ingrediente para los alimentos balanceados en la industria avícola. Los clientes finales serán las empresas dedicadas al rubro avícola, pueden ser empresas comercializadoras de alimentos balanceados o directamente al productor. Toda empresa busca minimizar sus costos y en este rubro el principal gasto se encuentra en la alimentación, por esa razón es que se pretende ofrecer una alternativa más rentable a los alimentos convencionales como la harina de soya.

De acuerdo al MIDAGRI, el mercado de alimentos balanceados en el Perú es amplio, con una producción de 3 929 059 toneladas en 2020, el 58% es destinado para alimentación de aves de consumo (Anexo 07). Este dato permite destacar a la producción de alimentos balanceados para aves porque se posiciona como el rubro de mayor crecimiento. Además de ser un mercado potencial para el lanzamiento del nuevo producto [36].

La actividad avícola peruana tuvo un crecimiento constante del 10%, que lo posiciona como el sector pecuario que más destaca. Anualmente esta industria genera alrededor de S/.4400 millones [71]. En base a lo señalado podemos observar que desde el 2016 hasta el 2019 se mantuvo una tendencia positiva respecto al incremento de la producción de alimento balanceado para aves, pero en 2020 esta tendencia cayó a causa de la incertidumbre y crisis en la cadena de suministros para la fabricación de piensos a nivel internacional, sin embargo, esta tendencia aún sigue siendo positiva a pesar de la caída de la producción. Esto se puede corroborar en la tabla 5, (Anexo 08).

Tabla 5. Producción anual de alimento balanceado para aves.

<i>Producción 2016 - 2020</i>	
<i>Año</i>	<i>Producción (t)</i>
2016	2 084 511
2017	2 131 625
2018	2 243 918
2019	2 404 335
2020	2 276 281

**Fuente:** Elaboración propia, en base a [45]

Realizando la proyección de la producción de alimento balanceado, observamos que efectivamente, habrá un incremento en los siguientes 5 años (Anexo 09). Consecuentemente la demanda de insumos como la harina de soya también crecerá.

En 2020, a nivel nacional, se demandaron 1 350 905 toneladas de harina de soya. El Perú importa el 90% de este producto que se usa ampliamente en la avicultura [72].

Por tal motivo es que se hará la proyección de la demanda de la harina de soya, en base a la información obtenida de AGRODATAPERÚ. En la tabla 6 observamos la demanda histórica nacional de la harina de soya de los últimos 5 años y la proyección para el siguiente periodo. Cabe mencionar, que la proyección se encuentra en función a la data hasta el 2020 y por esa razón es que las estimaciones se realizan desde el 2021.

Tabla 6. Demanda y proyección de la harina de soya

<i>Año</i>	<i>Cantidad (t)</i>	<i>Año</i>	<i>Cantidad (t)</i>
2016	1 203 729	2021	1 406 280
2017	1 253 578	2022	1 444 504
2018	1 308 396	2023	1 482 726
2019	1 341 454	2024	1 520 949
2020	1 350 905	2025	1 559 172

**Fuente:** Elaboración propia, en base a Agrodata [46].

De acuerdo a la proyección sobre la demanda de harina de soya, a nivel nacional se presenta una tendencia positiva para los siguientes 5 años (Anexo 10).

### **Análisis de la oferta:**

A pesar de poseer un gran potencial para producir harina de soya, el Perú importa el 62,8% de este producto a Bolivia, el 23,3% a Estados Unidos, el 10,7% de Paraguay, el 2,7% de Argentina y el 0,5% restante de Chile [17]. Al no contar con una data de producción propia para ofertar y que satisfaga la demanda nacional de alimentos balanceados, la demanda proyectada vendría a ser toda la demanda insatisfecha.

Tabla 7. Balance de demanda oferta de la harina de soya.

Años	Demanda proyectada (t)	Oferta proyectada (t)	Demanda insatisfecha (t)
2021	1 406 280	0	1 406 280
2022	1 444 504	0	1 444 504
2023	1 482 726	0	1 482 726
2024	1 520 949	0	1 520 949
2025	1 559 172	0	1 559 172

Fuente: Elaboración propia, en base a [46].

Para estimar la demanda insatisfecha, se resta la demanda y oferta proyectada, de esa manera, obtenemos la información necesaria para satisfacer la demanda con la harina de *Hermetia illucens*.

En relación, a la demanda del proyecto se tomará el 2% de la demanda insatisfecha porque es el porcentaje correspondiente a la participación avícola de la región San Martín y el 7% es en función al área y capacidad de la planta. En la tabla 8 observamos esta información. También se debe tener en cuenta que el producto final se comercializará en sacos de 50 kg.

Tabla 8. Demanda del proyecto en base al 7% de la demanda insatisfecha de San Martín.

Año	Demanda insatisfecha (t)	Demanda regional de harina de soya (t)	Demanda del proyecto (t)	Demanda en sacos (50 kg)
2021	1 406 280	28 126	1969	39 376
2022	1 444 504	28 890	2022	40 446
2023	1 482 726	29 655	2076	41 517
2024	1 520 949	30 419	2129	42 587
2025	1 55 9172	31 183	2183	43 656

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la producción de harina de *Hermetia illucens*, el Instituto Federal Suizo de Ciencias y Tecnologías Acuáticas, indica que, de una tonelada de residuos orgánicos, se obtendrán 200 kg de larvas frescas de *Hermetia illucens* [48].

Por otro lado, Heredia señala que se requieren de 2,5 toneladas de larvas frescas para producir 1 tonelada de harina de *Hermetia illucens* [38]. En base a lo estipulado por estos autores se hará el cálculo de las toneladas de larvas de *Hermetia illucens* para cubrir la demanda del proyecto.

Tabla 9. Material requerido para satisfacer la demanda del proyecto.

Año	Residuos de cacao disponibles (t)	Total de residuos requeridos (t)	Larvas frescas (t)	Demanda del proyecto (t)
2021	578 977	24 610	4922	1969
2022	607 470	25 279	5056	2022
2023	635 963	25 948	5190	2076
2024	664 456	26 617	5323	2129
2025	692 950	27 285	5457	2183

Fuente: Elaboración propia en base a EWAG [48], Heredia [38].

En base a ello, en la tabla 9 se indica que para el 2025 se tienen 692 950 toneladas de residuos de cacao de los cuales solo se necesitarán 27 285 toneladas para producir 5457 toneladas de larvas frescas que serán procesadas en 2183 toneladas de harina proteica de larva que podrá satisfacer el 7% de la demanda insatisfecha en la Región San Martín para ese periodo.

**Precios:**

La harina de *Hermetia illucens* es un producto que aún no se comercializa en el mercado nacional, por lo tanto, para la determinación del precio de este producto se tomará como referencia al precio de importación durante el periodo 2016 – 2020 de la harina de soya por tonelada (Anexo 11). Para la proyección del precio de la harina de soya, respecto al próximo periodo se tomará la data de inflación del periodo 2020 – 2025 según el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) [49]. Así pues, se determinará el precio por sacos, teniendo en cuenta que 20 sacos equivalen a 1 tonelada (Anexo 12).

La harina de soya posee una alta demanda nacional, tanto grandes y medianas empresas del rubro avícola y otras que lo comercializan de manera minorista importan la harina de soya para formular alimentos balanceados. Así pues, la harina de larva *Hermetia illucens* por ser un producto nuevo en el mercado nacional, uno de los factores que limiten su comercialización sería la aceptación y exigencia por parte de estas empresas industriales al no existir una empresa que produzca la harina a escala industrial. Además, se tendría que informar a los clientes sobre las bondades y características del nuevo producto, pues habrá clientes que rechacen el producto al no estar informados sobre su manera de uso y aplicación.

Por otra parte, la competencia que existe actualmente en el mercado. El nuevo producto debe competir en precio y características con las demás líneas de insumos para alimentos balanceados. Respecto al sistema de distribución que se propone para el proyecto este va desde la planta productora de harina de larva *Hermetia illucens* hacia el cliente final que vendrían a ser empresas que formulan alimentos balanceados o bien pueden las dedicadas al rubro avícola. Para los clientes que demanden el producto en menores volúmenes, se propone un canal de distribución mayorista - minorista con la finalidad de que todos puedan acceder al producto (Anexo 13).

Como estrategia para introducir el producto al mercado, al ser nuevo, se debe informar a los clientes dándoles a conocer sobre las características, aplicaciones y beneficios de la harina de larva frente a la harina de soya, dado que, con este producto se tiene pensado sustituir totalmente a este insumo en la formulación de alimentos balanceados.

Respecto al plan de ventas, este se determinará con la demanda del proyecto y el precio unitario anual con el cual se obtendrá el ingreso total anual. En la tabla 10, se debe considerar, que la estimación de las ventas se encuentra a en función a la data recopilada hasta el 2020.

Tabla 10. Plan de venta anual de sacos de harina de larva *Hermetia illucens*.

<i>Año</i>	<i>Venta de sacos</i>	<i>Precio por saco de 50 kg.</i>	<i>Ingreso total (US\$)</i>
2021	39 376	18,7	736 339
2022	40 446	19,05	770 496
2023	41 517	19,4	805 430
2024	42 587	19,8	843 215
2025	43 656	20,2	881 855

**Fuente: Elaboración propia.**

Durante el primer año, se obtienen ingresos de \$ 736 339 mientras que para el último se proyecta una venta de \$ 881 855. Por esa razón, se requiere generar un plan de ventas, donde se muestren las unidades a vender mensual, trimestral y anualmente (Anexo 14).

### **Macro Localización**

Respecto a la localización del proyecto, como punto de ubicación macro, se eligió la región San Martín, puesto que, como se mencionó en el objetivo anterior, este territorio concentra la mayor cantidad de residuos de cacao dado que posee el porcentaje de participación más alto en actividad cacaotera a diferencia de las demás regiones (Anexo 15).

La región de San Martín está ubicada en el noreste del Perú. Su capital es la ciudad de Moyobamba, y está conformada por 10 provincias y 77 distritos [73]. Las ciudades económicas más importantes son Tarapoto, Moyobamba, Rioja, Tocache y Juanjuí. Las principales áreas de actividad económica son la agricultura, el comercio, la industria hotelera, la culinaria y la industria agrícola. [74].

### **Micro localización**

Para la micro localización se tendrá en consideración a las ciudades más importantes económicamente que vienen a ser Tarapoto, Moyobamba, Rioja, Tocache y Juanjuí. De igual manera, se tendrá en cuenta a la provincia con mayor producción de cacao, pues la materia prima para la producción de larvas serán los residuos.

Tabla 11. Producción de cacao de las provincias más importantes económicamente.

<i>Provincia</i>	<i>Cosechas (ha)</i>	<i>Producción (t)</i>
<i>San Martín</i>	4409	5 258,44
<i>Moyobamba</i>	774,5	1 155,9
<i>Rioja</i>	749	942,6
<i>Tocache</i>	18 072	19 674
<i>Mariscal Cáceres</i>	11 178	11 214

**Fuente: Elaboración propia, en base a [28].**

En la actualidad la región San Martín produce aproximadamente 60 075,94 toneladas de cacao grano seco, las zonas principales de producción se concentran en la provincia de Tocache y Mariscal Cáceres.

En base a la data obtenida de la tabla 11 se infiere que la provincia de Tocache es la mayor zona cacaotera de la región, consecuentemente, gran parte de los residuos también se obtendrán de esta provincia, considerando que es una de las más importantes y de interés económico. La provincia de Tocache está compuesta por cinco distritos, Tocache es la capital provincial, Nuevo Progreso, Pólvora, Shunte y Uchiza, este último de gran importancia económica debido a las actividades agrícolas de palma aceitera y pijuayo. El mercado de consumo al cual estará dirigida la producción de harina de larva *Hermetia illucens* es para la parte selva de la región San Martín, por contar, tanto con grandes, medianos y pequeños empresarios dedicados al rubro avícola. Por ejemplo, la empresa del grupo avícola Don pollo que es la más grande y abastece de carne a la región San Martín [75].

El distrito de Tocache tiene un parque urbano-industrial con una superficie de unas 759 hectáreas. Las regiones más buscadas para la instalación de equipos industriales se encuentran en las provincias de Tocache, Nuevo Progreso, Ramal de Azpusana, Santa Lucía, Uchiza y Bambamarca. Tocache fue un importante polo de desarrollo agroindustrial, representado principalmente por la planta procesadora de palma aceitera y otras plantas de cacao y pijuayo. Las líneas de comunicación o carreteras en la prefectura de Tocache tienen una longitud de unos 300 km. Los servicios de electrificación tienen un alcance más amplio en las regiones de Tocache y Uchiza [75].

Para determinar la micro ubicación de la planta se tomarán a los distritos de Tocache capital y Uchiza, dado que, estos son los de mayor importancia comercial y económica de la provincia. Para evaluar estas alternativas de ubicación se utilizará el método de factores ponderados de los diferentes elementos de localización, para estimar estas opciones de ubicación, puesto que, esta es la mejor manera de asignar un valor a cada factor. (Anexo 16). Partiendo de ello, podemos observar que los factores con mayor ponderación son las vías de comunicación y transporte, disponibilidad de mano de obra, disponibilidad de terreno y disponibilidad de agua. Para clasificar a las provincias candidatas, se decidió tener una escala de calificación del 1-4, las cuales son: 1 deficiente, 2 regular, 3 bueno y 4 excelente.

La ponderación obtenida muestra que el distrito de Tocache será la zona idónea para el desarrollo del proyecto, pues, se obtuvo una ponderación de 3,41 a diferencia del distrito de Uchiza que obtuvo 2,34.

## **Diseño técnico tecnológico para la producción de harina de larvas de *Hermetia illucens***

Dortmans *et al.* en su guía experimental "Black Soldier Fly Biowaste Processing" brinda una metodología para la producción de alimento a base de larvas de *Hermetia illucens* utilizando residuos orgánicos. Primeramente, se debe acondicionar un área de cría u ovoposición de huevos de la mosca. Para atraer a las moscas adultas, se usa un atractor, que consiste en materia orgánica en descomposición, la finalidad es que las moscas depositen sus huevos cerca del sustrato. Para la deposición de los huevos se colocan bio balls que son pequeñas esferas con grietas de un milímetro de separación o tablillas sobrepuestas con la misma medida, ya que las moscas prefieren depositar los huevos en pequeñas aberturas cercanas al sustrato. Los parámetros principales a considerar son la temperatura optima que debe encontrarse a 27°C y la humedad que deben oscilar en un 70% a 75%.

Seguidamente se recolectan los huevos antes de su eclosión y son colocados sobre el sustrato que servirá de alimento por los primeros 5 días de las larvas, ellas perciben el aroma del sustrato, y van cayendo, este comportamiento se conoce como lluvia de larvas las cuales se denominan 5- DOL y son las que servirán para el tratamiento de residuos orgánicos. Después se pasan al área de pupación durante 2 semanas que debe ser de ambiente cerrado y oscuro. El 10 % del total de las larvas debe ser separado para la reposición de material genético y lo restante pasan a ser procesadas. Finalmente, las larvas que fueron separadas, son conducidas al área de apareamiento, donde se convertirán en moscas *Hermetia illucens* adultas que asegurarán un flujo continuo de huevos [51].

Así pues, Dortmans *et al.* también muestra la metodología para el procesamiento de las larvas e indica que pueden alimentarse de residuos vegetales, cítricos, granos, carne, lácteos, aceite vegetal, estiércol, residuos agroindustriales.

El proceso comienza con la recepción de residuos orgánicos que deben pasar por un control de calidad para verificar que no contengan sustancias tóxicas. Luego, se trasladan a ser triturados y homogenizar el tamaño de las partículas en los residuos para facilitar la alimentación de las larvas de *Hermetia illucens*. Después la biomasa triturada es conducida a una prensa, la cual retira el exceso de humedad del sustrato que debe oscilar entre 70 a 75%. El sustrato es trasladado a tanques de fermentación anaeróbica por 3 días, para lograr que beneficie al performance de las larvas.

Después, el sustrato es colocado en los racks de bandejas, seguidamente se inoculan las larvas 5- DOL, la humedad del sustrato debe estar entre 65 a 70% por 12 días, después de este tiempo, las larvas deben ser cosechadas. Estas son dirigidas al área de tamizado donde se

separan las larvas del fras o excrementos, este último es un subproducto del procesamiento de las larvas *Hermetia illucens* y es utilizado como biofertilizante. Se sigue con el lavado y shock térmico, que consiste sumergir las larvas en agua a 100°C por 30 segundos e inmediatamente sumergirlas en una solución de bisulfito de sodio para su conservación en el almacén.

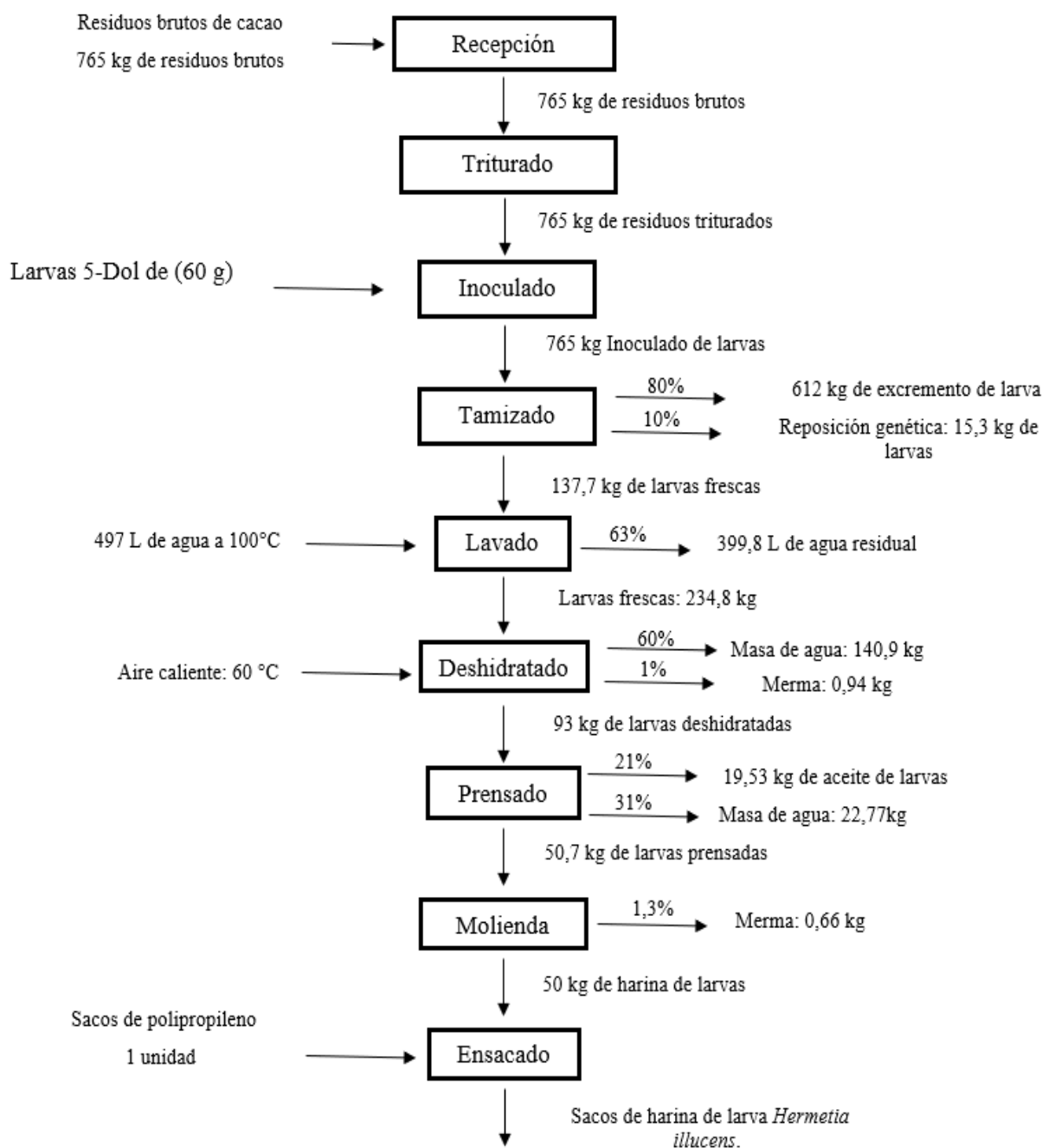
Después se pasa al deshidratado, que debe quedar en 60% de humedad para las larvas, se realiza en hornos a 60°C por 12 horas. Luego sigue el prensado para extraer el aceite y concentrar la proteína dentro de la larva, cabe mencionar que el aceite de *Hermetia illucens* también es un sub producto del procesamiento de la larva. finalmente se dirige al área de molienda, donde se convierte en harina rica en proteína, concentrada y desgrasada para alimentación animal [51].

Respecto al plan de producción para el periodo 2021 – 2025. Este se obtuvo de acuerdo con la cantidad de sacos de 50 kg de harina de larva *Hermetia illucens*, se tomó como referencia las producciones de cada año. Según Platé, Asenjo y Bobadilla, el stock de seguridad debe evitar la rotura de stock, este porcentaje es variable y está en función a la conveniencia del productor [11], [76], [77]. Por consiguiente, en base a lo mencionado, se observó que es conveniente contar con un stock de seguridad de 1% para cubrir con algún pedido no previsto, de esa manera, tener una respuesta inmediata ante un pedido no planificado (Anexo 17).

Acerca del requerimiento de materiales, la materia prima para la fabricación de harina proteica, vienen a ser las larvas de *Hermetia illucens*. Además, para la alimentación de las larvas, el material directo utilizado serán los residuos de cacao generados en la región donde se llevará a cabo el proyecto (Anexo 18). Cabe señalar, que el acopio de estos residuos se llevará a cabo a nivel de fincas, después de las cosechas, mientras que el flujo de estos, está garantizado, puesto que, el cacao es un cultivo que se produce todo el año.

El proceso productivo para la fabricación de harina de larva *Hermetia illucens* tendrá en cuenta las etapas de recepción, triturado, inoculación, tamizado, lavado, deshidratado, prensado, molienda, ensacado y almacenado. El proceso de recepción comienza con la llegada de los residuos de cacao, donde se hará el control de calidad respectivo para evitar la presencia de objetos no deseados, luego estos residuos pasan a ser triturados para homogenizar el tamaño de las partículas y facilitar la alimentación de las larvas con el material orgánico del cacao, después, la masa orgánica resultante pasa a colocarse y apilarse en el sistema rack de bandejas, cada una posee una capacidad para 50 kg de residuos. Aquí comienza el proceso de inoculado, donde se introducen las larvas de *Hermetia illucens* – 5DOL donde se alimentarán de la materia orgánica durante 12 días hasta ser cosechadas.

Luego del periodo de engorde, las larvas pasan por un tamiz vibratorio donde se separa el excremento de las larvas, seguidamente estas son conducidas al área de lavado con agua a 100°C durante 30 segundos para desinfectar y retirar los restos de excrementos, después estas pasan a ser deshidratadas a 60°C por 12 horas hasta retirar el 60% de humedad. Seguidamente son prensadas para concentrar la proteína de las larvas extrayendo su aceite y un 31% de humedad adicional. Después son conducidas al área de molienda para su transformación en harina proteica. Finalmente, el producto es colocado en sacos de 50 kg y dirigido al almacén de producto terminado (Anexos 19 ,20, 21).



**Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de harina de larvas.**

Fuente: Elaboración propia, en base a EWAG [48], Heredia [38].

En relación con, el balance de materiales, el EWAG sostiene que una tonelada de residuos sólidos orgánicos es necesaria para producir 200 kg de larvas frescas [48]. Y por otra parte Heredia señala que se requieren 2500 kg de larvas frescas para producir 1 tonelada de harina proteica [38] . Por lo tanto, para determinar la cantidad de residuos de cacao necesarios para producir una unidad del producto, se realizó la siguiente ecuación.

$$\frac{2500 \text{ kg de larvas frescas} * 50 \text{ kg de harina de larva}}{200 \text{ kg de larvas frescas}}$$

$$= 625 \text{ kg de residuos de cacao}$$

Acerca de lo indicado en el balance de materia, se detallan las entradas y salidas necesarias para la producción por unidad de harina de larva *Hermetia illucens*. Cabe considerar que se tomó en cuenta el 10% de larvas para reposición genética, la merma del 2,3% en los procesos de deshidratado y molienda. El contenido de agua en las larvas equivalente al 70% de su peso y el contenido de aceite, teniendo en cuenta que por cada kg de larvas deshidratadas se obtienen 210 g de aceite [78].

Por otra parte, cabe señalar que los residuos como los excrementos de las larvas que resulta del tamizaje puede ser comercializado como un fertilizante orgánico por su amplio contenido en nutrientes necesarios para el suelo. Así pues, el aceite de larva obtenido del prensado, también puede ser comercializado debido a su alto contenido en ácido láurico que lo vuelve atractivo para industrias como la cosmética y farmacéutica. Sin embargo, hay que destacar que el proyecto va enfocado en la obtención de harina proteica de larvas *Hermetia illucens*.

El siguiente punto es, el indicador de eficiencia, este dato se obtuvo en función a la cantidad de larvas frescas requeridas para obtener un saco de 50 kg de harina proteica de larvas.

$$Eficiencia = \frac{50 \text{ kg de harina}}{153 \text{ kg de larvas frescas}} \times 100$$

$$Eficiencia = 33\%$$

La eficiencia para la producción de harina es de 33%, esto quiere decir que por cada 153 kg de larvas frescas se obtendrán 50kg de producto terminado.

Por otra parte, la eficiencia para la obtención de los 153 kg de larvas frescas está en función a la conversión de huevos en larvas, teniendo en cuenta que 1 g de huevos equivalen a 2,4 kg de larvas frescas [52], (Anexo 22). Tenemos la siguiente ecuación.

$$Eficiencia = \frac{60 \text{ g de huevos}}{153 \text{ kg de larvas frescas}} \times 100$$

$$Eficiencia = 39\%$$

En base al requerimiento del plan de producción del proyecto, se hizo la selección de los equipos y maquinaria necesaria en función al cálculo de los datos de producción requeridos para cumplir con el 7% de la demanda insatisfecha de la región San Martín (Anexo 23). Por ello, se aplicó el método de factores ponderados para elegir la maquinaria más idónea (Anexo 24). En cuanto al requerimiento de energía se requieren de 543 kW/día y la mano de obra necesaria es de 23 personas (Anexo 25 - 26).

Para realizar la distribución de planta, se ha de tener consideración factores como la cantidad de maquinaria dentro de las distintas áreas, cantidad de operarios, equipos, zona de circulación vehicular, basada en la norma peruana A.010 que proporciona información sobre el espacio que se requiere para el estacionamiento de vehículos de transporte particular, radio de giro en los camiones de carga pesada. Para ello, se aplicó el método Guerchet el cual determina que se requieren de 2811,19 m<sup>2</sup> de superficie total para la planta, donde el área de producción cuenta con 1483,94 m<sup>2</sup> en función a las dimensiones, capacidad y número de operarios en el área. Además, se desarrolló el plano para la distribución de equipos (Anexo 27-28). Cabe destacar que el área del laboratorio y control de calidad resalta de las demás debido a que en ella se montarán las redes de producción de moscas *Hermetia illucens* y el sistema rack de bandejas.

Respecto al producto, la harina de larvas de *Hermetia illucens*, requerirá de un control estricto dado que será utilizado como sustituto de la harina de soya en la alimentación avícola. Por tal motivo, es necesario que se tomen en cuenta resoluciones gubernamentales tales como, la Resolución Directoral N° 0052-2015-MINAGRI-SENASA-DIAIA, donde se estipula que la Subdirección de Inocuidad Agroalimentaria del SENASA, desarrolle actividades de aseguramiento sanitario y vigilancia inherentes a los alimentos balanceados e insumos que sean de producción nacional o extranjera [57]. Igualmente, el laboratorio de calidad de la empresa debe acoplarse a las normas del SENASA para desarrollar pruebas de calidad de acuerdo a la Resolución Directoral 0083-2016-MINAGRI-SENASADIAIA que concede el permiso para autorizar al laboratorio el desarrollo de ensayos en alimentos agropecuarios [58].

Para determinar la producción, se toma en cuenta la producción proyectada para el primer año que es de 1969 toneladas de harina proteica.

$$\begin{aligned}
 \text{Producción} &= \frac{1969 \text{ toneladas}}{1 \text{ año}} \times \frac{1 \text{ año}}{251 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} \\
 \text{Producción} &= 980 \text{ kg/hora} \\
 \text{Producción} &= \frac{0,98 \text{ toneladas}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tonelada}} \times \frac{1 \text{ unidad}}{50 \text{ kg}} \\
 \text{Producción} &= 19,6 \text{ unidades/hora}
 \end{aligned}$$

Para la organización y recursos humanos, se debe tener en cuenta que en cualquier entidad donde existe la participación de personas, esta se rige por jerarquías y requisitos que faciliten el desarrollo de tareas dentro del campo laboral de manera correcta, en función a los objetivos y metas de la empresa. Por tal motivo la planta de fabricación de harina proteica de larvas, debe poseer una organización de recursos humanos capacitado con el perfil y habilidades adecuados para encaminar el proyecto al crecimiento (Anexo 29).

Por otra parte, referente a la política que predomine en la empresa, será el de una organización industrial dedicada a la fabricación y comercialización de harina de larvas *Hermetia illucens*, que busca ofrecer un producto alternativo y de calidad a las distintas opciones ya existentes en el mercado de insumos para la alimentación avícola. Así pues, se busca desarrollar alternativas de alimentación sustentables y amigables con el medio ambiente.

En relación a la parte financiera del proyecto, se estimó que la inversión requerida para el terreno es de S/. 346 718,77 en función del precio por metro cuadrado del terreno ubicado en Tocache. Además, la inversión total del proyecto en función a la inversión tangible, intangible y el capital de trabajo es de 4 202 678,48 (Anexo 30). Acerca de, los costos de producción, estos se calculan en función al índice de consumo, materiales directos e indirectos, mano de obra directa e indirecta, agua y suministros. (Anexo 31). Por otra parte, referente a los ingresos de ventas, estos se determinaron con la data del estudio de mercado, respecto al programa de ventas y el precio por unidad, el total de ingresos están en función al precio del dólar y se consideró un valor de S/. 3.80 (Anexo 32).

En relación con, el financiamiento para el proyecto, de acuerdo al plan de inversión, se requiere de S/.1 950 377,80 el cual será financiado por el banco BBVA, visto que, posee la tasa de interés anual más baja a comparación de las demás entidades financieras, con un valor del 13,32%. El punto de equilibrio indica cuánto se debe producir para ser una empresa rentable y de acuerdo al cálculo se observa que va disminuyendo anualmente a diferencia del cuarto año, donde se observa un incremento en las unidades a producir, esto se debe al costo de producción de ese año (Anexo 33). Asimismo, el estado de ganancias y pérdidas señala que hay una tendencia positiva en la utilidad acumulada del proyecto durante todo el periodo estimado (Anexo 34).

Por otra parte, el informe del flujo de caja determina que durante los 2 primeros años los ingresos serán menores a los gastos y a partir del tercero hasta el último año los ingresos serán mayores a los gastos del proyecto, por lo tanto, la liquidez de la empresa comienza a partir del tercer año de operación (Anexo 35).

El VAN o valor actual neto viene a ser la suma del capital entrante menos lo que se ha de gastar para conseguir recuperar el capital. Si el valor es positivo entonces el proyecto es aceptable. La TIR, es decir, la tasa interna de retorno, muestra la rentabilidad de un proyecto, lo que le permite comprender si vale la pena invertir en él. De acuerdo al cálculo de la TIR del proyecto, el valor obtenido es de 41%, por lo tanto, se concluye que es rentable, pues, el valor es mayor a la tasa de retorno supuesta de TMAR de 12% y el costo beneficio es de S/.1,70. En cuanto al periodo de recuperación de la inversión esta se verá a partir del segundo año de operación (Anexo 36).

### **Estudio económico ambiental**

Desde el punto de vista medio ambiental, el manejo de residuos sólidos orgánicos, con esta nueva técnica constituye una alternativa sostenible. De acuerdo a Veldkamp *et al.* la producción de larvas de *Hermetia illucens* posee ventajas sobre salientes que contribuyen a un menor impacto ambiental, donde se destaca su capacidad de emitir menos gases contaminantes, menor requerimiento de recursos naturales, como el agua y suelo a diferencia a otras actividades agropecuarias como la ganadería y la agricultura [62] (Anexo 37).

A diferencia de otras tecnologías tradicionales, la producción de larvas de *Hermetia illucens* tiene un potencial de calentamiento global mínimo. De acuerdo a Cabrera *et al.* las emisiones de  $CO_2$  y metano asociadas con la degradación microbiana son menores, debido a las propiedades larvarias de secuestrar el carbono, pues, tanto el compostaje como la descomposición de todos los microorganismos emiten aproximadamente un 70 % más de gases de efecto nocivos que el proceso larval. El hecho de almacenar la mayor parte del carbono en su estructura corporal en forma de nutrientes como proteínas, lípidos, quitina y grasas le agrega valor en comparación con el compostaje tradicional [25] .

En relación, al procesamiento de la larva para producción de harina, Koeleman sostiene que el 55% del impacto ambiental está asociada a la utilización eléctrica requerida lo largo de la cadena de producción de harina y el 38% del impacto tiene relación con la producción de alimento para las larvas [63].

Por otra parte, para determinar el impacto ambiental de la investigación, se utilizará la matriz de Leopold como herramienta, aplicada a los procesos de la cadena productiva de harina de *Hermetia illucens* ya permite tener un informe sobre cuál es el proceso que genera mayor impacto (Anexo 38). En base a la aplicación de la matriz, se obtuvo que el proceso de mayor impacto es el lavado con una puntuación de -54, debido al vertimiento de agua residual, que se produce para limpiar y desinfectar a las larvas de los excrementos, de igual importancia, el factor físico, posee una mayor ponderación a diferencia de los factores biológico y social.

También, los sub componentes con mayor puntuación son la atmósfera con -47 ocasionado por la liberación de gases por los residuos orgánicos en la etapa de recepción y homogenizado, la calidad del agua vertida con -44 que se explicó anteriormente la causa de ello. Todo el proceso genera un impacto de -96 que es un valor relativamente bajo si lo comparamos con otras actividades como la ganadería.

Arias en su informe sobre el impacto ambiental generado por la actividad ganadera, señala que, de acuerdo a la aplicación de la matriz de Leopold en este rubro, se obtiene un impacto total de -853, esto debido al uso extensivo de agua, suelo, aplicación de pesticidas y deforestación [64]. En función a este valor y comparándolo con el resultado de la investigación, se puede inferir que la producción de harina proteica con las larvas *Hermetia illucens* constituye un modelo más sostenible y amigable con el medio ambiente, sin embargo, se requiere de bastante energía para obtener harina y se deben investigar soluciones para disminuir el impacto generado por el agua residual.

Como propuesta de solución a las aguas residuales generadas en el proceso de lavado, se optó por la adquisición de una nueva máquina de lavado, que fue seleccionada de acuerdo a sus características técnicas más importantes, como capacidad, consumo de energía y precio. Cabe señalar que el proceso de lavado se hacía mediante inmersión, con esta nueva máquina, el proceso pasa a ser mediante vapor de agua, lo que permite ahorrar este recurso, además, la máquina consume una cantidad de energía aceptable en comparación a las otras opciones, También permite separar los sólidos solubles para volver a reutilizar el agua.

Para determinar si la adquisición de esta máquina afecta directamente al estado financiero del proyecto, se volvió a realizar el estudio económico , pero con la nueva adquisición y se observa que el proyecto sigue siendo rentable, pues, la TIR sigue siendo mayor al TMAR , con un valor de 40% y un costo beneficio de 1,69 , además de tener un VAN de S/.1 745 282,36. Por lo tanto se infiere que la compra de esta máquina para solucionar el problema de las aguas residuales , no afecta negativamente a la situación económica financiera del proyecto.

## **Discusiones**

Respecto a la situación actual de los residuos de cacao, Gutiérrez [30] sostiene que el 70% del fruto de cacao es cáscara, sin embargo, otros autores como Figueira *et al.* [65] y Loyo [31] . indican que este porcentaje se encuentra entre 80% y 90%. Look [29] ,en su investigación más reciente del 2018 señala que el 90% de la mazorca de cacao es cáscara. Por lo tanto, se tomó este porcentaje como base para el cálculo de las cantidades de residuos generados en la región San Martín partiendo de la información sobre la cantidad de cacao producido en el periodo 2016-2020 que proporciona el SIEA- MIDAGRI [28], donde se evidencia una tendencia

positiva en su producción. Asimismo, con la proyección de la producción que se realizó sobre los residuos para el periodo 2021-2025 hay similitud con los datos que se obtuvieron del MIDAGRI dado que ambos presentan una tendencia positiva.

Por otra parte, respecto al manejo de residuos del cacao, Kalvatchev [32], tiene una postura similar a la señalada por Promperú [8], pues, ambos concuerdan que la mala praxis en la gestión de estos residuos generan contaminación por gases producto de la descomposición y la aparición de organismos patógenos perjudiciales. De igual manera Aranzazu [67], sostiene que la práctica de colocar los residuos alrededor del cultivo es lo que comúnmente hacen los agricultores y esto se relaciona con la encuesta realizada a los productores de cacao de la cooperativa CPCACAO de Tocache.

De acuerdo al estudio de mercado Salazar *et al.* señala la importancia de este tipo de investigación, pues, proporciona información objetiva para la planeación de estrategias y la toma de decisiones en el desarrollo de proyectos [79]. Respecto al producto, autores como Heredia [71], Michele [40], Schiavone *et al.* [43], Barroso [44] comparten la idea de que la harina de larva *Hermetia illucens* se posiciona como una alternativa para sustituir a la harina de soya .

En cuanto a la demanda, en esta investigación se consideró abarcar la demanda insatisfecha de harina de soya, sin embargo, no se cuenta con una oferta nacional de este producto dado que se importa en su totalidad según AGRODATA [46]. No obstante, la empresa Conti Latín confirma lo mencionado, dado que la harina de soya utilizada en el país proviene básicamente de la importación. Partiendo de los datos sobre la demanda insatisfecha el artículo se enfoca en el análisis de la demanda por la industria avícola. El MIDAGRI y Alcántara concuerdan con el crecimiento anual de la actividad avícola nacional [36], [71].

Respecto a la oferta, esta será la misma que la demanda, pues, al no encontrarse data de producción nacional como se mencionó líneas arriba, se tomaron los mismos datos sobre la demanda. Se tomó el 2% de la demanda insatisfecha proyectada en función a la participación avícola de San Martín indicada por el MIDAGRI [36] y el 7% de la misma, en función a la capacidad de la planta. Respecto a la cantidad de larvas necesarias para la fabricación de haría que cubra la demanda insatisfecha, EWAG [48]. Indica el porcentaje de larvas que se obtienen de 1 tonelada de residuos orgánicos, por otra parte, Heredia [38], complementa lo estipulado al presentar la cantidad de larvas necesarias para producir 1 tonelada de harina.

Así pues, referido a la macro localización para el proyecto, tanto el SIEA- MIDAGRI ,INEI, el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana destacan a la región San Martín por sobre las demás por su actividad agro industrial [28], [74] , [75]. La micro ubicación se

determinó en función a la mayor producción de cacao , donde Tocache destaca por sobre las demás provincias , el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana [75], destaca al distrito de Uchiza por su actividad agroindustrial , sin embargo el MIDAGRI muestra que Tocache distrito , posee mayor producción de cacao [28] y por lo tanto la cantidad de residuos será mayor , por ese motivo se tomaron ambas ubicaciones para el análisis de micro localización.

De acuerdo al diseño técnico tecnológico para la producción de harina de larvas de *Hermetia illucens* Dortmans *et al.* [51] el EWAG [48] y Heredia [38] , comparten la misma postura respecto a los porcentajes de consumo de las larvas y los residuos orgánicos, parámetros de crianza y procesamiento, los autores también coinciden en que este método de tratamiento de residuos y conversión a proteína es una opción más rentable con fines industriales y alimentarios del futuro. Sin embargo, la guía presentada por Dortmans *et al.* Se encuentra mejor detallada en cuanto a procesos, equipos, máquinas, parámetros y orientada al rubro industrial. Por otro lado, el portal Web Vía Orgánica [52] confirma lo mencionado anteriormente por los demás autores, puesto que, destaca el potencial de reproducción del insecto y su gran capacidad de conversión de huevos a larvas que va estrechamente enlazado con la rentabilidad del proyecto.

De igual importancia, respecto a la parte financiera, autores como Aliaga y Platé, indican los valores a considerar para la rentabilidad del proyecto. Se tomó como fuente base al informe de tesis de Aliaga [26], visto que, presenta un informe similar a la investigación, donde la protagonista es la larva de *Hermetia illucens* para sustituir insumos de alimentación en la industria avícola. En este informe se indica que el TIR obtenido es de 23,44% que es mayor al TMAR de 12%. Por otra parte, Platé [11], en su informe de tesis señala que el TIR que obtuvo es de 33% y el TMAR de 13,3%, cabe señalar que el TIR debe ser mayor al TMAR para determinar la rentabilidad del proyecto, por lo tanto, ambos proyectos son rentables. Comparando estos valores y lo que se debe considerar para determinar la rentabilidad, se infiere que el proyecto de una planta procesadora de harina de *Hermetia illucens* es rentable, dado que, se obtuvo un TIR de 41% y un TMAR de 12%.

Asimismo, referente al estudio económico ambiental, tanto Veldkamp *et al.* [62], como Cabrera *et al.* [25], coinciden en sus posturas , respecto a la particularidad del insecto para disminuir los gases contaminantes producto de las descomposición orgánica de los residuos. Además, ambos autores destacan las ventajas de la producción de este insecto frente a otras actividades como la ganadería y agricultura, pues, requiere de menor área de producción y consumo de agua. Sin embargo, Koeleman [63] , señala que el 35% de las emisiones,

relacionadas a la producción de larvas de *Hermetia illucens* se encuentra en la producción de alimentos para este insecto, dado que, esto involucra la molienda de los residuos orgánicos, lo que ocasiona emisiones por la actividad microbiana presente en el sustrato.

Esta afirmación contrasta con la investigación, pues, al aplicar la matriz de Leopold para estudiar el impacto en la cadena productiva de harina, se evidenció que, justamente, en la etapa de recepción y homogenizado se produce un mayor impacto, debido a las emisiones por el material orgánico.

Por otra parte, de acuerdo a la matriz de Leopold aplicado a la investigación, se observa que la mayor puntuación que se obtuvo fue para el proceso de lavado, pero Koeleman [63], indica que el 55% de emisiones que se genera en la producción de harina, es en los procesos donde se requiere de gran cantidad de energía. Sin embargo, Koeleman, no consideró dentro de su análisis al proceso de lavado, donde se generan aguas residuales, después de limpiar las larvas de sus excrementos. Relacionado al impacto total para la producción de harina, este se considera bajo, en comparación a otras actividades, como la ganadería, dado que, Arias [64], al aplicar el mismo método para determinar el impacto en el rubro ganadero, obtiene un valor bastante amplio en comparación al resultado de la investigación.

En cuanto a la adquisición de la máquina para mejorar el proceso de lavado, se optó por la compra de la lavadora industrial marca Sanshon pues posee una mayor capacidad y menor consumo energético a comparación de la máquina de lavado Huabang, sin embargo, la marca seleccionada posee otro modelo, pero el detalle es que tiene un mayor consumo energético y menor capacidad.

## **Conclusiones**

Respecto al diagnóstico de la situación actual de los residuos del cultivo de cacao en la región San Martín, se demostró que hay disponibilidad de residuos para todo el año, pues, este cultivo se produce de manera continua, Asimismo, las proyecciones muestran que habrá un flujo constante de residuos de cacao para el siguiente periodo de operación de la planta. Además, el 71,4 % de los cacao cultores de la zona, están de acuerdo en donar sus residuos ya que carecen de valor para ellos. Cabe mencionar que usar las cáscaras de cacao como fertilizante sin antes tratar al sustrato, trae consigo, efectos negativos como la aparición del hongo negro dentro de las fincas.

En relación al estudio de mercado, las proyecciones de la demanda de alimento balanceado para aves evidencian el incremento del consumo de este producto. De igual manera, la proyección de oferta y demanda de la harina de soya demuestran que existe una demanda insatisfecha en el mercado dado que no existe data de producción nacional y se depende

básicamente de la importación de este insumo. Por otro lado, la cantidad de larvas necesarias para cubrir la demanda insatisfecha está en función de la participación avícola de la región y la capacidad de la planta. De igual manera, el precio se planteó en base a la harina de soya. Además, la planta se ubicará en Tocache distrito, debido a su alta producción de cacao, lo que significa una mayor proximidad a la materia prima.

Por otra parte, para el estudio técnico tecnológico, se señalaron los procesos, parámetros, máquinas y equipos necesarios para la producción de harina proteica de *Hermetia illucens*, teniendo en cuenta la capacidad requerida, características técnicas y precios. Asimismo, la eficiencia para la obtención de harina a partir de las larvas es de 33%. En relación a la parte económica financiera se demostró la rentabilidad del proyecto, al poseer una TIR de 41%, consecuentemente, este valor, hace atractiva la inversión para este proyecto, en términos financieros, pues, es mayor al costo del capital de 12%, el VAN es de S/.1 787 347,44. Además, el proyecto muestra que por cada sol invertido se tendrá una ganancia de S/. 0,70.

Por lo que se refiere, al estudio económico ambiental, con la aplicación de la matriz de Leopold se determinó que el proceso de lavado genera el mayor impacto. La propuesta de mejora, con la compra de una máquina de lavado, demuestra que no afecta negativamente al estado financiero, visto que, la TIR pasó de 41% a 40% y sigue siendo mayor al costo de capital de 12%, el nuevo VAN es de S/.1 745 282,36 y se evidencia que, por cada sol invertido, se ganará S/. 0,69.

### **Recomendaciones**

Ampliar la investigación en relación a la producción y procesamiento de este tipo de insectos en el Perú, considerando que es un tema poco conocido, pero de gran necesidad, que permita desarrollar nuevas biotecnologías que contribuyan a solucionar problemas como la contaminación y la falta de fuentes proteicas.

Promover en las futuras generaciones de estudiantes, el interés en desarrollar este tipo de proyectos, pues, significa el futuro de la alimentación y el comienzo de una nueva gama de productos y emprendimientos a partir de residuos orgánicos.

Las industrias y organizaciones donde se genera material orgánico residual deberían apoyar y promover investigaciones relacionadas al uso de insectos, como estrategias de mejoras para minimizar los impactos ambientales generados, pues este tipo de proyectos constituye una alternativa sustentable, rentable y amigable con el medio ambiente.

## Referencias

- [1] C. Villemain, «Cómo la basura afecta al desarrollo de America Latina,» Noticias ONU , 2018.
- [2] E. Cabrera, «Caracterización de residuos agrindustriales con vista a su aprovechamiento,» *Scielo* , vol. 43, nº 4, 2016.
- [3] M. d. ambiente, «VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS,» LIMA , 2020.
- [4] Ministerio de economía y finanzas , Ministerio del ambiente , «VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ES UN AVANCE EN LA ECONOMÍA CIRCULAR,» Andina, LIMA, 2020.
- [5] MINAM , «Perú solo aprovecha el 0.98% de residuos orgánicos e inorgánicos que genera,» Agencia agraria de noticias , Lima , 2020.
- [6] C. Agrindustrial, «Sostenibilidad de residuos agroindustriales,» UNIDAD DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA , ICA , 2018.
- [7] D. Godoy, «Caracterización del valor nutricional de los residuos,» *Scielo* , vol. 21, nº 2, p. 1374, 2020.
- [8] PROMPERÚ, «Cadena de Valor de cacao,» Departamento de comercio sostenible, Lima, 2019.
- [9] M. M. e. al, «Effect of rearing substrate on growth performance, waste reduction efficiency and chemical composition of black soldier fly,» *J Sci Food Agric*, nº 98, pp. 5776 - 5784, 2018.
- [10] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego , «Boletín Estadístico Mensual,» MIDAGRI, LIMA, 2020.
- [11] K. S. PLATE LEÓN, «ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA PROPUESTA DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE HARINA DE LENTEJA DE AGUA (Lemna minor) PARA LA SUSTITUCIÓN DE TORTA DE SOYA EN LA ALIMENTACIÓN AVÍCOLA EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE,» UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, Chiclayo , 2019.
- [12] K. L. Rodriguez Vasquez, «La demanda internacional de alimento balanceado peruano y su influencia en la competitividad de la empresa molinorte s.a.c ubicada en el distrito de moche,» UPN, Trujillo, 2018.

- [13] R. F. Q. Valdez, «Definición de alimentos balanceados,» FEBRERO 2010. [En línea]. Available: <https://www.engormix.com/balanceados/foros/definicion-alimentos-balanceados-t303/>.
- [14] R. A. D. INGENIERÍA, «SIGNIFICADO DE PALABRA PALATABILIDAD,» RAI , MADRID , 2019.
- [15] A. S. E. LANDA, «DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES Y ENERGÍA DIGESTIBLE,» UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA MOLINA , LIMA , 2017.
- [16] G. M. y. col, *Utilización de productos de soja en alimentación animal*, AviNews , 2018.
- [17] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), «Lista de mercados proveedores de un producto importado por Perú,» Trademap, Lima, 2020.
- [18] «Procens,» 26 Setiembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.procens.org/>. [Último acceso: 26 setiembre 2021].
- [19] «VEOLIA,» 18 MAYO 2018. [En línea]. Available: <https://www.planet.veolia.com/es/residuos-en-la-base-alimentaria-los-insectos-en-el-centro-de-la-bioconversion>. [Último acceso: 26 SETIEMBRE 2021].
- [20] R. B. A. Ayamamani, «“CORRELACION DE ÍNDICES PRODUCTIVOS CON SUPLEMENTACION DE HARINA DE LARVA DE MOSCA *Hermetia illucens* A TRES NIVELES,» Universidad Católica de Santa Maria , Arequipa , 2019.
- [21] M. G. J. e. al, «USO POTENCIAL DE *Hermetia illucens* (LINNAEUS) (DIPTERA: STRATIOMIDAE) PARA TRANSFORMACIÓN DE PULPA DE CAFÉ: ASPECTOS BIOLÓGICOS,» *Cenicafé*, vol. 2, n° 70, pp. 81-90, 2019.
- [22] M. d. A. Ministerio de Economía y Finanzas, «Valorización de residuos sólidos es un avance en la economía circular,» Andina, Lima , 2020.
- [23] C. e. al, «Fatty acids profile of black soldier fly (*Hermetia illucens*): Influence of feeding substrate based on coffee-waste silverskin enriched with microalgae,» *ELSEVIER*, vol. 259, 2019.
- [24] S. Silva Santos, M. Batista dos Santos, A. de Aguiar Barreto, E. Placeres santos, A. Pinheiro Lobo, R. Mota de Jesus y I. Pinheiro Lobo, «Produção de Proteína e Óleo Láurico à Partir da Bioconversão de Resíduos Agropecuário pelas Larvas da *Hermetia illucens*,» *revista virtual de química* , vol. 4, n° 13, pp. 959-968, 2021.

- [25] D. C. GUTIERREZ, «Evaluación de la larva de mosca soldado negra (*Hermetia Illucens*),» FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA , BOGOTA, 2021.
- [26] L. M. A. CAMPOS, «ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LARVAS DE MOSCA SOLDADO NEGRA (*HERMETIA ILLUCENS*),» Universidad Antonio Ruíz de Montoya , Lima , 2019.
- [27] M. Heuel , «Black soldier fly larvae meal and fat can completely replace soybean cake and oil in diets for laying hens,» *Ciencia avícola*, vol. 100, nº 4, 2021.
- [28] MIDAGRI, «SIEA,» 2020. [En línea]. Available: [https://siea.midagri.gob.pe/portal/siea\\_bi/index.html](https://siea.midagri.gob.pe/portal/siea_bi/index.html). [Último acceso: 26 Setiembre 2021].
- [29] D. . H. Lock Navarro, «POTENCIAL ENERGÉTICO DE LOS RESIDUOS DE LA CADENA DE VALOR DEL CACAO (*THEOBROMA cacao*) EN LA REGIÓN MADRE DE DIOS,» UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA MOLINA, Lima, 2018.
- [30] N. A. D. Gutiérrez, «“Plan de manejo integral de residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao en la hacienda Bellavista, Luz de América, provincia de Azuay-Ecuador”,» UNIVERSIDAD DE CUENCA, Cuenca , 2018.
- [31] S. E. L. Nuñez, «EXPORTACIÓN DE CÁSCARAS, PELÍCULAS Y DEMÁS RESIDUOS DE CACAO HACIA PERÚ,» UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS, QUITO , 2015.
- [32] Z. Kalvatchev, «*THEOBROMA CACAO L.*: Un nuevo enfoque para nutrición y salud,» *Revista Agroalimentaria* , Caracas , 1998.
- [33] M. I. O. VARGAS, «"Determinación de la influencia de la aplicación de diferentes dosis de estiércol de ganado vacuno en la producción de compost a partir de cáscaras de cacao (*theobroma cacao L.*),» UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN , MOYOBAMBA, 2015.
- [34] MIDAGRI, «Calendario agronómico en cacao,» Proyecto cacao y plátano , Amazonas, 2020.
- [35] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, «Objervatorio de comodities,» MIDAGRI , Lima, 2021.
- [36] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, MIDAGRI, Lima, 2005.

- [37] M. Herrera Castellanos, *FORMULA PARA CÁLCULO DE LA MUESTRA POBLACIONES FINITAS*.
- [38] N. M. Heredia Perdomo y S. I. Villalba Ramón, «Exploración del uso alternativo de *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) en la dieta de pollos de engorde y peces en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.,» Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Zamorano, Honduras, 2020.
- [39] M. Michele, «Valor nutricional de dos harinas de larvas de insectos ( *Tenebrio molitor* y *Hermetia illucens* ) para pollos de engorde: digestibilidad aparente de nutrientes, digestibilidad aparente de aminoácidos ileales y energía metabolizable aparente,» *Ciencia y tecnología de la alimentación animal*, vol. 209, pp. 211-218, 2015.
- [40] M. J. Sánchez Muros , «El potencial de varias especies de insectos para su uso como alimento para peces,» *Acuicultura*, Vols. %1 de %2422-423, pp. 193-201, 2014.
- [41] Wallace, «Impacto de la harina de larvas de mosca soldado negra en el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad aparente, los índices hematológicos y de química sanguínea de las gallinas de guinea para principiantes en condiciones tropicales,» *Trop Anim Health*, vol. 49, pp. 1163-1169, 2017.
- [42] R. Orozco Campo, «Costos de producción en la cría de pollos de engorde,» *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 9, pp. 1-27, 2004.
- [43] Schiavone, «Inclusión de grasa de larva de mosca soldado negro en la dieta de pollos de engorde como fuente alternativa de grasa,» *Animal*, vol. 12, nº 10, pp. 2032-2039, 2018.
- [44] F. Barroso, «El potencial de varias especies de insectos para su uso como alimento para peces,» *Acuicultura*, Vols. %1 de %2422-423, pp. 193-201, 2014.
- [45] MIDAGRI , «Producción agrindustrial alimentaria,» Ministerio de desarrollo agrario y riego , Lima , 2020.
- [46] Agrodatab Perú, «Importación de torta de soya,» Lima , 2021.
- [47] G. Molina , «Estadística Descriptiva,» Universidad de Valencia , España , 2010.
- [48] Instituto Federal Suizo de Ciencias y Tecnologías Acuáticas, «Procesamiento de biorresiduos de mosca soldado negra,» EWAG, Suiza, 2022.
- [49] BCRP, «Inflación anual,» Lima , 2021.
- [50] R. Carro Paz , «Localización de instalaciones,» Universidad Nacional del Mar de Plata, Argentina .

- [51] B. Dortmans, «Black Soldier Fly Biowaste Processing,» Eawag - Instituto Federal Suizo de Ciencia y Tecnología, Dübendorf, Suiza, 2017.
- [52] Via Orgánica, «Composta con Moscas Soldado Negras (*Hermetia illucens*) para Alimento de Gallina,» México , 2016.
- [53] «Alibaba,» [En línea]. Available: <https://bit.ly/3wkcJCM>. [Último acceso: 09 Mayo 2022].
- [54] «Made in China,» 2022. [En línea]. Available: <https://bit.ly/310Zwte>. [Último acceso: 09 Mayo 2022].
- [55] «Sodimac Perú,» [En línea]. Available: <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/>. [Último acceso: 09 Mayo 2022].
- [56] P. G. Valenzuela Tipián , «ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD DE PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE CONSERVAS DE POTA A CHINA Y ESPAÑA,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2013.
- [57] MIDAGRI , «N° 0052-2015-MINAGRI-SENASA-DIAIA,» El Peruano, Lima , 2015.
- [58] MIDAGRI, «Resolución Directoral 0083-2016-MINAGRI-SENASADIAIA,» El Peruano, 2016, 2016.
- [59] «GPS Real Estate,» [En línea]. Available: <https://www.gpspropiedades.com.pe/galpon-en-venta-en-tocache-ficha-gp188>. [Último acceso: 10 Mayo 2022].
- [60] Dirección General de Políticas y Regulación en Vivienda y Urbanismo, «RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 350-2021-VIVIENDA,» Diario oficial El Peruano, Lima, 2021.
- [61] Superintendencia de Banca, Seguros y AFP , [En línea]. Available: <https://bit.ly/3yv7Dq6>. [Último acceso: 10 Mayo 2022].
- [62] T. Veldkamp, G. van Duinkerken, A. van Huis, C. lakemond, E. Ottevanger, G. Bosch y M. van Boekel, «Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets - a feasibility study,» *Wageningen UR Livestock Research*, n° 638, p. 48, 2012.
- [63] E. Koeleman , «Uso sostenible de la biomasa de insectos *Hermetia illucens* para piensos y alimentos: evaluación del ciclo de vida atribucional y consecuente,» *Resources , Conservation and Recycling*, vol. 144, 2019.
- [64] C. A. Arias Jiménez, «“EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y SU INCIDENCIA EN LOS EFECTOS DEL COMPONENTE AGROPRODUCTIVO DEL P.D.A.,» UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato-Ecuador , 2014.

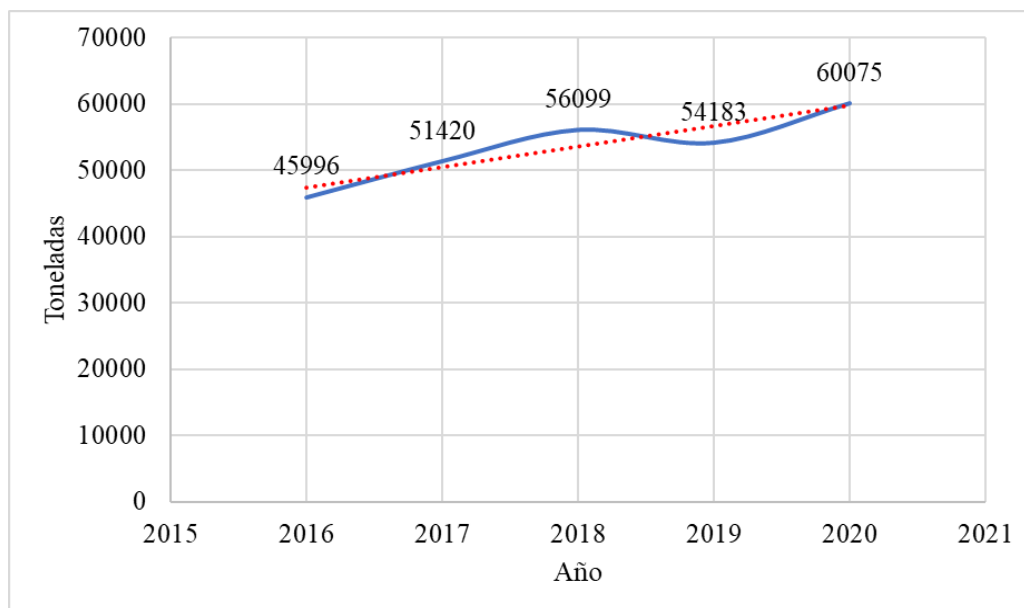
- [65] A. F. e. al, «Nuevos productos de Theobroma cacao : pulpa de semilla y goma de vaina,» New Crops , New York , 1993.
- [66] L. E. P. Lucín, «“Estudio del aprovechamiento de los residuos de cacao en el Cantón Balao, Provincia del Guayas,» UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, Guayaquil, 2018.
- [67] F. A. Hernández, «TALLER DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE CACAO,» FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAOTEROS, GUAYAQUIL, 2014.
- [68] MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO , «PANORAMA Y PERSPECTIVAS DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE POLLO EN EL PERÚ,» MIDAGRI, Lima, 2019.
- [69] K. E. Carvajal Soriano, «Efecto de la sustitución de harina de pescado por harina de insecto (*Hermetia illucens* y *Acheta domesticus*) en el desempeño biológico, digestibilidad, actividad enzimática y perfil de ácidos grasos de juveniles de *Totoaba macdonaldi*,» Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, Ensenada, Baja California, México, 2022.
- [70] Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, «Variabilidad de la composición química y del valor nutricional de la harina de soja,» FEDNA, Madrid, 2019.
- [71] J. Alcántara, «ALIMENTOS BALANCEADOS YOLI,» Universidad de Piura , Piura , 2016.
- [72] Diario Gestión , «ContiLatin invertirá en aumentar producción de harina de soya,» Gestión, Lima, 2015.
- [73] INEI , «San Martín - resultados definitivos,» Instituto nacional de estadística e informática , Lima , 2018.
- [74] INEI , «Compendio Estadístico Dpto. San Martín,» Instituto nacional de estadística e informática , Lima , 1997.
- [75] Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, «Zonificación Ecológica y Economía,» Tocache, 2006.
- [76] Y. . B. Asenjo Zapata, «DISEÑO DE UNA PLANTA DESHIDRATADORA DEL DESCARTE DE ARÁNDANO (*VACCINIUM MYRTILLUS*) PARA SU EXPORTACIÓN,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2021.
- [77] J. L. Bobadilla Rivera, «ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA PROPUESTA DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE FILETE DE TILAPIA

CONGELADA (OREOCHROMIS NILOTICUS NILOTICUS) EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE PARA EXPORTACIÓN A EE.UU.,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2019.

[78] A. T. Buitrago Vargas, «DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE MOSCA SOLDADO NEGRA (Hermetia Illucens) ALIMENTADAS CON PULPA DE CAFÉ.,» FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA, Bogotá, 2022.

## Anexos

Anexo 1. Tendencia de la producción de cacao 2016 – 2020.



Fuente: Elaboración propia en base a [28].

Anexo 2. Tabla 1A. Proyección de la producción de residuos de cacao en San Martín.

Año	Mazorca de cacao (t)	Cáscara de cacao (t)	Mucilago (t)	Semilla de cacao (t)	Semillas Dañadas(t)	Total de residuos (t)
2021	628 312,4	565 481,3	9725,6	62 830,9	3769,6	578 976,5
2022	659 233,4	593 310,4	10 204,2	65 923	3955,2	607 469,8
2023	690 154,4	621 139,5	10 682,8	69 015,1	4140,8	635 963,1
2024	721 075,4	648 968,6	11 161,4	72 107,2	4326,4	664 456,4
2025	751 996,4	676 797,7	11640	75 199,3	4512	692 949,7

Fuente: Elaboración propia, en base [29].

**Anexo 3. Tabla 2A. Manejo de residuos del cacao.**

<i>Emisiones por actividad</i>	<i>% de emisiones</i>	<i>CO<sub>2</sub> Eq/año (t)</i>
<i>Extracción de cáscaras de cacao</i>	92,7	40 203,1
<i>Abonamiento y control de plagas</i>	4,94	2141,8
<i>Fermentación de cacao</i>	1,58	683,3
<i>Empaquetamiento.</i>	0,41	177,4
<i>Transporte</i>	0,37	160,8
<b><i>TOTAL</i></b>	100	43 366,4

Fuente: Promperú, 2019 [8].

**Anexo 4. Plaga del hongo negro en frutos de cacao.**

Fuente: Elaboración propia, 2021.

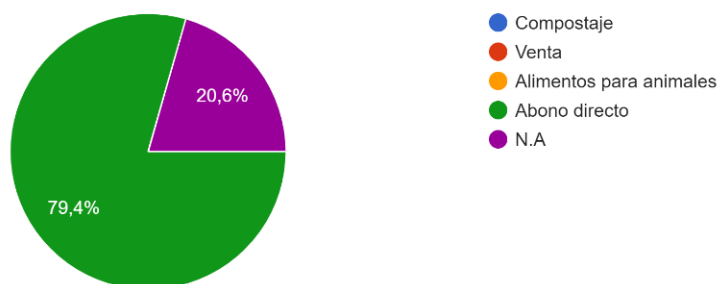
**Anexo 5. Encuesta y resultados sobre la utilidad de residuos de cacao.**

**ENCUESTA SOBRE LOS RESIDUOS DE CACAO**

1. **DATOS DEL ENCUESTADO:**
  - Nombre y Apellido:
  - Sexo:
  - Ocupación:
2. **ZONA DE UBICACIÓN:**
  - Distrito:
  - Provincia:
  - Centro poblado:
3. **¿Qué cantidad de área productiva de cacao tiene en su finca?**
4. **¿Qué cantidad de desperdicios genera su producción y cada cuánto tiempo?**
5. **¿Qué hace con los residuos del cacao en su finca?**
  - a) Compostaje
  - b) venta
  - c) Alimentos para animales
  - d) Abono directo
  - e) N.A
6. **De acuerdo a la pregunta anterior, si respondiste A (compostaje). ¿Dónde aprendió esta técnica?**
7. **¿Le ha dado buenos resultados dentro de su finca?**
8. **Si respondiste alternativa B (ventas). ¿Cuál es su precio por toneladas que vende sus residuos de cacao?**
9. **¿A quiénes los vende y para que lo utiliza?**
10. **Si respondiste la alternativa C (Alimentos de animales). ¿alguien le recomendó sobre este alimento?**
11. **¿Observó algún efecto positivo con este alimento?**
12. **Si su alternativa fue la D (Abono directo). ¿Quién le recomendó esta técnica?**
13. **¿Le ha dado buenos resultados en su finca?**
14. **Si ve que no tiene ningún beneficio. ¿Estaría de acuerdo en donar sus residuos de cacao?**
  - a) Sí
  - b) No
15. **Si observa que sus residuos no le han dan ningún beneficio. ¿Te interesaría generar ganancias u obtener otros beneficios con tus residuos de cacao?**
  - a) Sí
  - b) No
  - c) Tal vez
16. **De acuerdo a la pregunta anterior si su respuesta fue sí, ¿Qué le gustaría obtener?**
  - a) Incentivo económico
  - b) Fertilizante
  - c) Cambiarlo por otro tipo de producto
17. **Si su respuesta fue incentivo económico a cuanto sería el precio de sus residuos por tonelada.**

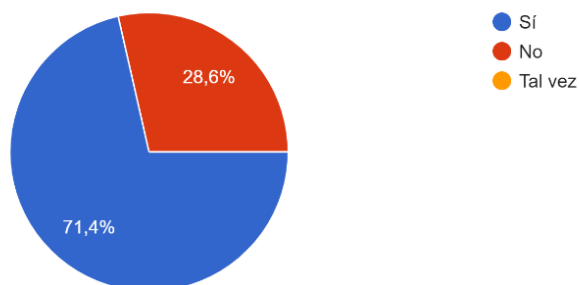
3.¿Qué hace con los residuos de cacao de su finca?

34 respuestas



8.Si ve que no tiene ningún beneficio. Estaría de acuerdo en donar sus residuos de cacao?

7 respuestas



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Anexo 6. Tabla 3A. Composición de la harina de *Hermetia illucens*.

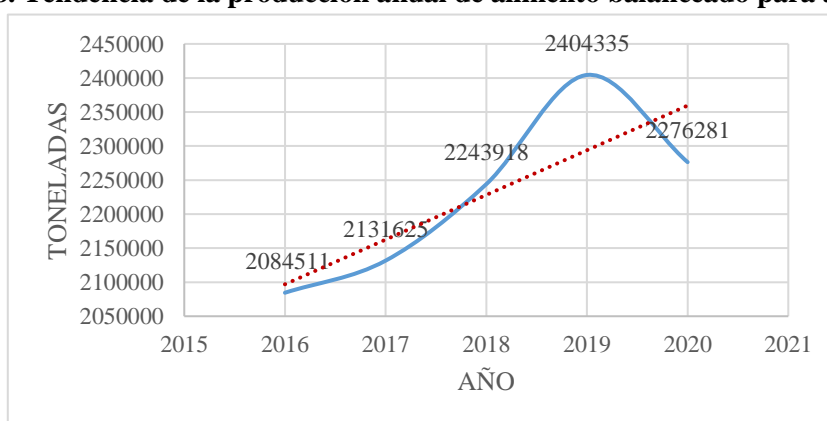
<i>Parámetros nutricionales</i>	<i>Valor (%)</i>
<i>Proteína cruda</i>	41,11
<i>Grasa</i>	35
<i>Calcio</i>	7,6
<i>Fosforo</i>	0,58
<i>Cenizas</i>	8,09
<i>Fibra cruda</i>	5,91
<i>Humedad</i>	6,35
<i>Materia seca total</i>	93,65
<i>Digestibilidad</i>	85
<i>Extracto etéreo</i>	19,55
<i>Extracto libre de nitrógeno</i>	25,34
<i>Materia orgánica volátil</i>	91,91

Fuente: Apaza, 2019 [20] , Aliaga [26], 2019, elaboración propia.

**Anexo 7. Tabla 4A. Producción de alimento balanceado por producto.**

<i>Producción - 2020</i>		
<i>Producto</i>	Total (t)	Porcentaje
<i>Aves carne</i>	2 276 281	58%
<i>Aves postural/ reproducción</i>	881 610	22%
<i>Vacunos</i>	85 188	2%
<i>porcinos</i>	297 299	8%
<i>Pavos y patos</i>	47 275	1%
<i>Otros</i>	341 406	9%
<b>TOTAL</b>	<b>3 929 059</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia, en base al MIDAGRI [36].

**Anexo 8. Tendencia de la producción anual de alimento balanceado para aves.**

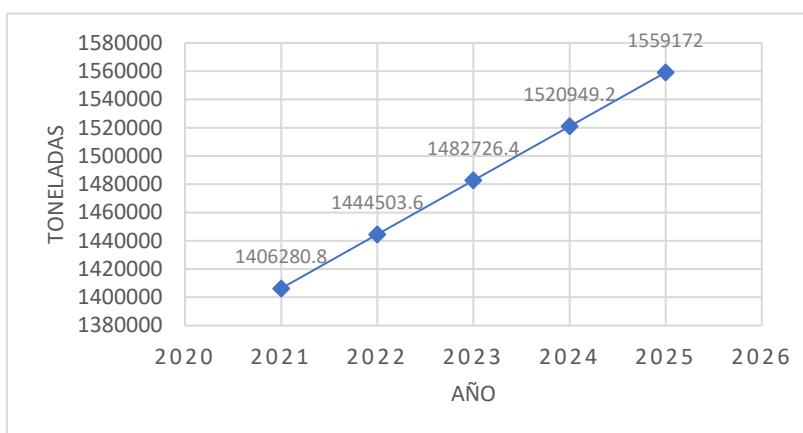
Fuente: Elaboración propia, en base a [45].

**Anexo 9. Tabla 5A. Proyección de la producción del alimento balanceado de aves.**

<i>Producción 2021 - 2025</i>	
<i>Año</i>	Cantidad (t)
2021	2 425 009
2022	2 490 634
2023	2 556 259
2024	2 621 884
2025	2 687 509

Fuente: Elaboración propia, en base a [45].

### Anexo 10. Tendencia de la demanda nacional de harina de soya.



Fuente: Elaboración propia, en base a [46].

### Anexo 11. Tabla 6A. Precio histórico de la harina de soya.

Año	Precio por tonelada (US\$)
2016	\$ 374
2017	\$ 357
2018	\$ 405
2019	\$ 348
2020	\$ 366

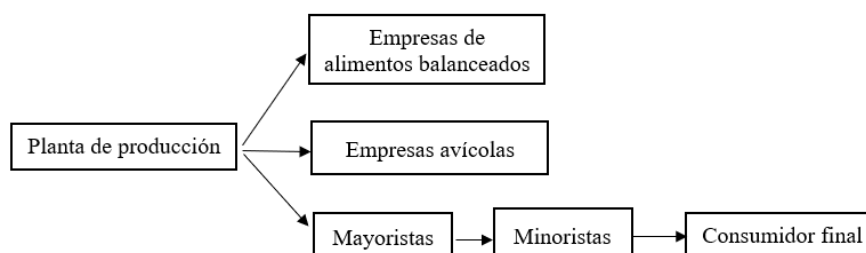
Fuente: Elaboración propia, en base a Agrodata [46].

### Anexo 12. Tabla 7A. Proyección del precio de la harina de soya.

Año	Precio proyectado por (t)	Precio por saco de 50 kg (US\$)
2021	\$ 374	18,7
2022	\$ 381	19,05
2023	\$ 388	19,4
2024	\$ 396	19,8
2025	\$ 404	20,2

Fuente: Elaboración propia, en base al BCRP [49].

### Anexo 13. Sistema de comercialización de la harina de larva *Hermetia illucens*.



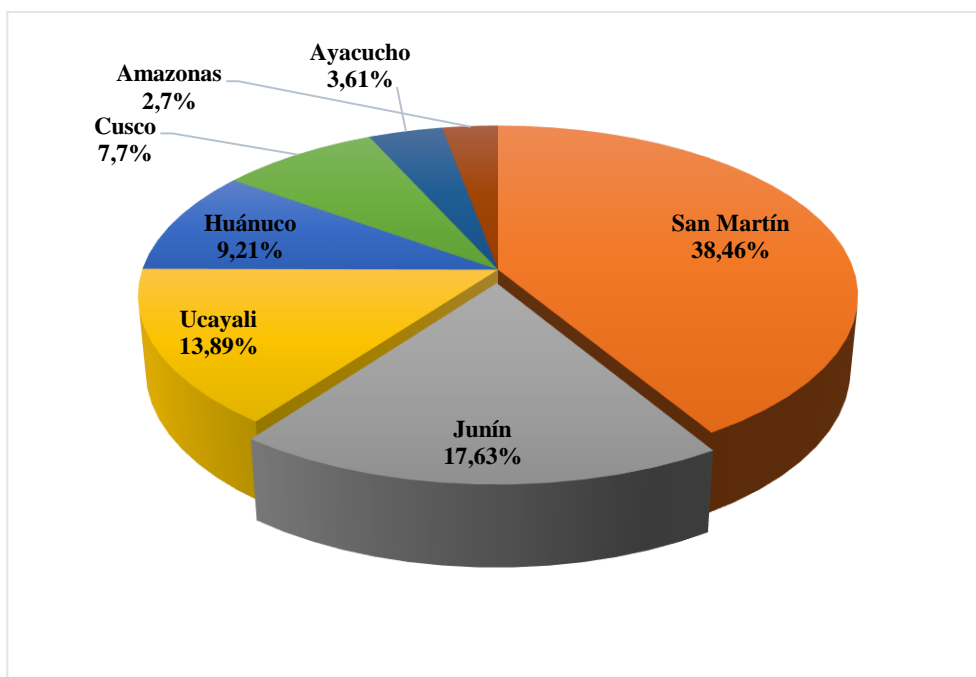
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14. Tabla 8A. Plan de venta desagregado mensual - trimestral de harina de larva.

<i>Periodo</i>	<i>Unidades (sacos)</i>	<i>Total (US\$)</i>
<i>Enero</i>	3281	61 362
<i>Febrero</i>	3281	61 362
<i>Marzo</i>	3281	61 362
<i>1° Trimestre</i>	9844	184 085
<i>2° Trimestre</i>	9844	184 085
<i>3° Trimestre</i>	9844	184 085
<i>4° Trimestre</i>	9844	184 085
<i>1° Año 2021</i>	39 376	736 339
<i>2° Año 2022</i>	40 446	770 496
<i>3° Año 2023</i>	41 517	805 430
<i>4° Año 2024</i>	42 587	843 215
<i>5° Año 2025</i>	43 656	881 855

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 15. Principales regiones productoras de cacao, 2020.



Fuente: Elaboración propia en base a [28].

**Anexo 16. Tabla 9A. Factores de ponderación.**

<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>FACTORES</i>
<i>Mercado de Consumo</i>	A
<i>Disponibilidad de Mano de Obra</i>	B
<i>Disponibilidad de Energía Eléctrica</i>	C
<i>Disponibilidad de Agua</i>	D
<i>Disponibilidad de Materia Prima</i>	E
<i>Vías de comunicación y transporte</i>	F
<i>Disponibilidad de Terreno</i>	G
<i>Condiciones Climáticas</i>	H

**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 9B. Método de factores de ponderados.**

FACTORES	A	B	C	D	E	F	G	H	PUNTAJE	%
A		0	1	0	1	1	0	0	3	9%
B	0		1	1	1	1	1	0	5	16%
C	0	1		0	0	0	1	1	3	9%
D	0	0	0		1	1	1	1	4	13%
E	1	0	0	0		0	1	1	3	9%
F	1	1	1	0	1		1	1	6	19%
G	0	1	1	0	1	1		1	5	16%
H	1	0	0	1	0	0	1		3	9%
TOTAL									32	100%

**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 9C. Factores relacionados con la micro localización de la planta.**

<i>Factor</i>	<i>Ponderación</i>	<i>Tocache capital</i>		<i>Uchiza</i>	
		C	P	C	P
<i>Mercado de Consumo</i>	9%	3	0,28	2	0,19
<i>Disponibilidad de Mano de Obra</i>	16%	3	0,47	3	0,47
<i>Disponibilidad de Energía Eléctrica</i>	9%	4	0,38	3	0,28
<i>Disponibilidad de Agua</i>	13%	2	0,25	1	0,13
<i>Disponibilidad de Materia Prima</i>	9%	4	0,38	3	0,28
<i>Vías de comunicación y transporte</i>	19%	4	0,75	3	0,56
<i>Disponibilidad de Terreno</i>	16%	4	0,63	1	0,16
<i>Condiciones Climáticas</i>	9%	3	0,28	3	0,28
<i>TOTAL</i>		3,41		2,34	

**Fuente: Elaboración propia.**

**Anexo 17.Tabla 10A. Plan de producción de harina de larva por sacos.**

<i>Periodo</i>	<i>Inv. Inicial</i>	<i>Producción</i>	<i>Inv. Total</i>	<i>Ventas</i>	<i>Inv.final</i>
<i>Enero</i>	0	6563	6563	3281	3281
<i>Febrero</i>	3281	6563	9844	3281	6563
<i>Marzo</i>	6563	3281	9844	3281	6563
<i>Total primer trimestre</i>	0	16 407	26 251	9844	6563
<i>2do trimestre</i>	6563	9844	16 407	9844	6563
<i>3er trimestre</i>	6563	9844	16 407	9844	6563
<i>4to trimestre</i>	6563	9844	16 407	9844	6563
<i>1 año</i>	0	45 939	45 939	39 376	6563
<i>2 año</i>	6563	40 446	47 009	40 446	6563
<i>3 año</i>	6563	41 517	48 080	41 517	6563
<i>4 año</i>	6563	42 587	49 149	42 587	6563
<i>5 año</i>	6563	43 656	50 219	43 656	6563

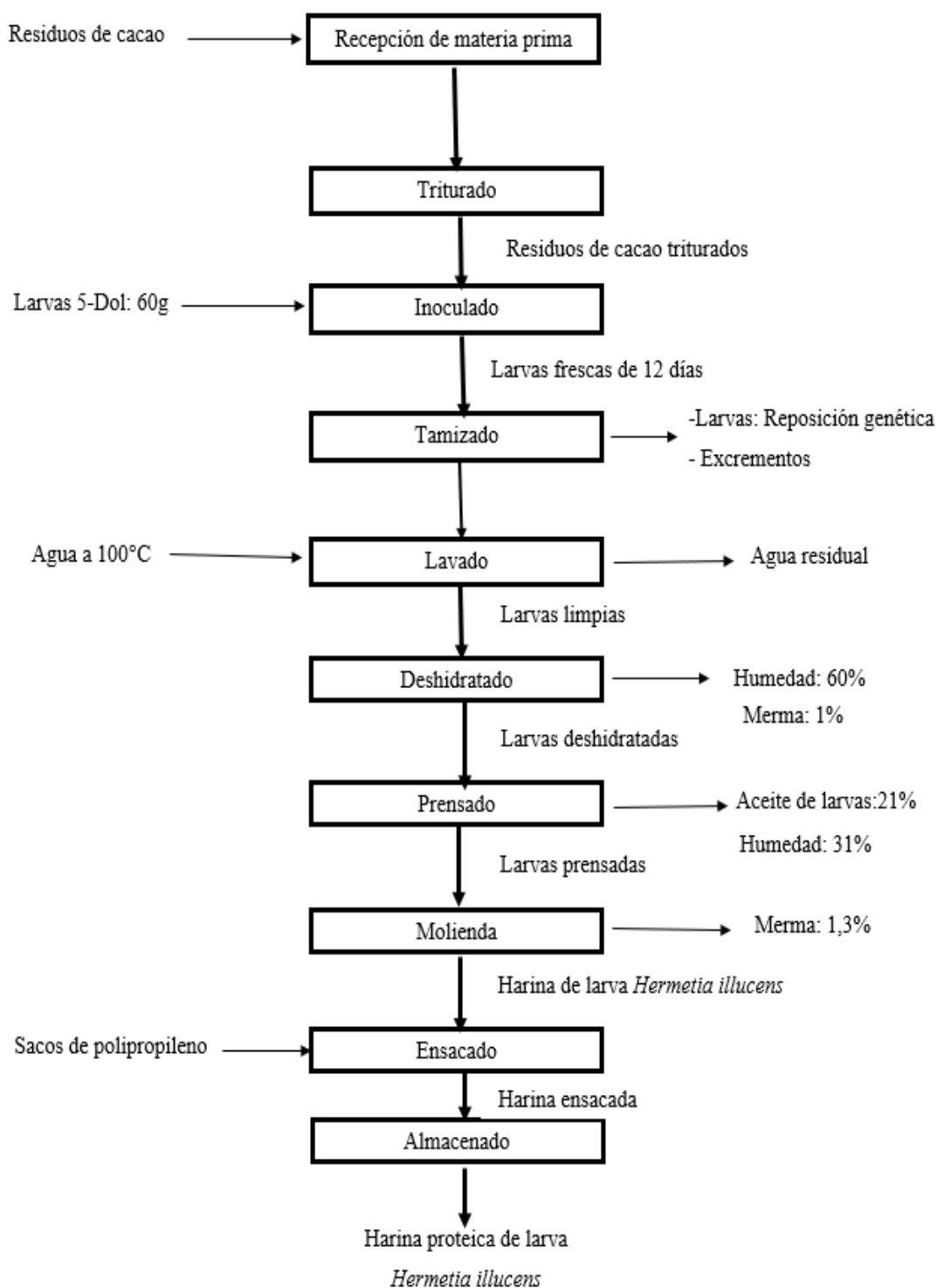
**Fuente: Elaboración propia.**

**Anexo 18.Tabla 11A. Total de residuos de cacao necesarios para el proyecto en la región San Martín.**

<i>Año</i>	<i>Total de residuos de cacao (t)</i>	<i>Total de residuos requeridos (t)</i>
<i>2021</i>	578 977	351 575
<i>2022</i>	607 470	361 125
<i>2023</i>	635 963	370 688
<i>2024</i>	664 456	380 238
<i>2025</i>	692 950	389 788

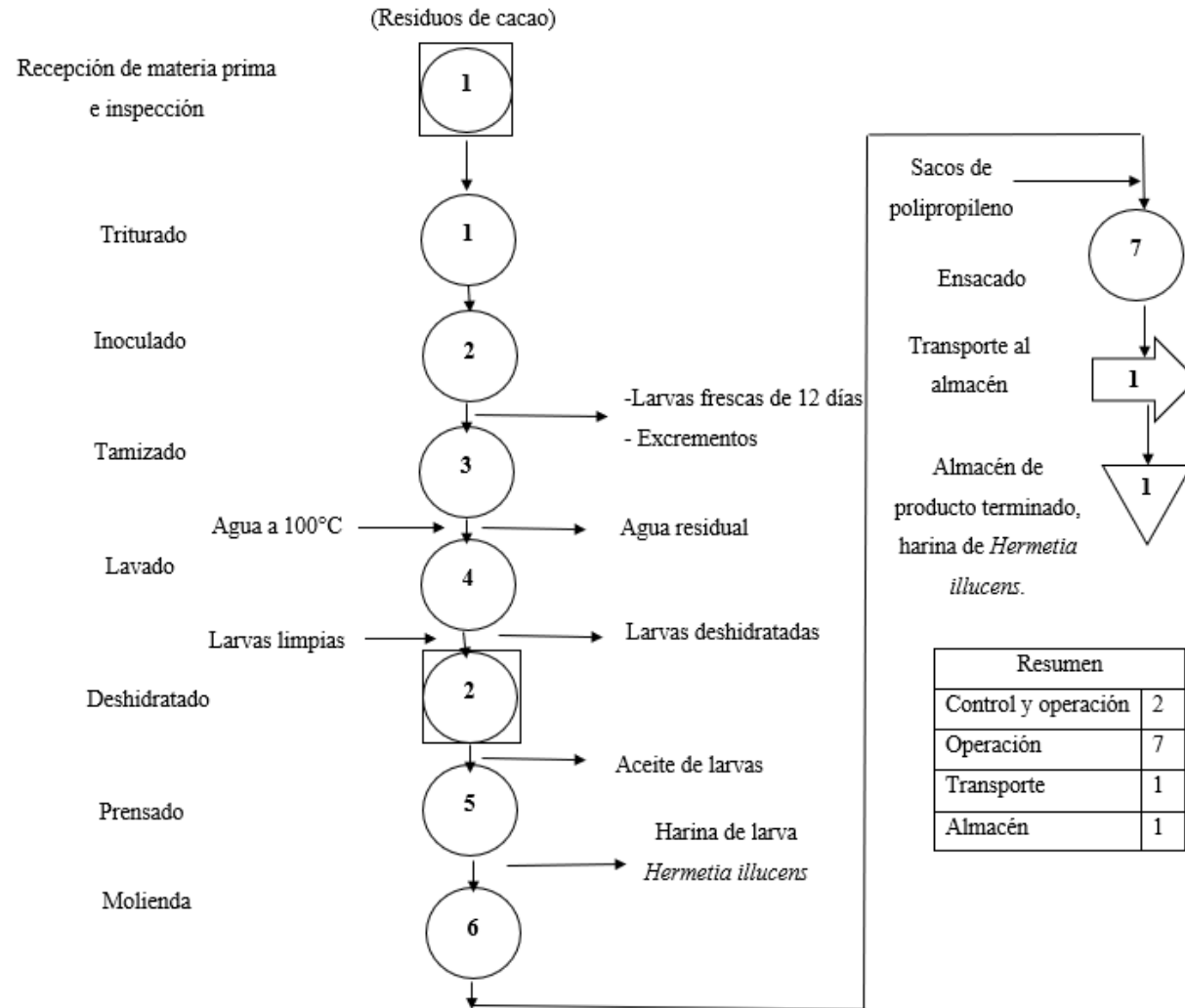
**Fuente: Elaboración propia.**

**Anexo 19. Diagrama de bloques del proceso de harina de larvas.**



Fuente: Elaboración propia, en base a Dortmans *et al.* [51] .

**Anexo 20. Diagrama de operaciones del proceso de harina de larvas.**



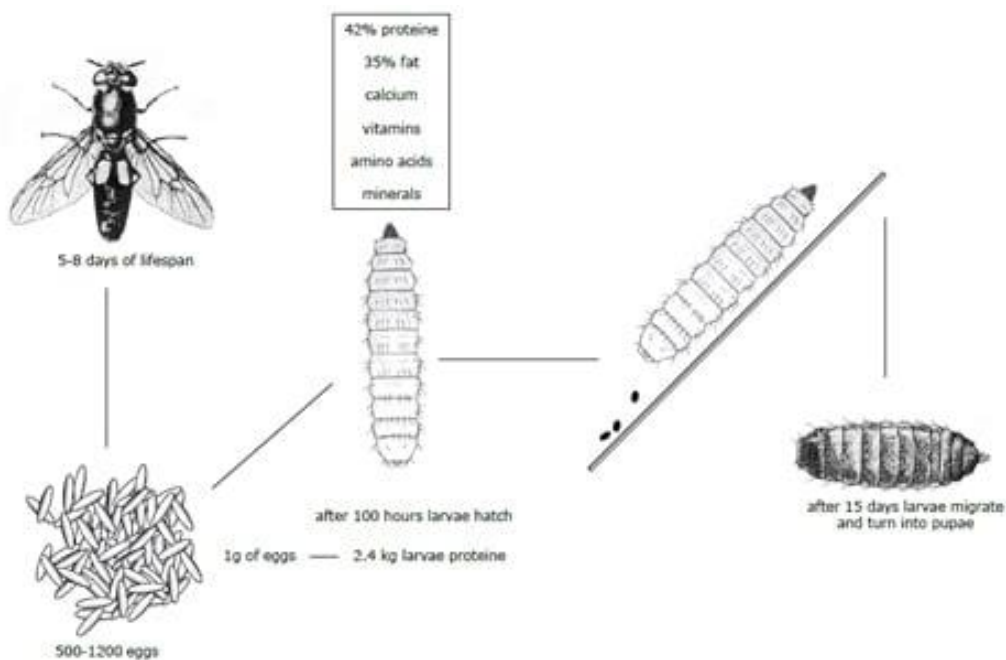
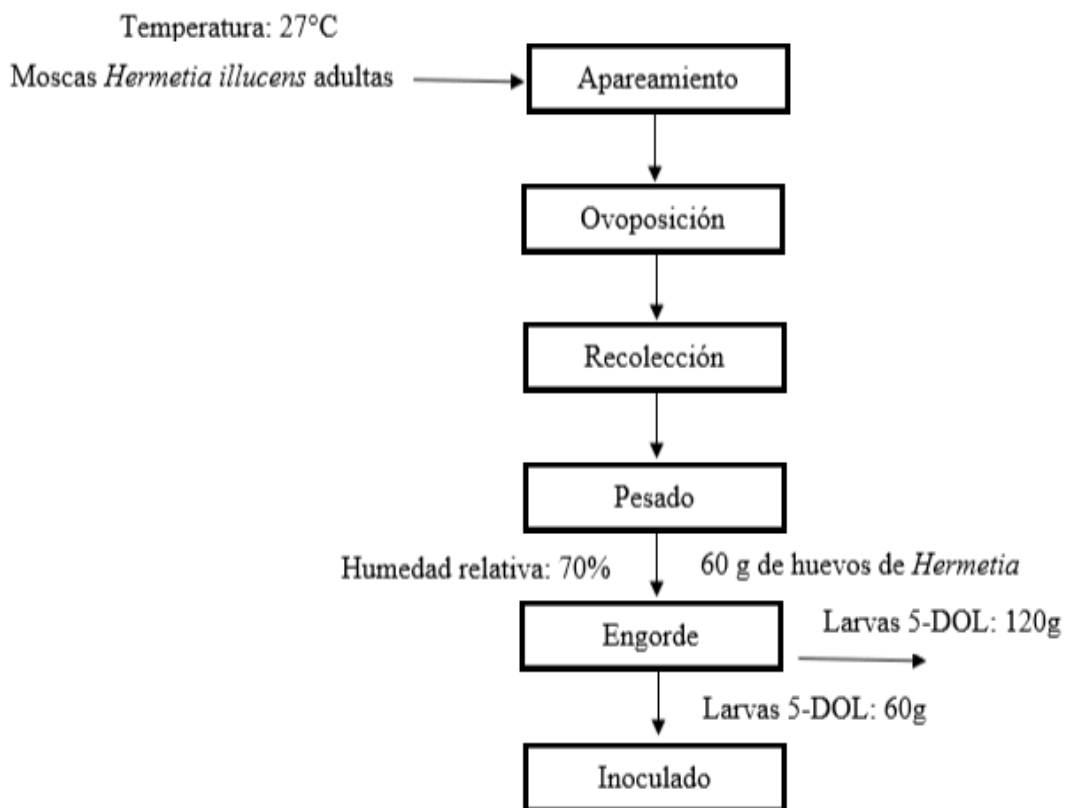
Fuente: Elaboración propia, en base a Dortmans *et al.* [51] .

Anexo 21. Balance de materia para la obtención de 1 saco de haría de *Hermetia illucens*.

<i>ETAPA</i>	<i>ENTRADA</i>	<i>SALIDA</i>	<i>%</i>	<i>PERDIDA</i>
<i>Recepción</i>	765	765	100%	0
		0%		0
<i>Triturado</i>	765	765	100%	0
		0%		
<i>Inoculado</i>	765	765	100%	0
		0%		
<i>Tamizado</i>	765	153	20%	612
		80%	137,70	
<i>Lavado</i>	634,70	234,84	37%	399,86
		63%		
<i>Deshidratado</i>	234,8	93,94	40%	140,90
		60%	93	0,94
<i>Prensado</i>	93	73,5	79%	19,53
		21%	50,69	22,77
<i>Molienda</i>	50,7	50,03	99%	0,66
		1,3%		
<i>ALMACENAMIENTO</i>	50	50	100%	0
<i>TOTAL DE SACOS DE 50KG</i>		1		

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 22. Balance de materiales para la obtención de 153 kg de larvas frescas.**



Fuente: Elaboración propia, en base al portal Web Vía Orgánica [52].

## Anexo 23.

Tabla 12 A. Producción requerida de residuos.

<i>Año</i>	<i>Total, de residuos requeridos (t)</i>	<i>Requeridos por mes (t)</i>	<i>Requeridos por día(t)</i>	<i>Requeridos por hora(t)</i>
2021	24 610	2051	79	10
2022	25 279	2107	81	10
2023	25 948	2162	83	10
2024	26 617	2218	85	11
2025	27 285	2274	87	11

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12 B. Producción de harina de larva *Hermetia illucens*.

<i>Año</i>	<i>Demanda (t)</i>	<i>Por mes (t)</i>	<i>Por día (t)</i>	<i>Por hora (t)</i>
2021	1969	164	6	1
2022	2022	169	6	1
2023	2076	173	7	1
2024	2129	177	7	1
2025	2183	182	7	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12 C. Producción de larvas frescas *Hermetia illucens*.

<i>Año</i>	<i>Larvas frescas (t)</i>	<i>Larvas requeridas por mes (t)</i>	<i>Larvas requeridas por día(t)</i>	<i>Larvas requeridas por hora(t)</i>
2021	4922	410	16	2
2022	5056	421	16	2
2023	5190	432	17	2
2024	5323	444	17	2
2025	5457	455	17	2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12 D. Producción de sacos de harina de larva *Hermetia illucens*.

<i>Año</i>	<i>Demanda del proyecto (t)</i>	<i>Demanda en sacos</i>	<i>Sacos por mes</i>	<i>Sacos por día</i>	<i>Sacos por hora</i>
2021	1969	39 376	3281	126	16
2022	2022	40 446	3371	130	16
2023	2076	41 517	3460	133	17
2024	2129	42 587	3549	136	17
2025	2183	43 656	3638	140	17

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 24

Para la elección de la maquinaria adecuada se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- ❖ Fabricante
- ❖ Procedencia
- ❖ Dimensiones
- ❖ Precio
- ❖ Consumo
- ❖ Capacidad

**Tabla 13 A. Factores ponderados- Selección de maquinaria.**

FACTORES	Fabricante	Procedencia	Dimensiones	Precio	Consumo	Capacidad	TOTAL	PONDERACIÓN
Fabricante		1	0	0	0	0	1	6%
Procedencia	1		0	0	0	0	1	6%
Dimensiones	1	1		1	1	1	4	25%
Precio	1	1	1		0	0	3	19%
Consumo	1	1	1	0		0	3	19%
Capacidad	1	1	1	0	1		4	25%
TOTAL							<b>16</b>	<b>100%</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 13 B. Selección del homogenizador.**

<i>HOMOGENIZADOR</i>							
<i>Factores</i>	Ponderación	ENERPAT MSB-110		YUXI YX - 1400		XKJ PC- 600X400	
		C	P	C	P	C	P
<i>Fabricante</i>	6%	3	0.19	3	0.19	3	0.19
<i>Procedencia</i>	6%	3	0.19	3	0.19	3	0.19
<i>Dimensiones</i>	25%	2	0.50	3	0.75	3	0.75
<i>Precio</i>	19%	2	0.38	2	0.38	3	0.56
<i>Consumo</i>	19%	2	0.38	3	0.56	3	0.56
<i>Capacidad</i>	25%	3	0.75	3	0.75	3	0.75
<b>TOTAL</b>	100%	<b>2.38</b>		<b>2.81</b>		<b>3.00</b>	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13 C. Selección del tamizador.**

<i>TAMIZADORA</i>							
<i>Factores</i>	Ponderación	GOAFU SZF-1025- 1S-Q235A		YONGOING DZSF-525		SANYUANTANG SY-1200-1S	
		C	P	C	P	C	P
<i>Fabricante</i>	6%	3	0.19	3	0.19	3	0.19
<i>Procedencia</i>	6%	3	0.19	3	0.19	3	0.19
<i>Dimensiones</i>	25%	2	0.50	3	0.75	2	0.50
<i>Precio</i>	19%	2	0.38	3	0.56	2	0.38
<i>Consumo</i>	19%	1	0.19	4	0.75	2	0.38
<i>Capacidad</i>	25%	3	0.75	3	0.75	3	0.75
<b>TOTAL</b>	100%	<b>2.19</b>		<b>3.19</b>		<b>2.38</b>	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13 D. Selección del deshidratador.**

<i>DESHIDRATADOR</i>							
<i>Factores</i>	Ponderación	JOYANG JY- 150KWSP		JOYANG MACHINERY JY-150KWSP		KELID KLD- MICROWAVE DRYING MACHINE	
		C	P	C	P	C	P
<i>Fabricante</i>	6%	3	0.19	3	0.19	3	0.19
<i>Procedencia</i>	6%	3	0.19	3	0.19	3	0.19
<i>Dimensiones</i>	25%	1	0.25	2	0.50	3	0.75
<i>Precio</i>	19%	2	0.38	2	0.38	3	0.56
<i>Consumo</i>	19%	2	0.38	2	0.38	3	0.56
<i>Capacidad</i>	25%	3	0.75	3	0.75	3	0.75
<b>TOTAL</b>	100%	<b>2.13</b>		<b>2.38</b>		<b>3.00</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13 E. Selección de la prensa.

<i>PRENSA</i>							
<i>Factores</i>	Ponderación	HENGTONG 6YL-150		MONA MN-200		VOS 6YL- 165	
		C	P	C	P	C	P
<i>Fabricante</i>	6%	3	0.19	3	0.19	3	0.19
<i>Procedencia</i>	6%	3	0.19	3	0.19	3	0.19
<i>Dimensiones</i>	25%	3	0.75	3	0.75	3	0.75
<i>Precio</i>	19%	2	0.38	2	0.38	3	0.56
<i>Consumo</i>	19%	2	0.38	3	0.56	2	0.38
<i>Capacidad</i>	25%	2	0.50	1	0.25	3	0.75
<b>TOTAL</b>	100%	<b>2.38</b>		<b>2.31</b>		<b>2.81</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13 Selección del molino.

<i>MOLINO</i>							
<i>Factores</i>	Ponderación	WANDA WFJ-100		SFSP 56X40		KNOWN KN- 6FW- 50B	
		C	P	C	P	C	P
<i>Fabricante</i>	6%	3	0.19	3	0.19	3	0.19
<i>Procedencia</i>	6%	3	0.19	3	0.19	3	0.19
<i>Dimensiones</i>	25%	2	0.50	3	0.75	2	0.50
<i>Precio</i>	19%	2	0.38	3	0.56	2	0.38
<i>Consumo</i>	19%	1	0.19	3	0.56	3	0.56
<i>Capacidad</i>	25%	3	0.75	3	0.75	2	0.50
<b>TOTAL</b>	100%	<b>2.19</b>		<b>3.00</b>		<b>2.31</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13 G. Selección de la ensacadora.

<i>ENSACADORA</i>							
<i>Factores</i>	Ponderación	AINUOK PW-50		TMI ILERFIL- AB		BLUERAY DCS-50L	
		C	P	C	P	C	P
<i>Fabricante</i>	6%	3	0.19	4	0.25	3	0.19
<i>Procedencia</i>	6%	3	0.19	3	0.19	3	0.19
<i>Dimensiones</i>	25%	3	0.75	2	0.50	3	0.75
<i>Precio</i>	19%	3	0.56	3	0.56	2	0.38
<i>Consumo</i>	19%	2	0.38	2	0.38	3	0.56
<i>Capacidad</i>	25%	2	0.50	2	0.50	3	0.75
<b>TOTAL</b>	100%	<b>2.56</b>		<b>2.38</b>		<b>2.81</b>	

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 25. Tabla 14A. Requerimiento de energía.**

<i>Maquinaria</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tiempo de operación (h)</i>	<i>Consumo de energía (Kw)</i>	<i>Consumo total (Kw/h)</i>
<i>Triturador</i>	1	8	16	128
<i>Tamizador</i>	1	8	0.74	5.92
<i>Deshidratador</i>	1	8	16	128
<i>Prensa</i>	1	8	22	176
<i>Molino</i>	1	8	12	96
<i>Ensacadora</i>	1	8	1.1	8.8
<i>TOTAL</i>				542,72

**Fuente: Elaboración propia.****Anexo 26. Tabla 15A. Requerimiento de mano de obra.**

<i>ÁREAS</i>	<i>CARGO</i>	<i>PERSONAL</i>	<i>CANTIDAD</i>
<i>Gerencia</i>	Gerente general	Secretario	2
<i>Producción</i>	Jefe de producción	Jefe de calidad	1
		Jefe de mantenimiento	1
		Operarios	7
<i>Control de calidad y laboratorio</i>	Jefe de calidad	Analistas	2
<i>Mantenimiento</i>	Jefe de mantenimiento	Responsable de mantenimiento	1
<i>Finanzas</i>	Jefe de finanzas	Encargado de la contabilidad	2
<i>Logística</i>	Jefe de logística y almacén	Encargado de compras y distribución	2
		supervisor de almacén	1
<i>Seguridad y vigilancia</i>	Vigilante	Vigilante	2
<i>Limpieza</i>	Personal de limpieza	Encargado de la limpieza	2
<i>Total</i>			23

**Fuente: Elaboración propia.**

Anexo 27. Tabla 16A. Zona de circulación vehicular.

<i>ZONA DE CIRCULACIÓN VEHICULAR</i>				
<i>ELEMENTOS</i>	<i>n</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>S total</i>
<i>Vehículos de clientes</i>	2	5	2,5	25,0
<i>Camión remolque</i>	1	13,2	2,6	34,3
<i>Monta carga</i>	1	3,46	1,96	6,8
<i>Radio de Giro (12 m)</i>	1			12
<i>Áreas verdes (5%)</i>				129,3
<i>TOTAL</i>				207,4

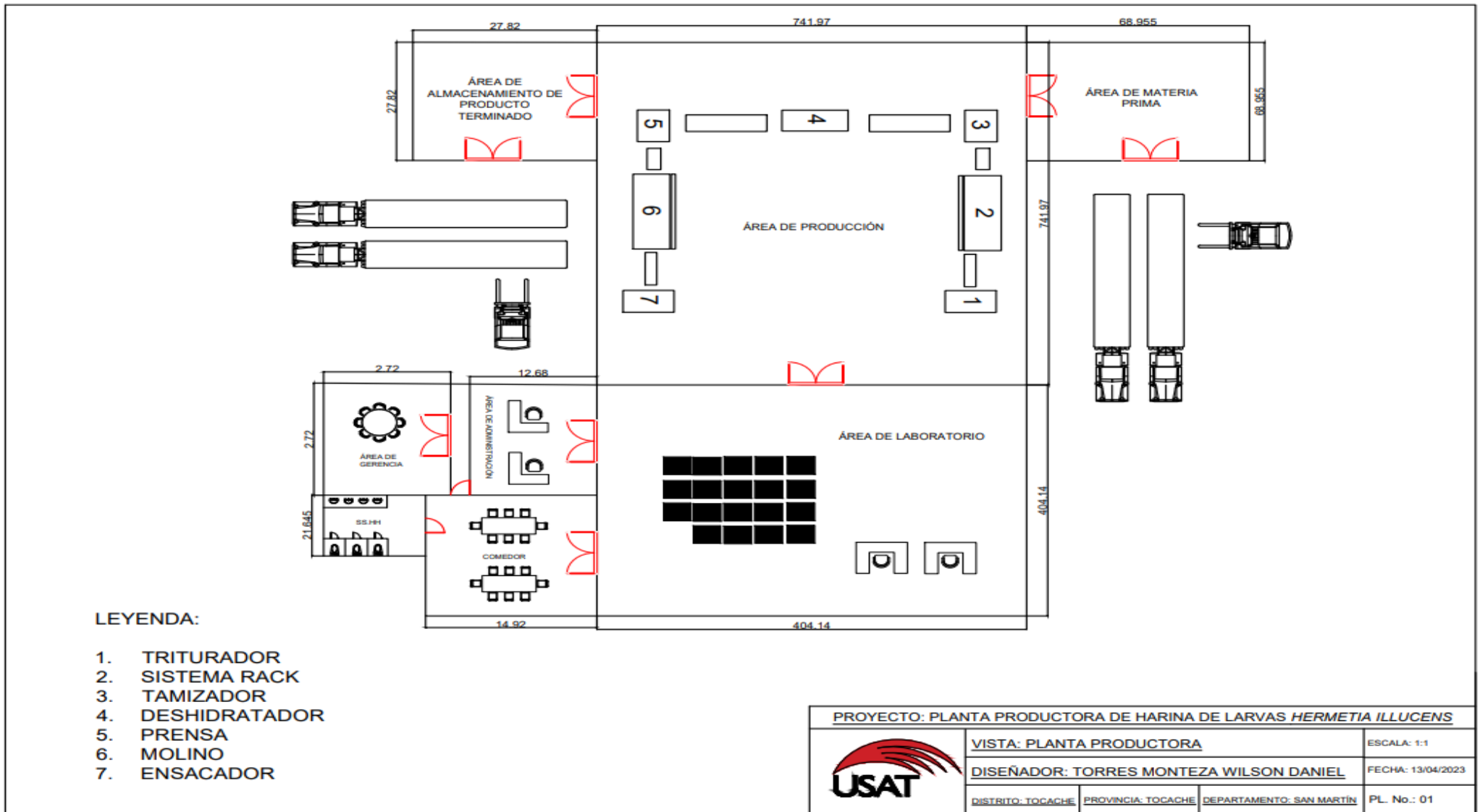
Fuente: Elaboración propia.


Tabla 16 B. Área total de la planta.

<i>Área de producción (m<sup>2</sup>)</i>	<i>1483.94</i>
<i>Área de almacén de materia prima</i>	137.91
<i>Área de almacén de pt</i>	55.64
<i>Área de laboratorio y control de calidad</i>	808.28
<i>Área de administración y finanzas</i>	25.36
<i>Área de gerencia</i>	5.44
<i>Área de seguridad</i>	4.48
<i>Área de SS.HH. de producción, almacén y laboratorio y control de calidad</i>	43.29
<i>Área de SS.HH de administrativos</i>	6.88
<i>Área de SS.HH de seguridad</i>	2.74
<i>Área de comedor</i>	29.83
<i>Zona de circulación vehicular</i>	207.41
<i>Área total</i>	2811.19

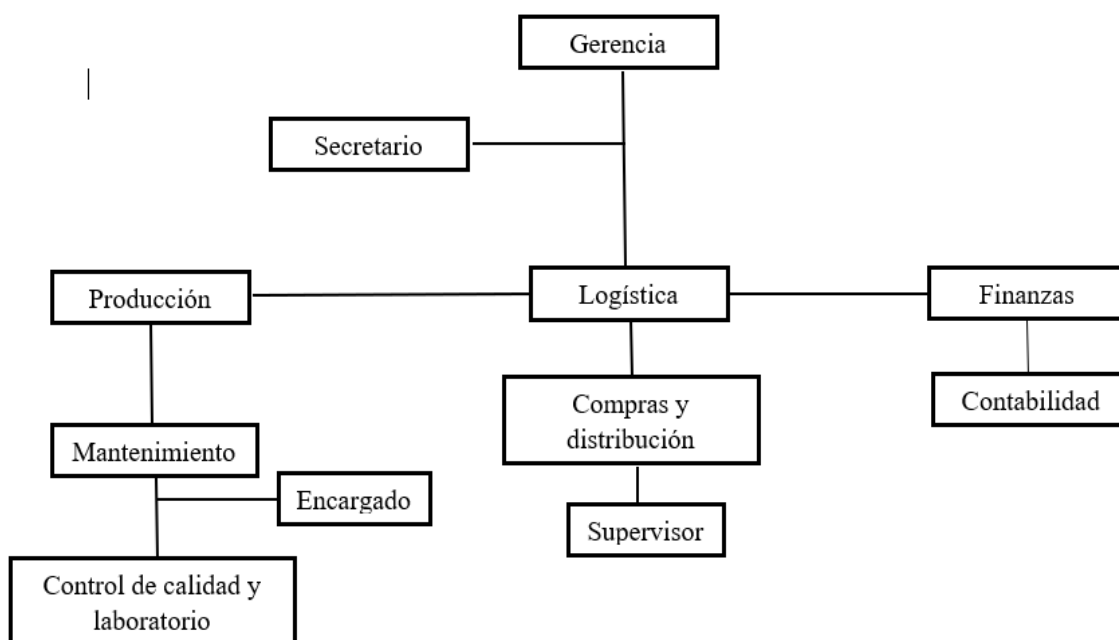
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 28. Plano de distribución de equipos.



PROYECTO: PLANTA PRODUCTORA DE HARINA DE LARVAS <i>HERMETIA ILLUCENS</i>			
	VISTA: PLANTA PRODUCTORA		ESCALA: 1:1
	DISEÑADOR: TORRES MONTEZA WILSON DANIEL		FECHA: 13/04/2023
	DISTRITO: TOCACHE	PROVINCIA: TOCACHE	DEPARTAMENTO: SAN MARTÍN
			PL. No.: 01

**Anexo 29.**  
**Organización de la empresa.**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 17A. Perfil del gerente general.**

<i>Personal</i>	<i>Descripción</i>	<i>Perfil profesional</i>	<i>Habilidades</i>
<i>Gerente general</i>	Es el encargado de dirigir y controlar la empresa, con las metas trazadas por la alta dirección. También controlar y analiza la situación financiera de la empresa. Es el representante legal de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titulado en ingeniería industrial.</li> <li>• Magister en ingeniería industrial.</li> <li>• Experiencia laboral mínima de 5 años.</li> <li>• Dominio de inglés.</li> <li>• Manejo en Office avanzado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Liderazgo.</li> <li>• Negociación</li> <li>• Comunicación afectiva.</li> <li>• Orientación a resultados.</li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia.**

Tabla 17B. Perfil del secretario.

<i>Personal</i>	<i>Descripción</i>	<i>Perfil profesional</i>	<i>Habilidades</i>
<i>Secretario</i>	Persona que brinda apoyo en la programación de actividades de la empresa, planteadas por el gerente general, mantiene actualizada la documentación de las áreas. Redacta información y distintos documentos. Recibe oficios u otros documentos remitidos a gerencia. Planifica la agenda de la Gerencia General de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titulado en administración.</li> <li>• Experiencia laboral mínima de 3 años en gestión administrativa o afines.</li> <li>• Dominio de Office avanzado.</li> <li>• Dominio de inglés avanzado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proactividad.</li> <li>• Comunicación afectiva.</li> <li>• Organización.</li> <li>• Negociación.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17C. Perfil del jefe de producción.

<i>Personal</i>	<i>Descripción</i>	<i>Perfil profesional</i>	<i>Habilidades</i>
<i>Jefe de producción</i>	Es la persona responsable de gestionar, dirigir y planificar la producción de la empresa, utilizando los recursos de manera eficiente. Lleva control de los indicadores productivos como los costos, mano de obra, rendimiento, volumen de producción, disponibilidad, productividad, etc. Vela por el cumplimiento del plan de producción de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titulado en ingeniería industrial.</li> <li>• Experiencia laboral mínima de 5 en el campo.</li> <li>• Conocimientos en gestión de la producción.</li> <li>• Conocimientos en la normatividad de la calidad, seguridad y salud.</li> <li>• Dominio de Office avanzado.</li> <li>• Dominio de inglés avanzado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proactividad.</li> <li>• Comunicación afectiva.</li> <li>• Organización.</li> <li>• Negociación.</li> <li>• Liderazgo</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Pensamiento estratégico y analítico</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17D. Perfil del jefe de finanzas.

<i>Personal</i>	<i>Descripción</i>	<i>Perfil profesional</i>	<i>Habilidades</i>
<i>Jefe de finanzas</i>	Es el encargado de trabajar estrechamente con contabilidad. Clasifica, registra, analiza e interpreta la información financiera con el plan de cuentas de la empresa. Presenta información a la alta dirección sobre la situación financiera de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titulado en administración de empresas o ciencias empresariales (Ingeniería industrial, economía).</li> <li>• Dominio de programas contables.</li> <li>• Dominio de Excel avanzado.</li> <li>• Inglés avanzado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proactividad.</li> <li>• Comunicación afectiva.</li> <li>• Organización.</li> <li>• Negociación.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17E. Perfil del jefe de logística.

<i>Personal</i>	<i>Descripción</i>	<i>Perfil profesional</i>	<i>Habilidades</i>
<i>Jefe de logística</i>	Persona responsable de las actividades de aprovisionamiento y distribución. Se encarga de gestionar requerimientos de compra de MP e insumos. Es el encargado de distribuir materiales e insumos a todas las áreas. Encargado de gestionar trámites necesarios para el transporte de la MP o producto terminado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titulado en ingeniería industrial o administración.</li> <li>• Experiencia mínima de 3 años.</li> <li>• Manejo y dominio de Excel y office.</li> <li>• Inglés avanzado.</li> <li>• Manejo avanzado de ERP's.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proactividad.</li> <li>• Comunicación afectiva.</li> <li>• Organización.</li> <li>• Negociación.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Liderazgo.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17F. Perfil del jefe de calidad y laboratorio.

<i>Personal</i>	<i>Descripción</i>	<i>Perfil profesional</i>	<i>Habilidades</i>
<i>Jefe de calidad y laboratorio.</i>	Persona responsable que tiene conocimientos sobre normas que garanticen la inocuidad y calidad de los productos en la industria. Dirige y administra el buen funcionamiento del laboratorio. También controla la toma de muestras y la entrega de informes de calidad sobre el producto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titulado en ingeniería química, biología.</li> <li>• Experiencia mínima de 3 años.</li> <li>• Manejo y dominio de Excel y office.</li> <li>• Inglés avanzado.</li> <li>• Con conocimientos en bioconversión de residuos.</li> <li>• Dominio en el manejo de instrumentación de laboratorio.</li> <li>• Conocimientos en normas de inocuidad y calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proactividad.</li> <li>• Comunicación afectiva.</li> <li>• Organización.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Liderazgo.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17G. Perfil del jefe de mantenimiento.

<i>Personal</i>	<i>Descripción</i>	<i>Perfil profesional</i>	<i>Habilidades</i>
<i>Jefe de mantenimiento</i>	Persona responsable del buen funcionamiento de la maquinaria. Lleva a cabo actividades de mantenimiento preventivo en los mecanismos de las distintas máquinas usadas en la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titulado en ingeniería mecánica, industrial.</li> <li>• Experiencia mínima de 3 años.</li> <li>• Especializado en control y mantenimiento de maquinaria industrial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proactividad.</li> <li>• Comunicación afectiva.</li> <li>• Organización.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Liderazgo.</li> <li>• Capacidad de manejo de estrés y presión.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17H. Perfil de los operarios de producción.

<i>Personal</i>	<i>Descripción</i>	<i>Perfil profesional</i>	<i>Habilidades</i>
<i>Operarios de producción</i>	Son las personas encargadas del trabajo de mano de obra y deben realizar diferentes tareas y operaciones que afectan directamente con el correcto funcionamiento de la planta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitado en la manipulación de equipos y máquinas.</li> <li>• Capacitado en SST.</li> <li>• Capacidad de interpretar planos, gráficos y planes de producción</li> <li>• Manejo básico de office.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proactividad.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo.</li> <li>• Capacidad en el manejo de equipos y máquinas.</li> <li>• Orden y limpieza.</li> <li>• Capacidad de trabajar bajo presión.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 30. Tabla 18 A. Inversiones.

<i>Descripción</i>	<i>Inversión Total S/.</i>	<i>Promotor del Proyecto S/.</i>	<i>Socio Estratégico S/.</i>	<i>Financiamiento S/.</i>
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>	S/ 1 022 917,97			S/ 1 022 917,97
<b>Inversión Tangible</b>				
<i>Terreno</i>	S/ 346 718,77	S/ 346 718,77		S/ -
<i>Construcciones</i>	S/ 1 038,450,36	S/ 346 150,12	S/ 346 150,12	S/ 346 150,12
<i>Infraestructura Industrial</i>	S/ 1 144 879,04	S/ 381 626,35	S/ 381 626,35	S/ 381 626,35
<i>Maquinaria</i>	S/ 244 910	S/ 244 910,00		
<i>Equipo de producción</i>	S/ 70 554,60			S/ 70 554,60
<i>Equipo de oficina</i>	S/ 20 243,65			S/ 20 243,65
<i>Transporte</i>	S/ 87 400			S/ 87 400
<b>Total Inversión Tangible</b>	S/ 2 953 156,42	S/ 1 319 405,24	S/ 727 776,47	S/ 905 974,71
<b>Inversión Intangible</b>				
<i>Gastos pre operativos</i>	S/ 21 485,12			S/ 21 485,12
<i>Estudio</i>	S/ 5 000	S/ 5 000		
<b>Total Inversión Intangible</b>	S/ 26 485,12	S/ 5 000	S/ -	S/ 21 485,12
<i>Imprevistos 5%</i>	S/ 200 127,98		S/ 200 127,98	
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	S/ 4 202 687,48	S/ 1 324 405,24	S/ 927 904,44	S/ 1 950 377,80
<i>Porcentaje</i>	100%	32%	22%	46%

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 31. Tabla 19A. Costo de producción.**

ITEM	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	AÑO 5
<b>Costos Directos de Producción</b>					
<i>Materiales Directos</i>	S/ 915 501,30	S/ 940 369,50	S/ 965 270,25	S/ 990 138,45	S/ 1 015 006,65
<i>Materiales Indirectos</i>	S/ 8 269,04	S/ 8 493,66	S/ 8 718,57	S/ 8 943,19	S/ 9 167,80
<i>Mano de Obra Directa</i>	S/ 117 961,20	S/ 117 961,20	S/ 117 961,20	S/ 117 961,20	S/ 117 961,20
<i>Total Costos Directos de Producción</i>	S/ 1 041 731,54	S/ 1 066 824,36	S/ 1 091 950,02	S/ 1 117 042,84	S/ 1 142 135,65
<b>Costos Indirectos de Fabricación</b>					
<i>Mano de Obra Indirecta</i>	S/ 45 300	S/ 45 300	S/ 45 300	S/ 45 300	S/ 45 300
<i>Agua</i>	S/ 43 542	S/ 43 542	S/ 43 542	S/ 43 542	S/ 43 542
<i>Suministros</i>	S/ 120 223,33	S/ 120 223,33	S/ 120 223,33	S/ 120 223,33	S/ 120 223,33
<i>Total Costos Indirectos de Producción</i>	S/ 209 065,33	S/ 209 065,33	S/ 209 065,33	S/ 209 065,33	S/ 209 065,33
<b>TOTAL COSTOS PRODUCCIÓN</b>	<b>S/ 1 250 796,88</b>	<b>S/ 1 275 889,69</b>	<b>S/ 1 301 015,35</b>	<b>S/ 1 326 108,17</b>	<b>S/ 1 351 200,99</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 32. Tabla 20 A. Ingresos.**

Año	Programa de ventas sacos	Precio de venta por saco	Total de ingreso	Ingreso en S/.
2021	39 376	\$ 18,70	\$ 736 338,68	S/ 2 798 086,98
2022	40 446	\$ 19,05	\$ 770 496,30	S/ 2 927 885,94
2023	41 517	\$ 19,40	\$ 805 429,80	S/ 3 060 633,24
2024	42 587	\$ 19,80	\$ 843 214,68	S/ 3 204 215,78
2025	43 656	\$ 20,20	\$ 881 855,24	S/ 3 351 049,91

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 33. Tabla 21 A. Punto de equilibrio.**

ITEM	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
<b>Costos de Producción</b>					
<i>Materiales Directos</i>	S/ 915 501,30	S/ 940 369,50	S/ 965 270,25	S/ 990 138,45	S/ 1 015 006,65
<i>Materiales Indirectos</i>	S/ 8 269,04	S/ 8 493,66	S/ 8 718,57	S/ 8 943,19	S/ 9 167,80
<i>Mano de Obra Directa</i>	S/ 117 961,20	S/ 117 961,20	S/ 117 961,20	S/ 117 961,20	S/ 117 961,20
<i>Gastos generales de Fabricación</i>	S/ 209 065,33	S/ 209 065,33	S/ 209 065,33	S/ 209 065,33	S/ 209 065,33
<i>Costo Variable Total</i>	S/ 1 250 796,88	S/ 1 275 889,69	S/ 1 301 015,35	S/ 1 326 108,17	S/ 1 351 200,99
<b>Gastos de Operaciones</b>					
<i>Gastos Administrativos</i>	S/ 174 437,30	S/ 174 437,30	S/ 174 437,30	S/ 174 437,30	S/ 174 437,30
<i>Gastos de Comercialización</i>	S/ 133 651,20	S/ 133 651,20	S/ 133 651,20	S/ 133 651,20	S/ 133 651,20
<i>Gastos Financieros</i>	S/ 216 283,63	S/ 203 929,87	S/ 191 576,10	S/ 179 222,34	S/ 166 868,57
<i>Costo Fijo Total</i>	S/ 524 372,14	S/ 512 018,37	S/ 499 664,61	S/ 487 310,84	S/ 474 957,08
<b>COSTOS TOTAL</b>	<b>S/ 1 775 169,01</b>	<b>S/ 1 787 908,07</b>	<b>S/ 1 800 679,96</b>	<b>S/ 1 813 419,01</b>	<b>S/ 1 826 158,06</b>
<b>Ingresos Totales</b>	<b>S/ 2 798 086,98</b>	<b>S/ 2 927 885,94</b>	<b>S/ 3 060 633,24</b>	<b>S/ 3 204 215,78</b>	<b>S/ 3 351 049,91</b>
<b>Punto de Equilibrio (Económico)</b>	<b>S/ 948 263,58</b>	<b>S/ 907 466,58</b>	<b>S/ 869 103,52</b>	<b>S/ 831 394,90</b>	<b>S/ 795 862,55</b>
<b>Punto de Equilibrio (Unidades)</b>	<b>28 010</b>	<b>26 846</b>	<b>25 725</b>	<b>91 556</b>	<b>23 482</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 34. Tabla 22 A. Estado de ganancias y pérdidas.**

<b>ITEM</b>	<b>1 AÑO</b>	<b>2 AÑO</b>	<b>3 AÑO</b>	<b>4 AÑO</b>	<b>5 AÑO</b>
<b>Ingresos</b>	S/ 2 798 086,98	S/ 2 927 885,94	S/ 3 060 633,24	S/ 3 204 215,78	S/ 3 351 049,91
<b>Costos de Producción</b>	S/ 1 250 796,88	S/ 1 275 889,69	S/ 1 301 015,35	S/ 1 326 108,17	S/ 1 351 200,99
<b>Utilidad Bruta</b>	S/ 1 547 290,11	S/ 1 651 996,25	S/ 1 759 617,89	S/ 1 878 107,61	S/ 1 999 848,93
<b>Gastos Administrativos</b>	S/ 174 437,30	S/ 174 437,30	S/ 174 437,30	S/ 174 437,30	S/ 174 437,30
<b>Gastos de Comercialización</b>	S/ 133 651,20	S/ 133 651,20	S/ 133 651,20	S/ 133 651,20	S/ 133 651,20
<b>Depreciación</b>	S/ 187 703,65	S/ 187 703,65	S/ 187 703,65	S/ 187 703,65	S/ 187 703,65
<b>Utilidad Operativa</b>	S/ 1 051 497,95	S/ 1 156 204,09	S/ 1 263 825,73	S/ 1 382 315,46	S/ 1 504 056,77
<b>Gastos de Financiamiento (Intereses)</b>	S/ 259 790,32	S/ 233 811,29	S/ 207 832,26	S/ 181 853,23	S/ 155 874,19
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	S/ 791 707,63	S/ 922 392,80	S/ 1 055 993,47	S/ 1 200 462,24	S/ 1 348 182,58
<b>Impuesto a la renta (30%)</b>	S/ 237 512,29	S/ 276 717,84	S/ 316 798,04	S/ 360 138,67	S/ 404 454,77
<b>Utilidad Acumulada</b>	S/ <b>554 195,34</b>	S/ <b>645 674,96</b>	S/ <b>739 195,43</b>	S/ <b>840 323,56</b>	S/ <b>943 727,81</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 35. Tabla 23 A. Flujo de Caja.**

<b>ITEM</b>	<b>0 AÑO</b>	<b>1 AÑO</b>	<b>2 AÑO</b>	<b>3 AÑO</b>	<b>4 AÑO</b>	<b>5 AÑO</b>
<b>Inversión</b>						
<b>Capital Social</b>	S/ 2 252 309,68					
<b>Préstamos a CP y LP</b>	S/ 1 950 377,80					
<b>Total Inversión</b>	S/ 4 202 687,48					
<b>Ingresos</b>						
<b>Ventas al Contado (Contado)</b>		S/ 2 798 086,98	S/ 2 927 885,94	S/ 3 060 633,24	S/ 3 204 215,78	S/ 3 351 049,91
<b>Total Ingresos</b>		S/ 2 798 086,98	S/ 2 927 885,94	S/ 3 060 633,24	S/ 3 204 215,78	S/ 3 351 049,91
<b>Egresos</b>						
<b>Costos de Producción</b>		S/ 1 250 796,88	S/ 1 275 889,69	S/ 1 301 015,35	S/ 1 326 108,17	S/ 1 351 200,99
<b>Gastos Administrativos</b>		S/ 174 437,30	S/ 174 437,30	S/ 174 437,30	S/ 174 437,30	S/ 174 437,30
<b>Gastos de Comercialización</b>		S/ 133 651,20	S/ 133 651,20	S/ 133 651,20	S/ 133 651,20	S/ 133 651,20
<b>Amortización de préstamos</b>		S/ 195 037,78	S/ 195 037,78	S/ 195 037,78	S/ 195 037,78	S/ 195 037,78
<b>Total Egresos</b>		S/ 1 753 923,16	S/ 1 779 015,98	S/ 1 804 141,64	S/ 1 829 234,45	S/ 1 854 327,27
<b>Saldo Bruto (antes de Impuesto)</b>		S/ 1 044 163,82	S/ 1 148 869,96	S/ 1 256 491,60	S/ 1 374 981,33	S/ 1 496 722,64
<b>Impuesto a la renta</b>		S/ -	S/ 344 660,99	S/ 376 947,48	S/ 412 494,40	S/ 449 016,79
<b>Saldo (DI)</b>		S/ 1 044 163,82	S/ 804 208,97	S/ 879 544,12	S/ 962 486,93	S/ 1 047 705,85
<b>Depreciación</b>		S/ 187 703,65	S/ 187 703,65	S/ 187 703,65	S/ 187 703,65	S/ 187 703,65
<b>Saldo Final (Defocot / Superavit)</b>	-S/ 2 252 309,68	S/ 1 231 867,47	S/ 991 912,62	S/ 1 067 247,77	S/ 1 150 190,58	S/ 1 235 409,50
<b>Utilidad Acumulada</b>	-S/ 2 252 309,68	-S/ 1 020 442,21	-S/ 28 529,59	S/ 1 038 718,18	S/ 2 188 908,76	S/ 3 424 318,26

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 36. TIR, VAN, TMAR, costo beneficio.**

<i>Inversión Propia</i>	2%	10.0%	12.0%
<i>Socio Estrategico</i>	2%	10.0%	12.0%
<i>Inversión Financiera</i>		13.3%	13.3%

	% Aporte	TMAR	Ponderado
<i>Inversión Propia</i>	0.41	0.12	0.049
<i>Socio Estrategico</i>	0.27	0.12	0.032
<i>Inversión Financiera</i>	0.32	0.13	0.043

TMAR Global	0.124
-------------	-------

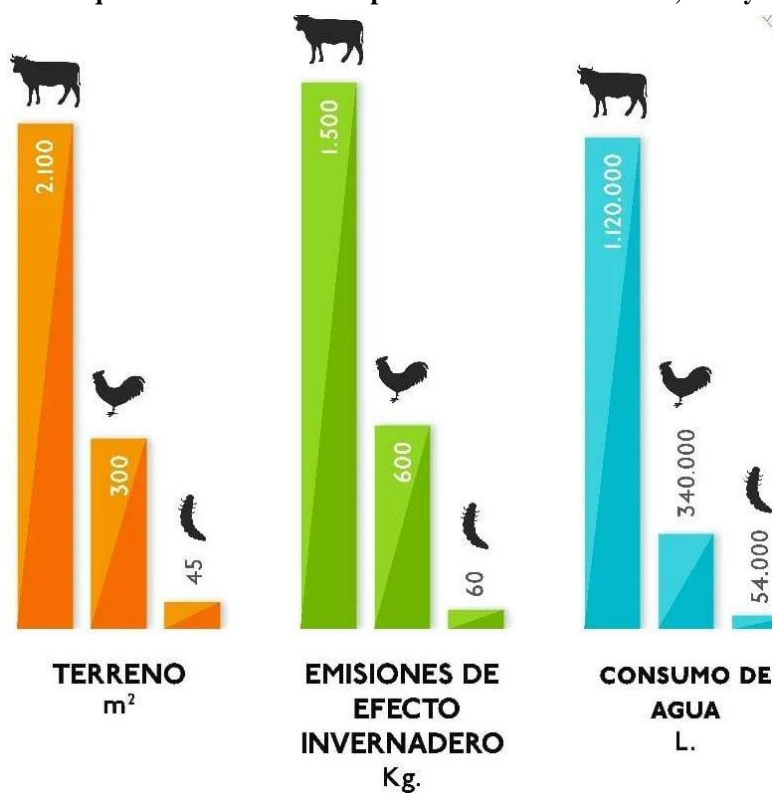
12%
-----

<i>Valor Actualizado Neto (VAN)</i>	S/.1,787,347.44
<i>Tasa Interna de Retorno (TIR)</i>	41%
<i>TMAR</i>	12%

<i>Beneficio Costo</i>	1.70
------------------------	------

**Fuente: Elaboración propia.**

**Anexo 37. Requerimiento de recursos para la crianza de vacunos, aves y larvas.**



**Fuente: Elaboración propia, en base a Veldkamp et al. [62]**

Anexo 38. Matriz de Leopold, aplicada al proceso de obtención de harina de larvas de *Hermetia illucens*.

TIPO DE IMPACTO			PROCESOS										PROMEDIOS POSITIVOS	PROMEDIOS NEGATIVOS	PROMEDIO ARITMETICO	IMPACTO POR SUB COMPONENTE	IMPACTO POR COMPONENTE	IMPACTO TOTAL
			RECEPCIÓN	HOMOGENIZADO	INOCULADO	TAMIZADO	LAVADO	DESHIDRATADO	PRENSADO	MOLIENDA	ENSACADO	ALAMCENADO						
FACTORES	FÍSICA	AGUA	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL	-1	-3	/	/	-1	/	/	/	/	/	/	3	-8	-52	-109
			CALIDAD DEL AGUA VERTIDA	-2	-5	/	/	-8	/	/	/	/	/	/	3	-44		
		SUELO	CALIDAD DEL SUELO	-1	-1	/	-1	-3	/	/	-1	/	/	5	-10	-10		
	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	-5	-5	-1	-2	-2	-4	-2	-5	-1	9	-47	-47				
	BIOLOGICO	ECOSISTEMA	ECOSISTEMA TERRESTRE	-2	-2	-1	-1	-1	-1			6	-10	-10				
		FLORA	FLORA	-1	-1	/	/	-2	-1	/	/	4	-11	-11				
	SOCIAL	SOCIAL	ECONOMÍA	1	-1	1	3	2	6	6	5	5	2	9	1	55	34	34
			SALUD	-1	-2	-1	-1	-4	-1	-1	-1	-1	9	-21				
	PROMEDIOS POSITIVOS			1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9				
PROMEDIOS NEGATIVOS			7	8	3	4	7	4	1	2	3	1		40				
PROMEDIOS ARITMÉTICOS			-17	-38	-3	3	-54	7	5	2	-2	1			-96			

Fuente: Elaboración propia.