



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**COMPLEJO REGIONAL CENTRO - SAN JOSÉ CHIAPA**

**DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN  
SEMIAUTOMATIZADA DE ALIMENTO PARA  
PECES**

**T E S I N A**

Que para obtener el título de  
**Licenciado en Ingeniería en Automatización y Autotrónica**

**P R E S E N T A**

Aldo Abraham Díaz Rodríguez

**ASESOR DE TESINA**

M.I. Luis Ángel Martínez Ramírez

Puebla, Pue., 31 de Julio de 2024

## **Agradecimientos**

En este momento me siento agradecido con la vida por haber llegado hasta este momento, en el que veo culminados mis estudios universitarios, siendo la guía y motivación que me permitió realizar mi propuesta de proyecto, donde todo esto no hubiera sido posible, de no ser por las personas que me apoyaron en esta etapa de mi vida.

En primera instancia quiero agradecer a mis padres, por darme la vida, por motivarme cada día a alcanzar mis metas, propósitos y sueños, por darme la oportunidad de tener una carrera universitaria, fruto de su esfuerzo diario por verme convertirme en un profesionalista, por todo ese amor y cariño que me motivo día con día.

Quiero agradecer a mi asesor y a mi tía Laura, por su dedicación y paciencia, ya que, gracias a sus retroalimentaciones, puntos de vista, correcciones y asesorías, no hubiera podido llegar hasta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos.

Quiero agradecer a mi novia María José, quien me motivo a encender la llama para llevar a cabo mi proyecto, que, gracias a su ayuda elegí y desarrollé este tema, quien también estuvo a mi lado apoyándome, dándome ideas y puntos de vista. De igual manera le agradezco a ella y a sus padres, quienes me apoyaron demasiado en mi estancia en Colombia y que también me motivaron siempre a concluir mi proyecto.

Finalmente quiero agradecer a la BUAP, por exigirme siempre para dar lo mejor de mi y demostrar mi potencial y que al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título. Gracias por darme las bases y las condiciones para aprender, formarme y obtener conocimientos.

## Resumen

En el presente proyecto se identifica que Colombia es un país productor de pescado, no obstante, su producción no cubre las altas demandas, por tanto, el objetivo de este proyecto es proponer un *layout* de una línea de producción de alimento para peces en Colombia.

Para fundamentar lo anterior se dan a conocer, datos que hablan sobre el posicionamiento de Colombia a nivel mundial y a nivel Latinoamérica respecto a su posicionamiento en producción piscícola, así como el panorama actual en el que se encuentra y el gran impacto que esta actividad ha tenido con el pasar de los años. De igual manera haciendo mención de lo fundamental que es el alimento para llevar a cabo dicha actividad.

Es así como el planteamiento del proyecto se basa, en contribuir por medio de la creación de una planta de alimento para peces, a que la actividad piscícola, siga teniendo mayor importancia, para contribuir activamente a cubrir la demanda de alimento para peces, con el plus de que el proyecto está enfocado enteramente a fabricar alimento para peces, haciendo que su producción un proceso más eficaz y enfocado a especies acuáticas.

Para ello, se desarrolla una investigación de cómo es que se fábrica y produce el alimento para peces, sabiendo esto se podrá realizar un diagrama de flujo del proceso con lo que se podrá determinar la maquinaria necesaria a utilizar, posteriormente, se diseña la propuesta mediante el uso de *software* de diseño, con lo que se hace la propuesta de la distribución de la línea de producción, finalmente, se crea un listado con la maquinaria y los costos, solo de la maquinaria a utilizar.

Finalmente se plantearán las conclusiones, se hará mención del trabajo a futuro, de cómo la planta podría llegar a mejorarse y complementarse, para hacer de su producción aún más efectiva.

# Contenido

## Tabla de contenido

Contenido .....	4
I. Lista de Figuras .....	5
II. Lista de Tablas .....	6
1. Introducción .....	7
1.1 Planteamiento del problema .....	10
1.2 Objetivos .....	11
1.3 Justificación .....	12
1.4 Alcances y limitaciones.....	12
1.5 Organización de la Tesis .....	13
2. Marco Histórico.....	15
2.1 Antecedentes históricos.....	16
2.2 Estado del arte .....	18
3. Marco Teórico.....	23
3.1 Diseño de plantas.....	23
3.2 Alimento .....	24
3.3 Maquinaria necesaria .....	25
4. Marco Metodológico .....	33
4.1 Procesos en la producción de alimento .....	34
4.2 Distribución de la planta.....	39
4.3 Propuesta de diseño.....	41
4.4 Resultados .....	51
5. Conclusiones y trabajo a futuro.....	52

5.1	Conclusión.....	52
5.2	Trabajo a futuro .....	53
6.	Referencias Bibliográficas.....	54
7.	ANEXOS.....	57

## I. Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b>	Producción acuícola por región 2020 (FAO, 2022)	1
<b>Figura 2.</b>	Producción acuícola de América Latina y el Caribe 2015-201 en miles de toneladas, (AquaTechnica, 2019)	2
<b>Figura 3.</b>	Molino de martillo (AGRIEXPO, 2024)	20
<b>Figura 4.</b>	Mezcladora (AGRIEXPO, 2024)	21
<b>Figura 5.</b>	Extrusora (AGRIEXPO, 2024)	22
<b>Figura 6.</b>	Secador (Fish-Feed-Extruder, 2018)	23
<b>Figura 7.</b>	Pulverizador/Rociadora (TAIZY,2011)	24
<b>Figura 8.</b>	Enfriador (Feedpelletizer, 2019)	24
<b>Figura 9</b>	Diagrama de flujo del proceso productivo, elaboración propia	26
<b>Figura 10.</b>	Diagrama de flujo con las etapas y tiempos de producción, Elaboración propia.	32
<b>Figura 11.</b>	Propuesta de Layout en 2D, elaboración propia mediante Sketchup.	33
<b>Figura 12</b>	Vista sobre el alzado Layout 3D (elaboración propia mediante Flexsim)	36
<b>Figura 13.</b>	Vista isométrica del Layout en 3D (elaboración propia mediante Flexsim)	36
<b>Figura 14.</b>	Representación de llegada de materia prima (elaboración propia mediante Flexsim)	37
<b>Figura 15.</b>	Representación de inicio del proceso productivo (elaboración propia mediante Flexsim)	37

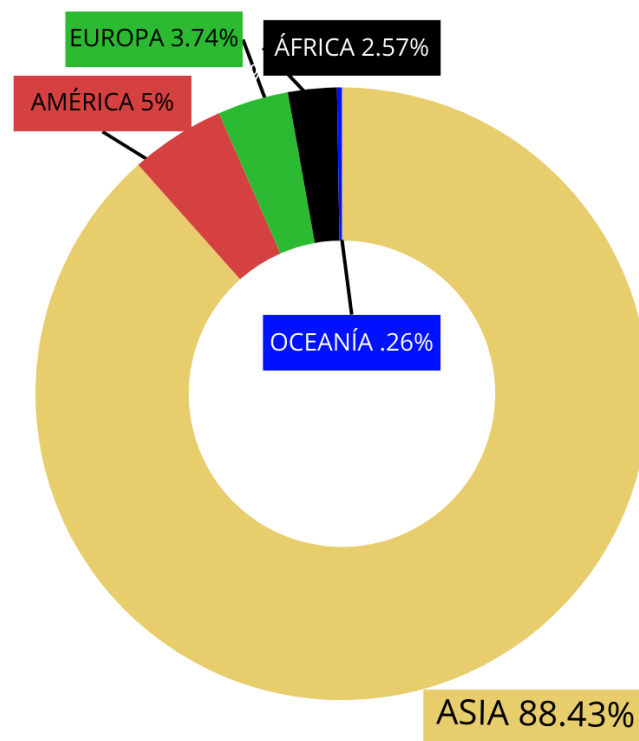
<b>Figura 16.</b> Representación de almacén y culminación del proceso (elaboración propia mediante Flexsim)	38
<b>Figura 17.</b> Representación de banda transportadora de tornillo (elaboración propia mediante Flexsim)	39
<b>Figura 18.</b> Representación de cinta transportadora de bandas (elaboración propia mediante Flexsim)	40
<b>Figura 19.</b> Representación de báscula (elaboración propia mediante Flexsim)	40
<b>Figura 20.</b> Representación de molino (elaboración propia mediante Flexsim)	41
<b>Figura 21.</b> Representación de mezcladora (elaboración propia mediante Flexsim)	42
<b>Figura 22.</b> Representación de extrusor (elaboración propia mediante Flexsim)	42
<b>Figura 23.</b> Representación de secadora (elaboración propia mediante Flexsim)	43
<b>Figura 24.</b> Representación de rociador (elaboración propia mediante Flexsim)	44
<b>Figura 25.</b> Representación de enfriador (elaboración propia mediante Flexsim)	44

## II. Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Maquinaria a emplear .....	51
<b>Tabla 2.</b> Dietas formuladas para la Oreochromis por la AUNAP .....	57

# 1. Introducción

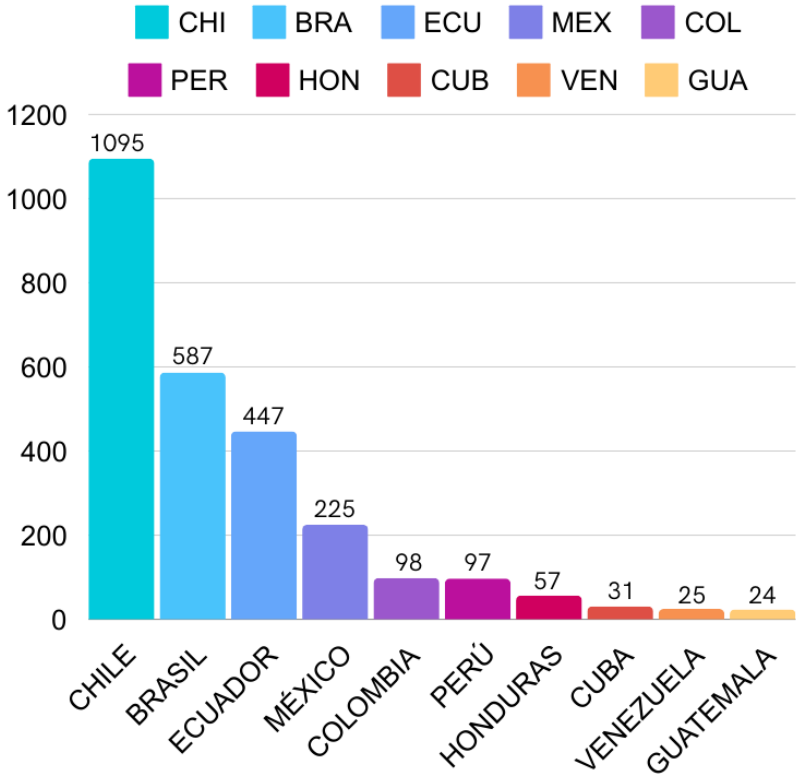
Actualmente la producción acuícola mundial es muy importante para el consumo humano, de ahí los altos índices de producción anual que genera y que aumentan cada año, así como los índices de exportación e importación de especies producto de la acuicultura marina y continental, por eso a continuación mostramos el panorama reciente de la producción acuícola a nivel mundial para identificar el impacto de esta actividad.



**Figura 1.** Producción acuícola por región 2020 (FAO, 2022)

Como muestra el gráfico de la figura 1, analizando la información según la FAO, en 2020 Asia se posicionó como el continente con mayor porcentaje de producción acuícola a nivel mundial superando al resto de continentes por un margen considerable, lo que demuestra que ha logrado un desarrollo tecnológico superior en la producción de especies acuáticas, tanto en consumo interno derivado del número de población concentrada en esa región, como para exportaciones. [14].

La segunda región, con un porcentaje del 5% de producción acuícola en el mundo es América, en consecuencia, para nuestro proyecto nos enfocaremos en el papel que tiene Colombia en la acuicultura continental, específicamente en la región de América Latina y el Caribe, los volúmenes de producción se presentan en el siguiente gráfico. [14].



**Figura 2.** Producción acuícola de América Latina y el Caribe 2015-2017 en miles de toneladas. (AquaTechnica, 2019)

En la figura 2 se muestra que en el periodo comprendido entre 2015-2017, Colombia se posicionó como el quinto país con mayor producción acuícola en miles de toneladas, solo superado por Chile, Brasil, Ecuador y México, esto nos da un panorama en el que Colombia recién incursionaba en el desarrollo del cultivo de especies acuáticas en la región, pero esto tendría un cambio significativo en años recientes, ya que se le consideró como una actividad redituable, a partir de eso tuvo más inversión y mayor participación por parte de los acuicultores. [26].



Actualmente la industria piscícola representa una de las fuentes de alimento más importantes en la dieta colombiana, de la cual, la especie con mayor comercialización es la tilapia. El sitio *Contexto Ganadero* expone que en 2018 hubo un aumento del 24% en la exportación de productos acuícolas en comparación con el 2017 [4].; no obstante, al ser un mercado con gran demanda, el alimento que se produce para abastecer a este grupo no es suficiente. En relación con la demanda, tan solo en el año 2020 el consumo per cápita por persona fue de 8.8 kg aproximadamente derivado de la pesca y la acuicultura. [20].

Estos datos respaldan la necesidad de potencializar la producción de la tilapia roja, creando plantas de producción especializadas en la fabricación de alimentos balanceados para esta especie. Estas industrias abrirían paso a mejorar la eficiencia de su producción, optimizando los procesos, reduciendo costos y aumentando la productividad. Al respecto, los siguientes datos revelan la necesidad de producir alimentos para la acuicultura "Actualmente en el país existen alrededor de 20 fábricas que producen alimentos concentrados para animales, de las cuales, 7 producen alimentos para acuicultura como parte integral de su producción." [21].

Estos números evidencian la necesidad de crear una fábrica de alimentos especializada, que contribuya a crear un producto con las exigencias específicas, a fin de participar en el mercado de fabricación y proveeduría de alimentos para especies acuáticas. El fortalecimiento de la industria piscícola en Colombia aumentaría su posición regional e internacional, permitiendo la apertura de oportunidades comerciales y el mejoramiento de su economía.

Por lo expuesto, se plantea la idea de proponer un *layout* de una línea de producción semiautomatizada de alimentos para la industria piscícola mediante softwares de diseño enfocada a especies acuáticas de mayor consumo en Colombia. Para esto, se identifica la maquinaria necesaria para poder implementar la línea de producción. Estas máquinas deben cumplir con las características que exige la fabricación del concentrado, con las especificaciones de producción, tiempo y normativa.

## 1.1 Planteamiento del problema

Actualmente a nivel nacional, Colombia produce pescado para exportación en gran escala, pero se le presenta el gran desafío de producir también para consumo propio. Por esto el país se ve rebasado en la producción de carnes mar-tierra con respecto a la población consume, este hecho plantea la necesidad de acelerar la producción de más pescado para el consumo nacional. Con esto el sector piscícola se ha visto en la necesidad de crecer sus números de centros de crianza y reproducción.

Un especialista explica que “Frente al reciente crecimiento del sector piscícola, que experimentó un aumento del 10 % solo en 2023 y se espera que continúe en esa progresión, según el director de la FEDEACUA, este crecimiento se refleja en una producción anual de 195,000 toneladas, resultado de la acuicultura nacional” [19]. De ello se deriva la posibilidad de que la demanda de alimento para peces aumente proporcionalmente o incluso supere los niveles actuales.

Estas cifras reiteran la necesidad de contribuir a cubrir la demanda de pescado, que al aumentar cada año incide en que aumenta la producción, principalmente por exportación de especies finas e importación de especies baratas, en un ciclo en el que gran parte de lo producido se exporta y un porcentaje se queda en el país, a la par que se importa lo que otros países producen, derivado de la densidad de población mundial y nacional.

En 2023, "se registró una población de 52,215,503 millones de colombianos" [12]., y se considera que el promedio de consumo que “en 2020 fue de 8.8 kilogramos de pescado por persona al año” [20]. y suponiendo que se mantuvo esa cantidad y que toda la población consume pescado, se infiere una proyección de 459,496.43 toneladas anuales de demanda de pescado en Colombia.

Teniendo en cuenta estos datos podemos deducir lo siguiente: Colombia consume más cantidades de pescado que las que produce. Sin embargo, una gran parte de lo producido en el país se exporta, y para cubrir la demanda interna se ve obligada

a importar pescado de otros países. Además, dado que el cultivo por piscicultura continental o marina se ve rebasada por la demanda interna y los piscicultores no se dan abasto para aumentar la producción de peces, esto obliga a destinar, a corto plazo más recursos a fin de aumentar la producción piscícola. Primero, dentro de las granjas que ya existen y, después, exige crear nuevas granjas, lo que genera una mayor demanda de alimento para peces.

Todo ello hizo pensar en aportar al desarrollo de la producción piscícola, generando el presente proyecto para crear un *layout* como propuesta, a fin de contribuir planteando una línea de producción semiautomatizada de alimento para peces con el fin de que los inversionistas vean viabilidad en el proyecto para así dar un paso ante el mercado de proveedores de alimento para granjas acuícolas y, en consecuencia, apoyar con la demanda de alimentos para especies acuáticas a nivel nacional, y subsecuentemente para cubrir la demanda alimentaria que exige el consumo humano.

## **1.2 Objetivos**

### **Objetivo General.**

Diseñar el *layout* de una línea de producción semiautomatizada para la fabricación de alimentos para peces mediante software de diseño.

### **Objetivos Específicos.**

- Identificar la maquinaria a utilizar en la fabricación de alimentos para peces, así como sus características.
- Describir el proceso de producción del alimento.
- Elaborar un diagrama de procesos de la línea de producción.
- Identificar el tipo de software que es necesario para diseñar el *layout* en cuestión.
- Diseñar el *layout* de la planta en 2D y 3D de la línea de producción de alimentos en la industria piscícola.

### **1.3 Justificación**

Colombia es un país bien posicionado en la producción de alimentos derivados de la actividad acuícola, muestra un crecimiento notable en los últimos años; este aumento ha permitido satisfacer en parte, sólo en parte, la demanda alimentaria nacional e internacional.

En un sitio oficial se menciona que el aumento de la demanda del consumo y exportación de especies acuáticas genera un aumento en la reproducción y crianza de estas, por lo que se requirieron mayores inversiones en infraestructura y espacios para consolidar a las productoras acuícolas. Un factor clave a considerar en este proceso es la adquisición de alimento para peces, el cual puede representar hasta un 70% de los costos de operación de una granja acuícola. [4].

De este modo, se identifica la importancia de desarrollar proyectos que incidan en el crecimiento de la producción acuícola. Un aporte es la propuesta de generar alimentos para peces, y como parte de ello plantear el diseño del *layout* de una línea de producción semiautomatizada de alimentos para peces, como un aporte a la industria piscícola. El *layout* se diseña mediante un *software* de diseño.

### **1.4 Alcances y limitaciones**

#### ***Alcance***

El alcance del presente proyecto se centra en la concepción de la distribución de la maquinaria a emplear en la línea de producción, así como el análisis de los costos para ver la viabilidad de la inversión, se incluiría la propuesta de diseño tomando en cuenta un área específica para erigir la planta, la cotización de equipo, materia prima y normatividad. Determinaremos la maquinaria que será empleada teniendo en

cuenta sus características para así poder crear la propuesta de *Layout* de distribución de la planta.

### ***Limitaciones***

Una situación que podría presentarse en la creación del ante proyecto de la línea de producción sería una limitación referente a los elementos utilizados para nuestra simulación en Flexsim, ya que el software libre establece un límite de 30 elementos que pueden simularse a la vez, respecto a una posible implementación a futuro serían las restricciones de presupuesto, normativa, determinación del área o terreno para establecer la planta, así como si el espacio donde se lleve a cabo la instalación no cuente con las prestaciones de agua, electricidad y servicios públicos requeridos.

## **1.5 Organización de la Tesis**

En el presente apartado se describe de manera sintetizada la organización y el contenido del presente trabajo de investigación. La descripción se hace en términos generales para cada capítulo, así como las ideas que en ellos se mencionan.

### **Introducción**

En este capítulo se plantea un panorama general del estado de la acuicultura mundial y el impacto que esta tiene. Se complementa con datos regionales hablando a nivel continente de manera puntual en América Latina y el Caribe, donde que es donde se inscribe la situación contemporánea de Colombia en la producción acuícola.

Es en este punto se aportan datos que hablan sobre los niveles de crecimiento de la producción acuícola en Colombia, y el papel de las exportaciones anuales que involucran una mayor producción de peces. Además, se menciona que en el país

existen plantas productoras de alimento, pero la producción de alimento para peces no es el rubro más importante.

Es en ese capítulo donde se resalta la idea de poder llegar a contribuir activamente con el proyecto para cubrir la demanda de alimento no porque exista escasez, sino para hacer más accesible y de mejor calidad el alimento para peces en Colombia.

### **Marco Histórico**

En este capítulo se da un contexto general de la importancia de la industria pesquera a nivel mundial y su evolución, así como los factores que se debe tener en cuenta para llevar a cabo dicha actividad. Un aspecto importante de este apartado son los datos que enfatizan las óptimas condiciones geográficas con las que cuenta Colombia para llevar a cabo la acuicultura continental y marina.

Derivado de ello se ofrece una breve síntesis de la historia de la acuicultura en Colombia, los niveles de exportación de las principales especies criadas en el país y de manera específica se menciona la importante participación del departamento del Meta en la producción acuícola a nivel nacional que es donde llegaría a estar ubicada nuestra planta.

Finalmente, se dan a conocer las principales fuentes de las cuales se recabó información, así como las fuentes complementarias que dan soporte al presente trabajo, las cuales, *grosso modo*, hablan sobre acuicultura, la concepción de plantas de producción y el proceso productivo de alimentos.

### **Marco Teórico**

En este capítulo se abordan los temas base que soportan el presente proyecto. Se incluye la definición de diseño y el diseño de plantas, de igual manera se hace mención del concepto de alimento, como parte del proyecto cuyo fin es la creación de una planta productora de alimento para peces exclusivamente. Complementado

con una breve descripción de la maquinaria que se emplearía para la elaboración del alimento.

### **Marco Metodológico**

En este capítulo se hace la descripción de la aportación del proyecto, se puntualizan los puntos específicos de su desarrollo, distribución, pasos del proceso, apariencia visual, funcionamiento y las máquinas dentro proceso, donde se da una visión general detallada de nuestro *Layout*.

### **Conclusiones y trabajo a futuro**

En el capítulo final del presente proyecto se describen los aprendizajes que dejó la realización de este proyecto, así como el trabajo a futuro y las propuestas de mejora que podrían aplicarse o aspectos complementarios, que aportarían más valor a nuestro proyecto.

## **2. Marco Histórico**

### **INDUSTRIA PESQUERA**

Respecto a una actividad tan productiva como necesaria, Erazo Pino y Sánchez Belalcázar escriben sobre “la pesca, como actividad milenaria, cuyo objetivo principal ha sido satisfacer las necesidades alimentarias del ser humano, que ha ido creciendo, donde las técnicas e instrumentos de captura han ido perfeccionándose con los siglos, haciendo de la pesca una actividad productiva importante. Actualmente la producción pesquera mundial presenta un índice de aumento anual constante, esto se debe al crecimiento demográfico y la urbanización. Aunado a ello, para esta actividad se crean nuevas tecnologías a fin de hacerla más efectiva. [13].

De ello se ha planteado la exigencia de, ante una alta demanda de un recurso como éste que no es infinito, de buscar una alternativa que pueda optimizar la explotación de dicho recurso.

La alternativa que surge en respuesta fue la acuicultura, que ayudó a cubrir la demanda de pescado y atenuar la captura excesiva. Esta bio-técnica ha permitido que cuerpos de agua como los ríos, lagunas, lagos y áreas costeras sean fuentes aprovechables de recursos acuáticos, lo que posibilita aumentar la disponibilidad de alimentos.

Se entiende por acuicultura a un repertorio de acciones cuya finalidad es el cultivo de especies acuáticas, destinado a producir, criar y comercializar organismos de aguas dulces, salobres y saladas, útiles para el consumo. Esto implica recrear de forma parcial o total el ciclo biológico natural de las especies seleccionadas, prácticas que son distintas según la fase del ciclo biológico que el cultivo requiera, mediante el control de los organismos y el medio acuático. [13].

## **2.1 Antecedentes históricos**

### **La piscicultura en Colombia**

Se considera que Colombia es uno de los países con mayor índice de biodiversidad y especies de peces, su clima tropical da pie a la formación de cuencas hidrográficas., hecho que lo posiciona entre los países más ricos del mundo en recursos hídricos. El país tiene una diversidad de sistemas hidrológicos, tanto como de agua dulce, como salobres y marinos, distribuidos en una gran variedad de pisos térmicos con características climáticas estables durante el año. [13].

La piscicultura en Colombia se inició a finales de la década de los 30 del siglo pasado, tiempo en el que se introdujo a la trucha Arcoíris (*Onchprhybchus mykiss*), con ello se buscó repoblar las lagunas de aguas frías en la región andina, siendo esta una especie de mayor valor económico que las especies nativas. Posteriormente a finales de la década de los 70 se introdujo la tilapia (*Oreochromis* sp) y a principios de la década de los 80 se iniciaron trabajos con algunas especies nativas, principalmente con la cachama Blanca (*Piaractus Brachypomus*) y Negra (*Colossoma Macropomum*), con el fin de fomentar la diversificación en actividades



encaminadas para fuentes de ingreso de los pequeños productores campesinos. [13].

En los 80, la actividad piscícola creció a un ritmo acelerado y en la primera década del siglo XXI se desarrolló de forma desordenada, descoordinada y sin una planificación adecuada, por lo que los acuicultores tuvieron problemas técnicos, económicos y ambientales [24].

Minagricultura describe el crecimiento de la producción de la siguiente manera

“La producción de la acuicultura nacional para el 2020 fue de 175,000 toneladas, de las cuales el 58 % corresponden a la tilapia roja y plateada, el 19 % de cachama blanca y negra, cerca de un 6 % de trucha y el 7 % restante de otras especies nativas y exóticas. Donde el 96 % de la producción nacional de tilapia fue exportada a Estados Unidos, en el año 2020 las exportaciones de tilapia y trucha ascendieron a un 47.91 % en volumen 25.52 % en valor, se destaca el crecimiento de la tilapia roja entera fresca, la cual registró un enorme crecimiento en volumen. [20].

Erazo Pino y Sánchez Belalcázar hacen saber que “Tan sólo desde finales de los años setenta, en el país se empezaron a explotar los recursos hídricos para montar centros piscícolas, desde entonces se ha notado un gran potencial de producción piscícola gracias a la riqueza hídrica con la que se cuenta.” ( 2015).

“Según la encuesta nacional agropecuaria del segundo semestre de 2019, los departamentos del Huila, Meta y Tolima representan en conjunto el 17% de las unidades de producción agropecuaria con presencia de acuicultura donde se concentra el 58% de la producción. Tan solo en el año 2020 el Meta se posicionó como el segundo mayor productor acuícola del país con un 11% de la producción nacional equivalente a 18.750 toneladas, cifra que año con año aumenta considerablemente.” [20].

## **2.2 Estado del arte**

A continuación, se presentan los trabajos más importantes de los que este proyecto recaba información y toma como guía para realizar su marco informativo.

### **Diseño de un proceso de obtención de alimento para peces a nivel industrial en el marco del proyecto de regalía ID VRI 3883 - SGR. Obtenido de Universidad del Cauca**

[13].Erazo Pino y Sánchez Belalcázar, C. A. (2015). Hacen una propuesta del diseño de la planta de obtención de alimento para peces para que pueda ser construida, con lo que se realiza la propuesta de la descripción del proceso y los equipos a nivel de laboratorio, para elaborar el diagnóstico y se proponen los requerimientos para el proceso a nivel laboratorio. Con ello se hace la propuesta de equipos para el funcionamiento de la planta a mayor escala, para así poder realizar el diseño y modelado del proceso de obtención de alimento para peces a nivel industrial. Es un proyecto específico que se centra en las necesidades de una comunidad vulnerable donde dependiendo de su topografía se hizo un diseño especial de los estanques de piscicultura intensiva, y se realizó un manual de piscicultura intensiva específico mientras que en la tesis el estudio de factibilidad de proyecto empresarial de producción y comercialización de mojarra roja con proyección en la ciudad de Bogotá se enfoca en globalizar un poco el cultivo de piscicultura y en estandarizar las medidas de los estanques y se su investigación e implementación se centra en la venta de pescado eviscerado a proveedores minoristas.

### **INGENIERIA INDUSTRIAL-Introducción al diseño de plantas**

[9]. Bocangel Weydert, G. A. et. al (2021), Proponen que el diseño de plantas industriales es un trabajo de gestión que implica una correcta coordinación física de todos los elementos industriales, desde lo más insignificante hasta lo más importante, como lo son el personal, equipo, almacenamiento, área, sistemas de mantenimiento de materiales y demás servicios que se necesitaran, ya que se requiere el diseño y la ordenación de las áreas de trabajo y de los equipos para una

correcta, segura y satisfactoria producción en torno de la planta industrial. Con ello el diseño de planta consiste en determinar la correcta distribución y más eficiente de un número de departamentos indivisibles con requerimientos de área desigual en el interior de una instalación ya que el objetivo es minimizar los costes dentro de la planta. Resolviendo los problemas de situar los componentes físicos que intervienen en el proceso de fabricación de modo que este sea el más óptimo posible.

Se concluye que para cada actividad industrial es necesario tener el estudio de disposición de planta determina un procedimiento considerado ventajoso para alcanzar la máxima eficiencia. No todos los estudios plantean la construcción de una nueva fábrica; de hecho, lo más común es la reordenación de los servicios y equipos actuales dentro de un edificio existente. El procedimiento más frecuente es una ligera modificación y la mayor parte de la atención está dedicada al flujo del material. La distribución de una planta es una actividad del ingeniero industrial en la cual su experiencia y conocimientos técnicos permiten desarrollar un análisis sistemático y proponer una distribución de planta, proyectada para responder a los cambios futuros. La naturaleza de una distribución de planta es tal que, una vez hecha, los errores cometidos tienden a permanecer como costos de operación. Por ello, deben hacerse verdaderos esfuerzos para detectar y eliminar tales errores.

**Prospectiva de la Piscicultura en Colombia al 2030 - Estudio a realizar en seis departamentos: Meta, Valle del Cauca, Cauca, Antioquia, Cundinamarca y Santander.**

Alzate Herrera J. C. (2016). Realiza un estudio de la prospectiva de la piscicultura en Colombia y su proyección para el 2030, donde se identifican las principales variables relacionadas con las innovaciones en subproductos piscícolas. Menciona que el sector piscicultor como actividad productiva estratégica, dadas las potencialidades que Colombia tiene en este campo y los impactos económicos y sociales que genera esta cadena. Propone crear una política de Estado en este sentido sería fundamental, así como también la cooperación nacional del gremio y

asociaciones del sector piscicultor para dar continuidad a los proyectos de investigación que se adelantan en el país con el estudio se logran identificar las principales variables relacionadas con las innovaciones en subproductos piscícolas.

A continuación, se presenta un listado de referencias complementarias, de las cuales también se consultó información.

- **Parámetros de Calidad y Metodologías para Determinar las Propiedades Físicas de Alimentos Extruidos para Peces-** Hoyos J., Villada H., et al, (octubre, 2017). Parámetros de Calidad y Metodologías para Determinar las Propiedades Físicas de Alimentos Extruidos para Peces Recuperado de: <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v28n5/art12.pdf>
- **Proyecto aplicado en piscicultura para el mejoramiento de las condiciones económicas de los campesinos en la vereda Agua Zarcas, del municipio El Dorado, Meta** - Henao D., (2020), Proyecto aplicado en piscicultura para el mejoramiento de las condiciones económicas de los campesinos en la vereda Agua Zarcas, del municipio El Dorado, UNAD, Meta Recuperado de: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/39437/Dhenaoca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- **Manual práctico para la preparación de alimentos balanceados artesanales para piscicultura** - Gutiérrez M., Merino C., (2019) Manual práctico para la preparación de alimentos balanceados artesanales para piscicultura. AUNAP. Recuperado de: <https://www.aunap.gov.co/documentos/Fomento/manuales/Manual-preparacion-de-alimentos-artesanales.pdf>
- **Prospectiva de la Piscicultura en Colombia al 2030 - Estudio a realizar en seis departamentos: Meta, Valle del Cauca, Cauca, Antioquia, Cundinamarca y Santander** - Alzate Herrera J., (2018), Prospectiva de la Piscicultura en Colombia al 2030 - Estudio a realizar en seis departamentos: Meta, Valle del Cauca, Cauca, Antioquia, Cundinamarca y

Santander, UPB, Recuperado de:

<https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4574>

**Formulación, fabricación, evaluación de dietas para peces** - Dartagnan P., Hernández A., Formulación, fabricación, evaluación de dietas para peces (Julio, 2020), Salmon Expert, Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/344159330\\_Formulacion\\_fabricacion\\_y\\_evaluacion\\_de\\_dietas\\_para\\_peces](https://www.researchgate.net/publication/344159330_Formulacion_fabricacion_y_evaluacion_de_dietas_para_peces)

- **Diseño del plan HACCP para una línea de fabricación de alimento extruido seco para mascotas** - Magallanes J., (2021), Diseño del plan HACCP para una línea de fabricación de alimento extruido seco para mascotas, ESPOL, Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/52444>
- **Diseño de Planta Artesanal Alimentos Concentrados Animales** - Rojas F., Quiñonez J., (2022), UIS, Diseño de Planta Artesanal Alimentos Concentrados Animales, Recuperado de: <https://noesis.uis.edu.co/items/c72dac18-ebea-4b6c-80b8-ac856499066c>
- **Diseño de una Nueva Planta de Alimento Balanceado para la empresa ALBA MIX NUTRICIÓN S.A.C. para mejorar su productividad** - Pierina S., Diseño de una Nueva Planta de Alimento Balanceado para la empresa ALBA MIX NUTRICIÓN S.A.C. para mejorar su productividad, (2017), USAT, Recuperado de : <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1310>
- **Diseño de una Planta para la Elaboración de Concentrados para la Nutrición de los Animales Productores en el Municipio de La Jagua de Ibirico** - Arzuaga H., Diseño de una Planta para la Elaboración de Concentrados para la Nutrición de los Animales Productores en el Municipio de La Jagua de Ibirico, (2022), UDES, Recuperado de: <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/de33e5b7-2cb0-4d60-a490-a440644d137a>
- **Formulación y Evaluación de un Alimento Balanceado a Base de Harina de Sangre de Pollo para el Crecimiento del Bagre “LIFE** - Nuñez E., Tineo O. R., (2020), USS, Formulación y Evaluación de un Alimento Balanceado a Base de Harina de Sangre de Pollo para el

Crecimiento del Bagre  
“LIFE, Recuperado de:  
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7296>

- **Propuesta para el Sistema de Fabricación y Comercialización de una Empresa Dedicada a la Elaboración de Alimento para Perros** - Aguacia P., Leal C., Propuesta para el Sistema de Fabricación y Comercialización de una Empresa Dedicada a la Elaboración de Alimento para Perros, (2022), USTA, Recuperado de: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/48976>
- **Diseño de una Planta Procesadora de Tilapia para Exportación – Procesamiento de Tilapia para Exportación** - Alvia M., Idrovo R. Diseño de una Planta Procesadora de Tilapia para Exportación – Procesamiento de Tilapia para Exportación, (2016), Upacífico, Recuperado de: [https://uprepositorio.upacifico.edu.ec/bitstream/123456789/95/1/TMMA\\_UPAC\\_21041.PDF](https://uprepositorio.upacifico.edu.ec/bitstream/123456789/95/1/TMMA_UPAC_21041.PDF)
- **Diseño y Distribución de una Línea de Molienda y Mezclado para Planta de Alimento Balanceado** - Castro J., Diseño y Distribución de una Línea de Molienda y Mezclado para Planta de Alimento Balanceado, (2018), ESPOL, Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/42473>

Del presente proyecto se distingue y se analiza el panorama reciente de la piscicultura en Colombia a nivel local, así como en el contexto mundial. De este modo el proyecto presenta una solución fundamentada con base en la creación de una línea de producción de alimento a nivel de diseño en software, así como la selección y distribución de la maquinaria que se emplearía si se llega a concretar la inversión para ver materializado el proyecto.

### **3. Marco Teórico**

El diseño es el primer concepto que hay que precisar: “Para comprender con mayor certeza que es el diseño, es necesario conocer el origen etimológico de la palabra misma; diseño viene del italiano disegnarre que significa dibujar, que a su vez se deriva del latín designare que evoca: marcar, trazar, ordenar y disponer. Sin embargo, la palabra latina designare también proviene del término: signa que se refiere a seña. Lo que actualmente conocemos como diseño se gestó en Inglaterra por lo que en inglés la palabra design funciona como verbo y como sustantivo, mientras que en español la palabra diseño puede usarse como un sustantivo y en la conjugación del verbo en la primera persona.” [15].

#### **3.1 Diseño de plantas**

[9]., et al. mencionan que “Para el diseño de plantas industriales, se debe llevar a cabo una óptima gestión y coordinación física de todos los elementos industriales. Desde lo más insignificante hasta lo más importante aspectos que van desde el personal, equipo, almacenamiento, área, sistemas de manutención de materiales y demás servicios que se necesitarán, ya que se requiere el diseño y la ordenación de las áreas de trabajo y de los equipos para una correcta, segura y satisfactoria la producción en torno de la planta industrial.

El principal desafío consiste en determinar la correcta y eficiente distribución del número de departamentos indivisibles, con requerimientos de área desigual en el interior de una instalación con el fin de minimizar los costes dentro de la planta con ello podemos resolver problemas de situar los componentes físicos que intervienen en el proceso de fabricación, de modo de que este sea óptimo.

El éxito de una buena distribución en planta depende del lograr una correcta combinación entre la mano de obra, materiales, maquinaria y transporte dentro de las instalaciones de una manera eficiente, dando como resultado, que el orden de las áreas de trabajo y de equipos sean más económicos, sin dejar de lado que

dichas áreas sean seguras y satisfactorias para los trabajadores, haciendo que el proceso productivo sea eficiente. “ [9].

### **3.2 Alimento**

Para el proyecto es importante tener en cuenta una definición de lo que es el alimento y la importancia que este tiene, ya que será el producto que se realizará con nuestra línea de producción en donde a continuación se dan detalles generales referentes al alimento.

Erazo Pino y Sánchez Belalcázar escriben en relación con la intensificación de la producción acuícola: “El alimento es un insumo importante en la crianza y producción de peces en cautiverio. Los avances de la piscicultura semi intensiva e intensiva, han llevado a que se creen y desarrollen nuevos patrones de alimentación, que sean más eficientes y que estén basados en los requerimientos nutricionales; particulares, para cada especie a cultivar, con esto el animal presenta un crecimiento adecuado en menor tiempo y bajo costo. Por ello el alimento que se le suministre debe poseer características nutricionales óptimas y específicas, tanto en la industria que produce el alimento para peces como el de otras especies animales, por lo que las materias primas, el proceso productivo y el almacenamiento del producto deben ser sometidos a estrictos controles de calidad. La calidad será un factor determinante el cual nos garantizará el éxito del cultivo. Esto se garantizará por la calidad de los ingredientes utilizados en la preparación, como el tipo de procesamiento sometidos antes y durante la producción. Adicionalmente, el cuidado que se tenga para almacenar tanto los ingredientes como el producto terminado influyen notablemente en las propiedades nutritivas.

En la elaboración del alimento es importante hacer una formulación balanceada, calculada a partir de las materias primas con las que se elaborará, una combinación o mezcla que cubra los requerimientos nutricionales de la especie para la que será destinado a un bajo costo, para así hacer más rentable la crianza. En la elaboración de una dieta artificial para peces se consideran dos etapas principales: la formulación y el proceso de fabricación.



La formulación de dietas para peces, pero en general para cualquier especie animal que se críe intensivamente, es la parte más importante en la producción del alimento, por ello se debe tener bastante información, sobre las condiciones naturales de alimentación y el sistema digestivo de la especie e información de las materias primas disponibles para realizar la dieta.” [13].

En el anexo (1) se presentan tres dietas diferentes formuladas por la AUNAP, las cuales fueron diseñadas en base a una de las especies que más se produce en Colombia la cual es la mojarra.

### **3.3 Maquinaria necesaria**

La selección de maquinaria dependerá principalmente del sitio en el que será instalada, de sus dimensiones y de la capacidad de producción que se desee tener, ya que existe una gran variedad de maquinaria con bastantes similitudes entre sí, pero con características específicas diferentes.

#### **Molino de martillos**

“Un molino de martillo es una máquina diseñada para triturar o pulverizar materiales sólidos en partículas más pequeñas mediante el uso de martillos rotativos. Su diseño y función hacen que sea especialmente eficiente en la reducción de tamaño de una variedad de materiales, desde granos y alimentos para animales hasta materiales reciclables, productos químicos y más.” [2].



**Figura 3.** Molino de martillo (AGRIEXPO, 2024)

## Mezcladora

“Las mezcladoras ya sea en su versión vertical u horizontal son máquinas diseñadas para realizar una tarea fundamental en la agroindustria: lograr una mezcla homogénea y uniforme de diferentes tipos de granos perfectamente combinados en una proporción precisa. Esta uniformidad no solo es esencial para mejorar la calidad del producto final, sino que también optimiza los procesos de producción y reduce el desperdicio.” [1].



**Figura 4.** Mezcladora (AGRIEXPO, 2024)

#### Extrusora

“La extrusión consiste en un proceso por el que se pueden llegar a crear objetos con una sección transversal definida y fija. Consiste en empujar con un troquel cierto material en una sección transversal deseada. Se puede decir también, que es un tipo de proceso industrial mecánico por medio del cual una materia se moldea gracias a un flujo continuo que tiene presión y empuje el cual lo hace pasar por un molde que será el encargado de darle la forma deseada.” [10].



**Figura 5.** Extrusora (AGRIEXPO, 2024)

#### Secador de cinta de malla

“Máquina secadora de banda, los materiales son transferidos a la caja de secado por el transportador de banda. El aire caliente fluye a través de la caja de secado, eliminando la humedad del material para lograr el efecto de secado.

La mayor ventaja de una secadora de cinta es que puede realizar un secado continuo automático. La secadora de cinta puede realizar alimentación y descarga continua, mientras toda la secadora está en estado abierto.” [5].



**Figura 6.** Secador (Fish-Feed-Extruder, 2018)

#### Máquina de pulverización de aceite

“La máquina de pulverización de aceite es la máquina que rocía aceite como grasa animal sobre pellets de alimento a medio terminar después del secado. Este paso aumentará la inductividad y la palatabilidad de los pellets. Los pellets a medio terminar salen de la secadora con alta temperatura en superficie. Luego, la máquina de pulverización de aceite rocía aceite sobre gránulos de alimentación, que pueden absorberse fácilmente debido a dicha temperatura. Mientras tanto, los pellets de alimentación están rodando una y otra vez impulsados por la rotación del tambor.” [6].



**Figura 7.** Pulverizador/Rociadora (TAIZY,2011)

#### Enfriador de pellets de alimentación

“El enfriador de pellets de contraflujo se utiliza para enfriar los pellets de alimento que salen del extrusor o del pulverizador de aceite. El enfriador de pellets enfría el alimento caliente de 80 a 90 °C a aproximadamente 3 a 5 °C por encima de la temperatura ambiente haciendo que los pellets de alimento se sequen.” [7].



**Figura 8.** Enfriador (Feedpelletizer, 2019)

### **3.4 Normativa**

Para llevar a cabo la posible instauración de la planta de producción es importante considerar la normativa, que rigen las operaciones y las funciones acordes a estándares de calidad y sanidad en la producción de alimentos. Por lo que se toman en cuenta las siguientes normas colombianas y una internacional para garantizar que el alimento se producirá con base en lo establecido. A continuación, se describen las siguientes normas:

#### **Resolución 61252 de 2020**

Es instaurada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en la cual “se establecen los requisitos de los fabricantes e importadores de alimentos para animales, así como los requisitos y el procedimiento para el registro de alimentos para animales, así como otras disposiciones” [18].

Siendo su principal enfoque, donde nos dice que, para la elaboración de alimento se debe considerar el ideal de “Buenas prácticas de manufactura de alimentos para animales (BPMAA), los cuales son los principios básicos y prácticas generales sanitarias en la manipulación, procesamiento, envasado, almacenamiento y transporte de alimentos para animales con el objeto de garantizar que estos se fabriquen en condiciones sanitarias que disminuyan los riesgos químicos, físicos y biológicos inherentes a la fabricación y sean seguros para la población animal de destino.” [18].

#### **Norma Técnica Colombiana. NTC 3688 “Alimentos para peces”**

La presente norma menciona que se “establecen los requisitos que debe cumplir y los ensayos a los cuales se debe someter el alimento completo para peces, específicamente “la Norma Técnica Colombiana NTC 3688 sobre ‘Alimento completo para Peces’ establece los requisitos y especificaciones que debe cumplir el alimento destinado para la alimentación de peces en acuicultura. Esta norma regula aspectos como la composición nutricional del alimento, los ingredientes permitidos, los aditivos autorizados, los métodos de fabricación, el etiquetado y la información que debe proporcionarse al consumidor. El objetivo es garantizar que

los alimentos para peces sean seguros, nutritivos y cumplan con los estándares de calidad necesarios para la crianza adecuada de los peces en granjas acuícolas.” [17].

### **Norma ISA S88.01**

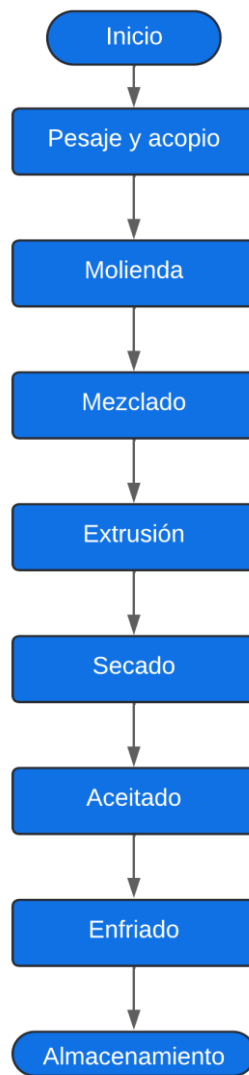
Esta norma tiene como objetivo regular la producción por lotes, véase “La norma ISA-88, también conocida como «Batch Control Part 1: Models and Terminology», es un estándar desarrollado por la Sociedad Internacional de Automatización (ISA) que se centra en la automatización y control de procesos de producción por lotes, comúnmente denominados «procesos de lotes» o «procesos batch». Esta norma establece una serie de principios, modelos y terminología para la estandarización y la coherencia en la configuración, operación y control de sistemas de producción por lotes en diversas industrias.”

“La ISA-88 tiene como objetivo principal estandarizar la forma en que se diseña, implementa y opera el control de procesos por lotes en la industria. Esto incluye la definición de terminología, modelos y directrices que permitan la interoperabilidad de equipos y sistemas de diferentes proveedores, facilitando la integración y el intercambio de información.” [25].



## 4. Marco Metodológico

El siguiente diagrama de flujo, representa en términos generales como sería el proceso y la distribución que tendría nuestro *Layout*, con esto marcamos el inicio de diseño de la línea de producción de alimento, lo cual nos permite establecer y fundamentar el uso de la maquinaria que se va a emplear, describiendo las funciones, características y pasos a seguir para crear nuestro alimento; a continuación, se presentan de forma general los pasos que conforman el proceso.



**Figura 9** Diagrama de flujo del proceso productivo, elaboración propia

## **4.1 Procesos en la producción de alimento**

El proceso de fabricación del alimento es relativamente sencillo, ya que puede realizarse artesanalmente sin mucha maquinaria, pero para fines del proyecto nos interesa producir a gran escala, de manera precisa y eficiente, reduciendo costos y tiempo para su elaboración; para fabricar el alimento se pueden tener en cuenta ciertas variantes según los elementos que se utilicen para su fabricación, a continuación, se describen los principales procesos o etapas que habitualmente se llevan a cabo para fabricar el alimento.

### **Recepción de materias primas**

Es en esta parte en la que reciben todas las materias primas a emplear, ya sea en harina o en grano, las cuales serán almacenadas en base a la cantidad de costales que se tenga de ello; así como de la cantidad que se necesita para la formulación completa del alimento, siendo así, se pasa al siguiente proceso.

### **Pesaje y Acopio**

Es en este punto donde nuestro producto se empieza a fabricar formalmente, ya que es aquí donde los insumos se integrarán en un conjunto para pasar al área de mezclado, las cantidades a emplear serán dadas por la formulación guía la cual se deberá tener previamente definida, se pesarán nuestros insumos uno por uno pasar después ser transportados con nuestra banda, para pasar al siguiente proceso.

### **Molienda**

En la molienda todos los granos y harinas son triturados dentro de nuestro molino de martillos, el cual nos va a permitir que cualquier grano y harina sean hechos un polvillo lo más reducido posible. Aquí nuestros insumos reciben un primer mezclado ya que por este proceso se integran gran parte de ellos. Posteriormente transportamos nuestra formula a la siguiente etapa del proceso.

## **Mezclado**

En el mezclado hacemos que nuestra formula se integre mucho mejor y es en este punto donde se adicionan los insumos de baja de densidad, los cuales son en pequeñas cantidades, a los que se le podrán agregar aminoácidos sintéticos, enzimas, conservantes, complejo de vitaminas, minerales, que de igual manera serán adicionados en base al gramaje de la formula base, para que el alimento de el aporte nutricional que se necesita para la especie de pez para cual se vaya a fabricar, haciendo que todo quede muy bien integrado para que pase al siguiente proceso.

## **Extrusión**

Teniendo nuestro alimento completamente integrado, se procede a colocar la formula en el contenedor de nuestro extrusor para que comience el proceso de fabricación de los pellets de alimento, en donde por medio de vapor hidratamos la mezcla para crear una pasta/masa húmeda, la cual por medio de nuestro tornillo saldrá extruida por el cañón, en este punto la pasta pasa por un proceso de preenfriamiento al momento de salir por el cañón y ser cortada por las aspas, ya que es en este punto que se enfría a temperatura ambiente.

## **Secado**

Con nuestros pellets extruidos es momento de enfriar, sellar y acelerar el proceso de secado de nuestro alimento, es en este proceso que pasa por una banda llena de resistencias que le dan calor, lo cual permita que se hornee y deshidrate eliminando partículas de agua que pudiera tener.

## **Aceitado**

En el proceso de aceitado nuestros pellets son rociados con aceite con ello el pellet absorbe el aceite, lo que es un insumo extra en la formulación que dará un aporte nutricional, pero permitirá que el alimento flote por cierto tiempo en la superficie del

agua, ya que el pellet al absorber aceite tendrá como propiedades mayor densidad y no tenga polaridad.

## **Enfriado**

Para terminar casi con nuestro proceso es crucial sellar el aceite para que el pellet no tenga una sobre absorción y que al ser empacado tenga exceso de aceite, lo cual arruinaría la presentación para su venta, haciendo que el alimento absorba humedad, pero sobre todo sea apto para su almacenamiento y transporte. Es por ello que el alimento debe pasar por un enfriador para reducir la temperatura de los pellets recién formados.

## **Descripción detallada del proceso**

En la primera parte del proceso se reciben y acomodan con montacargas los costales de materias primas, según los requerimientos de la formulación del alimento los de mayor uso y demanda en la producción ocuparán más área y los de menor densidad serán puestos en anaqueles de fácil acceso para una persona.

Para comenzar la producción se requiere transportar la materia prima con montacargas a nuestra tolva báscula, la cual tiene una capacidad de 2 t, donde se tomará en cuenta la capacidad de producción de nuestro primer proceso el cual será el molino, el cual tiene una capacidad de producción de entre 1-2 t/h, donde se pesarán proporcionalmente las cantidades exactas con tolerancia de merma para la formulación de cualquier alimento, donde el objetivo de producción es producir aproximadamente como máximo 2 toneladas por lote, comenzando con las materias primas de mayor a menor densidad en este punto, cinco operadores deben realizar la tarea. Teniendo determinado el requerimiento para cada ingrediente de materia prima en la báscula, se abrirá tapa inferior y se dejará caer la materia prima, ingrediente por ingrediente para que el screw conveyor lleve la materia prima al molino.

En nuestro molino la materia prima es triturada a un fino polvo. Se tritura cada insumo para el alimento comenzando con los de mayor densidad y dejando los de menor densidad al final en este punto habrá un operador que verifique el correcto funcionamiento del proceso. Por medio del screw conveyer la materia prima se transporta insumo por insumo a la mezcladora.

Ya en la mezcladora, teniendo cada polvo de cada insumo en base a sus prestaciones y el modelo el cual tiene una capacidad de 2000 kg donde se requiere mezclar la fórmula uniformemente el cual es un proceso corto. Al mezclar todo, es claro que proceso el seguirá su flujo donde después de un corto periodo, un operador se encargará del proceso y verificar que por medio del screw conveyer la fórmula mezclada pase a la extrusora.

En la extrusora de alimento tipo húmedo se procesarán las 2t en la cual un operador verificará el proceso, siguiendo el flujo continuo donde por medio de un screw conveyer los pellets pasarán al proceso de secado.

En el secador de cinta de malla con longitud de 4m, se secarán los pellets, dándonos un flujo constante de alimento, este proceso será verificado por un operador y a la salida un screw conveyer llevará el producto terminado al proceso de rocío de aceite.

Con el pulverizador de aceite se procesa el alimento en este proceso se requiere de un operador, de ahí con un screw conveyer el alimento pasa a nuestro enfriador.

El paso final será por medio de nuestro enfriador esperar a que se llene hasta su límite de capacidad de operación, para que nuestras 2t se enfríen por igual, este proceso requerirá de un operador para verificar el proceso.

Finalmente, se abre compuerta inferior del enfriador y los pellets pasarán a ser almacenados.

Flujo del proceso con tiempos de producción

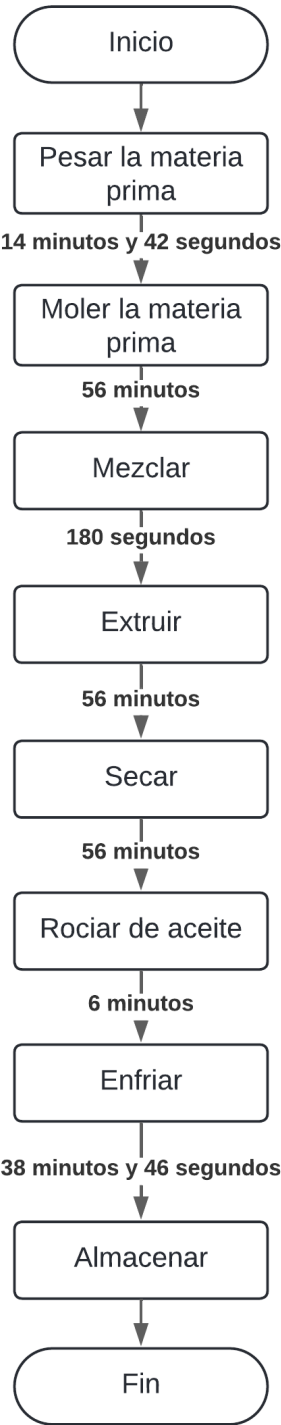


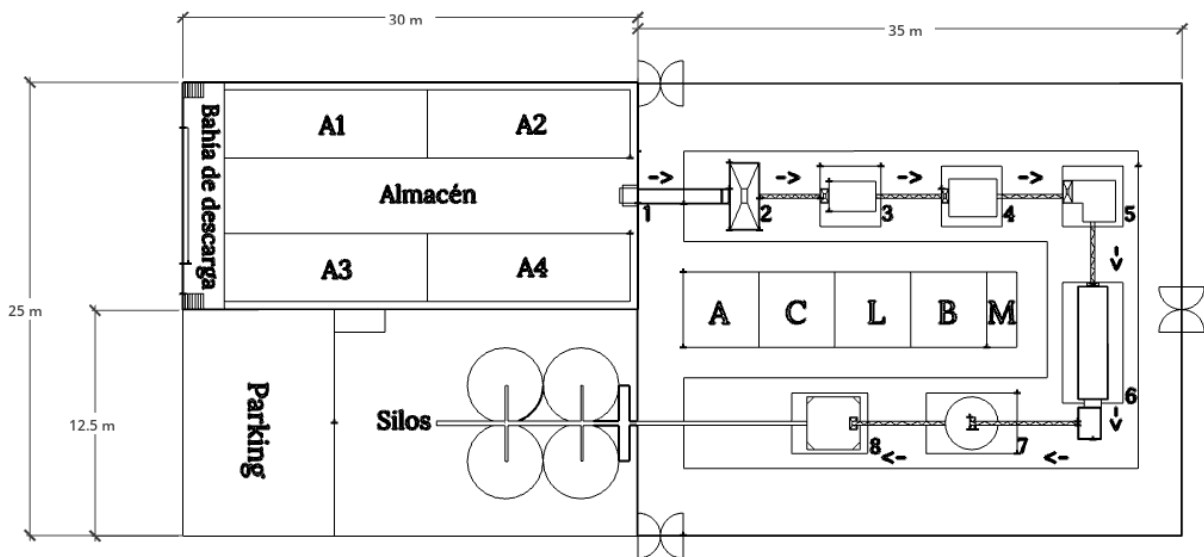
Figura 10. Diagrama de flujo con las etapas y tiempos de producción, Elaboración propia.

## 4.2 Distribución de la planta

Para la elaboración del diseño de nuestra propuesta de *Layout* en 2D se utilizó la herramienta *Sketchup* en línea para lo que se tomó en cuenta como trasfondo el saber y conocer que come la *Oreochromis*, para posteriormente determinar que maquinaria utilizaríamos y las características que estas debían tener para producir nuestro alimento, sabiendo esto se estableció un nivel de producción estimado por hora, para que en base a ello se seleccionará la maquinaria acorde con las mejores prestaciones de producción. Finalmente se obtuvo información y costos de dicha maquinaria para así poder plantear como hacer el ante proyecto del área a ocupar y como estaría distribuida para una posible inversión a futuro.

A continuación, se presenta la propuesta de *Layout en 2D* en la cual se describirán los elementos que lo componen, su función, así como la distribución y sus consideraciones.

### Vista sobre el alzado de la distribución de *Layout*



**Figura 11.** Propuesta de *Layout* en 2D, elaboración propia mediante *Sketchup*.

Se dispone de un área de 1625 metros cuadrados, compuesta por tres secciones las cuales se describen a continuación:

### 1.-Bahía de descarga/Almacenamiento/Inicio del proceso productivo

Se dispone de una sección elevada con un área de 375 metros cuadrados donde se realiza la descarga y almacenamiento de materia prima, la cual en el centro se cuenta con un amplio pasillo para el libre tránsito del personal y los montacargas. En los laterales se dispone de 4 áreas de almacenamiento, donde las áreas de números pares serán destinadas para materias primas de grano entero y las áreas con números nones para materias primas refinadas o en harina.

En el lado opuesto de la bahía de descarga se encuentra el inicio del proceso productivo donde la materia prima será vertida, en la cinta transportadora de bandas (Main conveyer).

### 2.-Zona de parqueadero y almacenamiento de producto terminado en silos

Se dispone de un área de 375 metros cuadrados dividida en una sección de parqueadero con caseta de vigilancia y un área de almacenamiento de producto terminado en silos, para distribución de producto terminado.

### 3.-Zona de producción/administrativa

Se dispone de un área de producción de 875 metros cuadrados, con tres entradas, área administrativa y área productiva, las cuales se describen a continuación:

Área administrativa designada con iniciales correspondientes acorde a su propósito

- A: Área Administrativa
- C: Área o zona de Comedor
- L: Laboratorio/Calidad
- B: Bodega almacenamiento de insumos
- M: Zona de Mantenimiento

Los cuales se encuentran dispuestos en el centro de la zona productiva, con un fácil acceso y para mayor practicidad de solución de problemas.



Área de producción designada con números correspondientes al proceso productivo

1. Main conveyer (cinta transportadora de bandas) donde se vierten las materias primas para pasar a pesar a Báscula
2. Báscula
3. Molino
4. Mezcladora
5. Extrusora
6. Secador
7. Rociador
8. Enfriador

La maquinaria está dispuesta en forma de “U” con el fin de optimizar espacio y no verse en la necesidad de disponer de más espacio. Haciendo que la materia prima vuelva donde “comenzó”. Entre cada maquina se dispone de cintas transportadoras helicoidales para disminuir la manipulación y prevenir riesgos.

### **4.3 Propuesta de diseño**

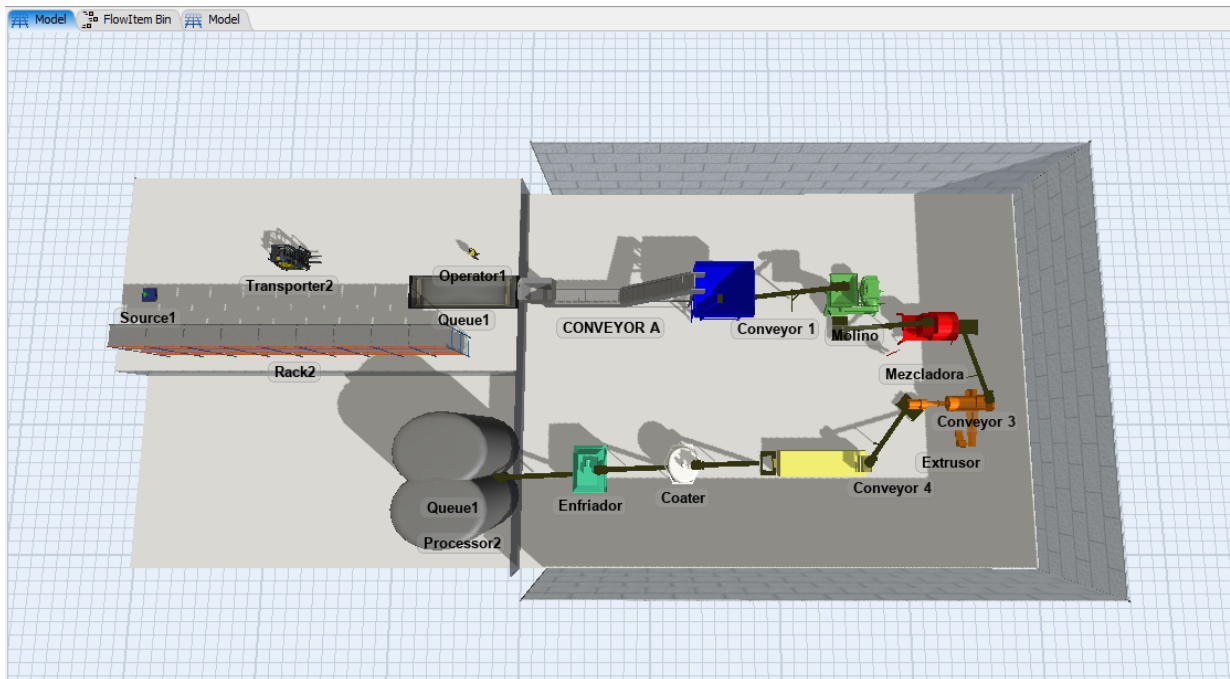
En este apartado se muestra la simulación y distribución del proceso de producción de alimento en 3D mediante el software de simulación Flexsim, donde se muestra una perspectiva que nos da una idea de cómo sería en la realidad nuestro proyecto, como se comentó en las limitaciones solo fue posible simular los elementos gráficos de mayor importancia que son base de nuestro proyecto, a continuación, se describe de manera general el proyecto y los elementos que lo componen.

#### Descripción general

Se presentan vistas de la distribución del proyecto de la planta, los elementos presentados son de carácter visual para poner en perspectiva y asemejar gráficamente a la realidad.

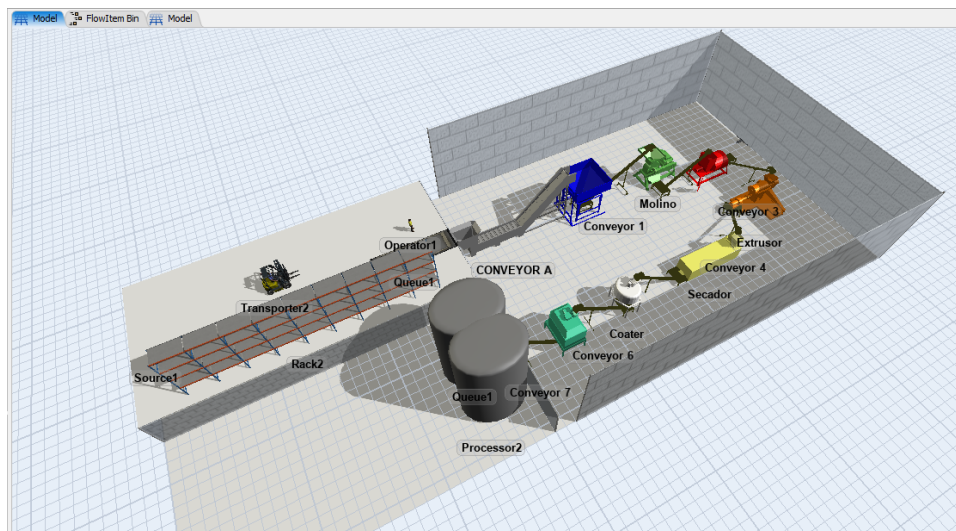
#### Vistas de Layout en Flexsim

## Vista sobre el alzado



**Figura 12** Vista sobre el alzado Layout 3D (elaboración propia mediante Flexsim)

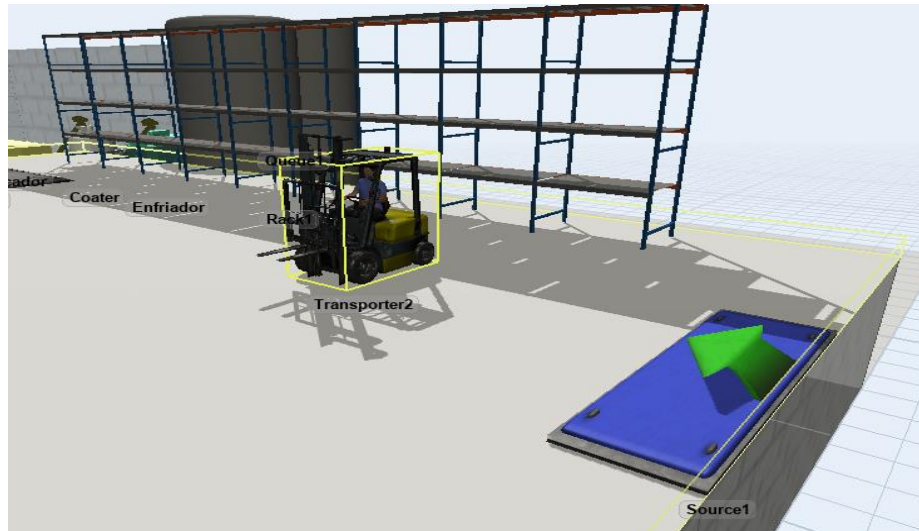
## Vista Isométrica



**Figura 13.** Vista isométrica del Layout en 3D (elaboración propia mediante Flexsim)

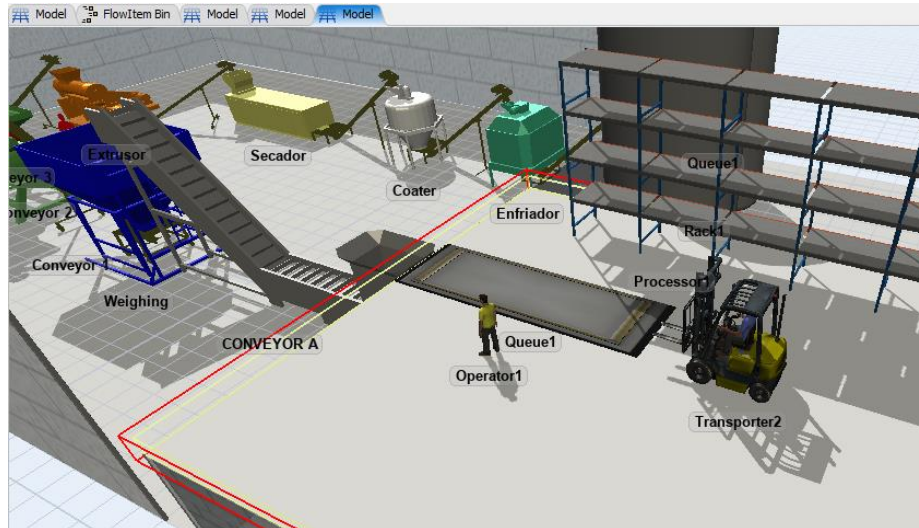
## Elementos específicos a la entrada y salida de producto

Entrada de materia prima en la bahía de carga y almacenamiento



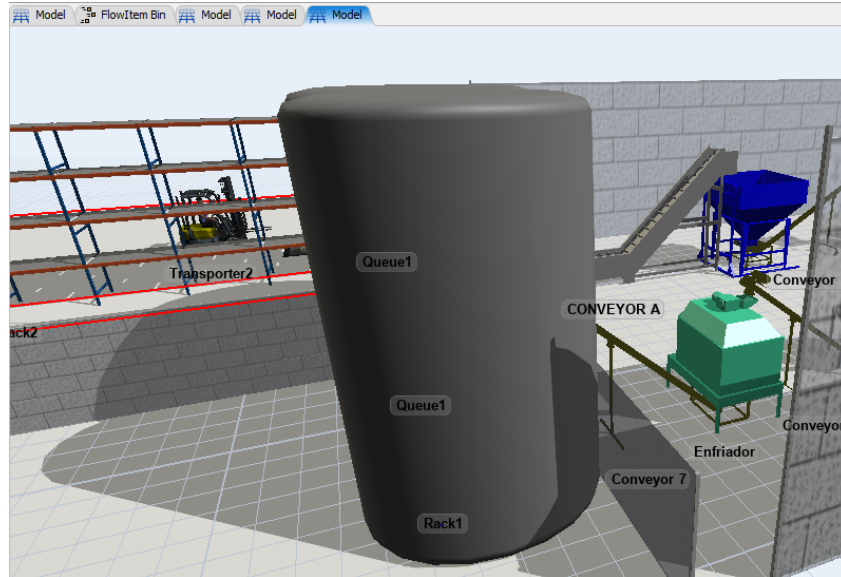
**Figura 14.** Representación de llegada de materia prima (elaboración propia mediante Flexsim)

Puesta en marcha del proceso productivo y colocación de materias primas



**Figura 15.** Representación de inicio del proceso productivo (elaboración propia mediante Flexsim)

Culminación del proceso y almacenamiento en silos del producto terminado



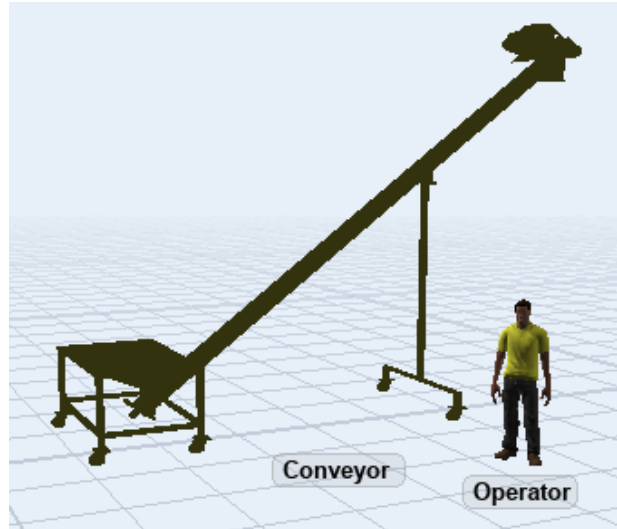
**Figura 16.** Representación de almacén y culminación del proceso (elaboración propia mediante Flexsim)

#### Elementos específicos maquinaria

En el presente apartado se presenta una representación gráfica de la maquinaria a emplear, que nos permite dar una perspectiva cercana de como se ve cada máquina que nos permite dar un ejemplo casi acercado a la realidad y de las cuales se dará una breve descripción, así como la representación del número de operadores requeridos para cada operación.

#### Banda transportadora de tornillo infinito o helicoidal

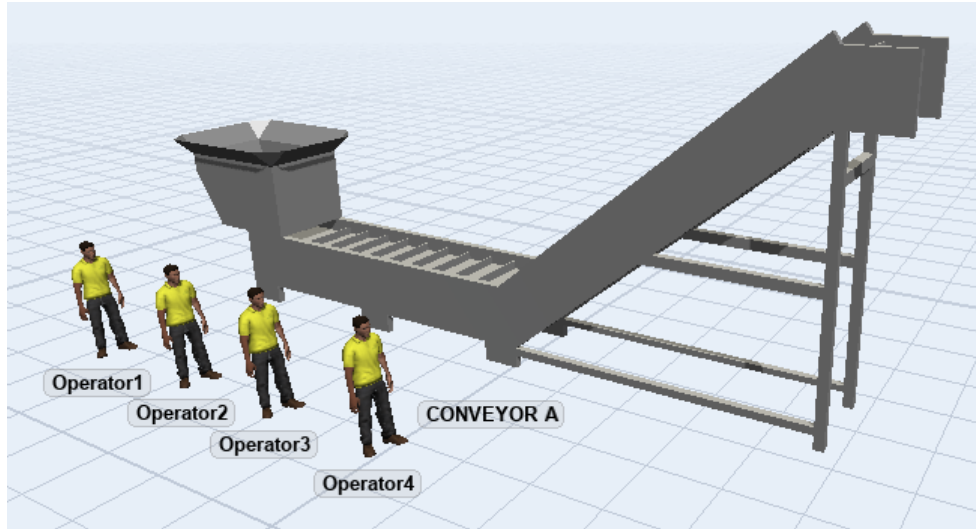
De esta máquina se necesitará una cantidad de 6 unidades con diferentes prestaciones y medidas según se requiera, esta maquinaria es de vital importancia ya que con esto permite transportar el producto entre cada operación de fabricación, para este caso específico no se requiere de un operador ya que el operador, que se encuentre en la operación previa se encargará de operar o reportar anomalías.



**Figura 17.** Representación de banda transportadora de tornillo (elaboración propia mediante Flexsim)

#### Cinta transportadora de bandas

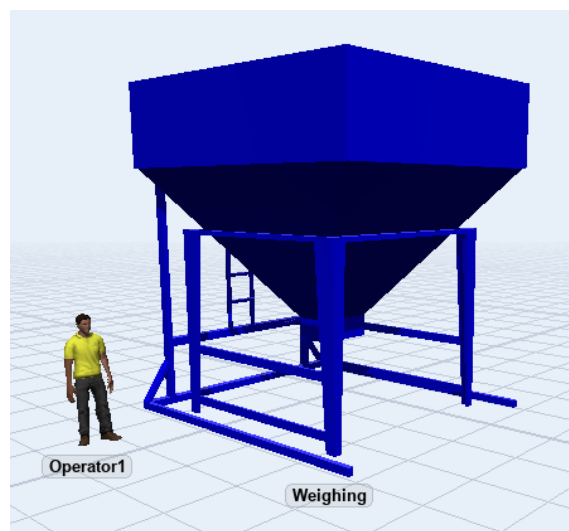
Denominada dentro del proyecto como *main conveyor* o *conveyor A*, es la banda principal con la que se inicia nuestra operación, ya que es en este punto donde se vierte el grano para que pase a pesaje, siendo el comienzo de todo el proceso productivo, esta máquina contará con cuatro operadores que como principal función será verter la materia prima en la banda y verificar el estado de operación de la máquina.



**Figura 18.** Representación de cinta transportadora de bandas (elaboración propia mediante Flexsim)

### Báscula

Siendo el segundo paso de nuestro proceso con esta máquina se verificará el correcto pesaje de cada insumo a utilizar para la producción de nuestro alimento, con una capacidad de pesaje de 5 toneladas y la cual contará con un operador para verificar su correcta operación y funcionamiento.



**Figura 19.** Representación de báscula (elaboración propia mediante Flexsim)

## Molino

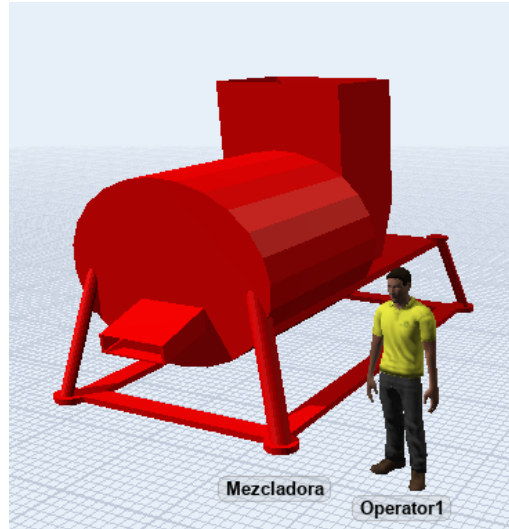
Siendo el tercer paso de nuestro proceso con esta máquina se realizará la trituración de cada insumo a utilizar para la producción de nuestro alimento de modo que sea un fino, con capacidad de trituración de 5 toneladas y la cual contará con un operador para verificar su correcta operación y funcionamiento.



**Figura 20.** Representación de molino (elaboración propia mediante Flexsim)

## Mezclador

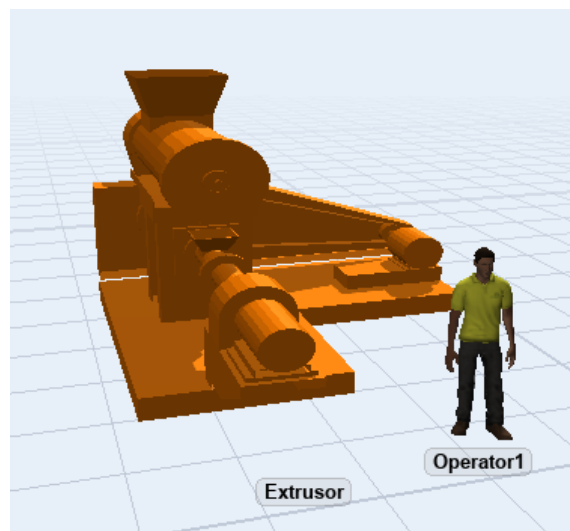
Siendo el cuarto paso de nuestro proceso con esta máquina se realizará la mezcla de todos los insumos a utilizar para que todos se integren de forma homogénea, con capacidad de mezcla de 5 toneladas por hora y la cual contará con un operador para verificar su correcta operación y funcionamiento.



**Figura 21.** Representación de mezcladora (elaboración propia mediante Flexsim)

#### Extrusor

Siendo el quinto paso de nuestro proceso con esta máquina se realizará la extrusión de la mezcla de alimento y la cual arrojará los pellets de comida, con capacidad de extrusión de 5 toneladas por hora y la cual contará con un operador para verificar su correcta operación y funcionamiento.

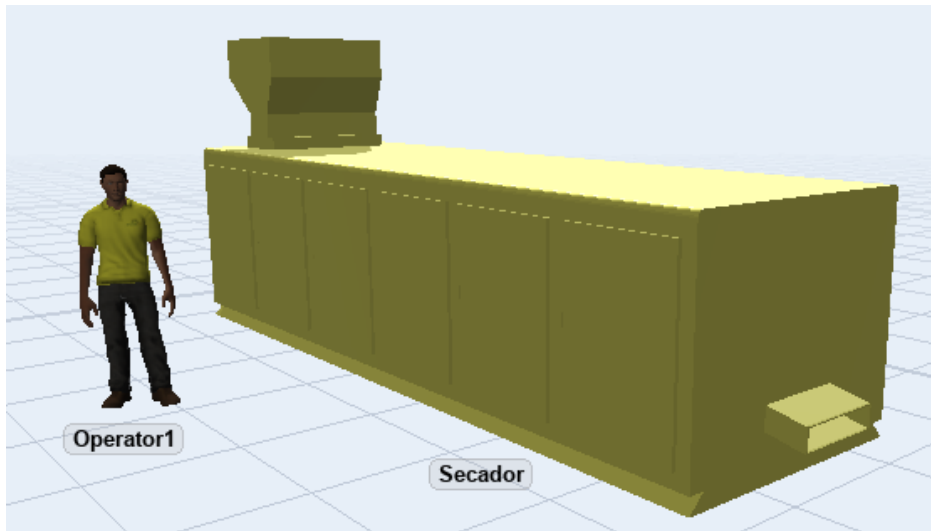


**Figura 22.** Representación de extrusor (elaboración propia mediante Flexsim)



## Secador

Siendo el sexto paso de nuestro proceso con esta máquina se realizará el proceso de secado de los pellets de alimento con el fin de retirar el exceso de húmeda, para que el pellet no se desintegre, con capacidad de secado de 5 toneladas por hora y la cual contará con un operador para verificar su correcta operación y funcionamiento.



**Figura 23.** Representación de secadora (elaboración propia mediante Flexsim)

## Rociador

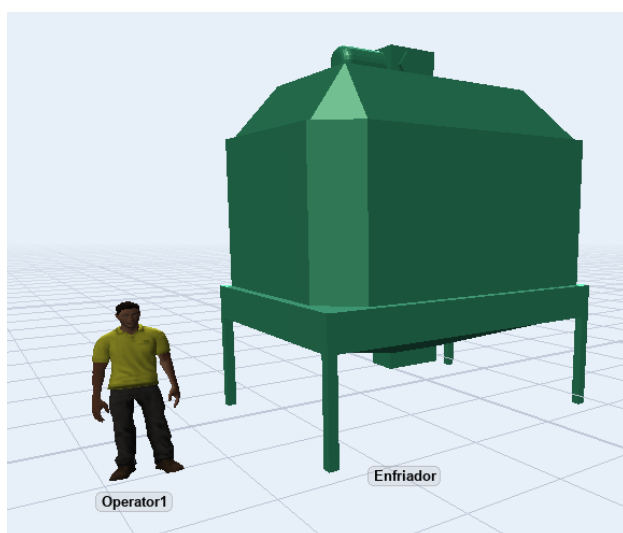
Siendo el penúltimo paso de nuestro proceso con esta máquina se realizará el proceso de rociado de aceite de los pellets de alimento, este proceso hará que alimento adquiera la propiedad de flotabilidad en el agua, con capacidad de rocío de 5 toneladas por hora y la cual contará con un operador para verificar su correcta operación y funcionamiento.



**Figura 24.** Representación de rociador (elaboración propia mediante Flexsim)

#### Enfriador

Finalmente, en nuestro proceso con esta máquina se realizará el proceso enfriamiento del aceite rociado en los pellets de alimento, este proceso hará que se integre con el aceite, esto con el fin de evitar humedad de aceite, en el producto y para su correcto almacenamiento, con capacidad de enfriamiento de 5 toneladas por hora y la cual contará con un operador para verificar su correcta operación y funcionamiento.



**Figura 25.** Representación de enfriador (elaboración propia mediante Flexsim)

#### 4.4 Resultados

A continuación, se presenta una tabla con las máquinas a utilizar, su principal característica de operación, su costo y la respectiva URL del proveedor

**Tabla 1.** Maquinaria a emplear

Máquina	Modelo	Función	Capacidad de producción	Precio aproximado	Entrada de insumo	Salida de insumo
Transportadora	TTA-8/30	Cargar	2t/h	6,852.93 US		
URL Proveedor		<a href="https://grupovictor.com">https://grupovictor.com</a>				
Transportadora	TTAI-8/30	Cargar	2t/h	8,994.47 US		
URL Proveedor		<a href="https://grupovictor.com">https://grupovictor.com</a>				
Báscula	VTBEI-8	Pesaje	2t	82,05.95 US	2100kg	2100kg
URL Proveedor		<a href="https://grupovictor.com">https://grupovictor.com</a>				
Molino	PT 800	Trituración	2t/h	42,278.00 US	2100kg	2090kg
URL Proveedor		<a href="https://www.mezcladorasymolinosindustriales.com.mx">https://www.mezcladorasymolinosindustriales.com.mx</a>				
Mezclador	MZR 2000	Mezcla	2t/h	43,410.00 US	2090kg	2050kg
URL Proveedor		<a href="https://www.mezcladorasymolinosindustriales.com.mx">https://www.mezcladorasymolinosindustriales.com.mx</a>				
Extrusora	MFPH.90*2	Extruir	1-2 t/h	89,439.00 US	2050kg	2040kg
URL Proveedor		<a href="https://www.mufengzhineng.com">https://www.mufengzhineng.com</a>				
Secadora	MFGR2200*4	Secado	3 t/h	98,300.00 US	2040kg	2040kg
URL Proveedor		<a href="https://www.mufengzhineng.com">https://www.mufengzhineng.com</a>				
Rociador	Soft Flight 2000	Ad. Aceite	2t/h	200,000.00 US	2040kg	2030kg
URL Proveedor		<a href="https://es.heatandcontrol.com">https://es.heatandcontrol.com</a>				
Enfriador	TDFBL.15x15	Enfriado	2t/h	7,188.00 US	2030kg	2020kg
URL Proveedor		<a href="https://www.mufengzhineng.com">https://www.mufengzhineng.com</a>				

## 5. Conclusiones y trabajo a futuro

### 5.1 Conclusión

Se concluye que para nuestro proyecto la selección de maquinaria se basó, en el proceso de un correcto manejo y tratamiento, para cada uno de los insumos con los que se fabrica el alimento, según sea la especie para el que este sea destinado o requerido.

Por otro lado, la selección de maquinaria, se realizó con el fin de establecer una producción inicial de 2 toneladas por hora, con lo que se asegura, una producción constante y con poca intervención humana, donde solo será requerida para el control y mantenimiento de las mismas.

El crear el *layout* en 2D, permitió demostrar un panorama global de como estaría conformada la planta, con las principales áreas para iniciar y operar como es debido en un comienzo, complementado con la parte del *layout* en 3D, que permitió dar un acercamiento visual a un entorno aproximado de como estaría la distribución de tres elementos cruciales en el proceso productivo los cuales fueron, el inicio con el almacenamiento y colocación de los insumos, que como segunda parte pasarán al proceso de fabricación en todas sus etapas y con la culminación de almacenamiento de nuestro producto.

La limitante fue que el software FLEXSIM permitió simular primordialmente 30 elementos siendo lo anteriormente mencionado, por ser una versión de aprendizaje, no se pudieron simular todos los elementos que en el *layout* en 2D se muestran, pero, como se menciona en un inicio el enfoque del proyecto se centró en el diseño y distribución de la línea de producción semiautomatizada, lo que nos permitió concluir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

Haciendo un análisis retrospectivo de las normas técnicas que permitirían operar, se evidencia un objetivo en común, el cual es asegurar la calidad, seguridad y eficiencia en sus respectivos campos de aplicación mediante la estandarización de

procesos y requisitos. Estas normas contribuyen a la mejora continua de la calidad y seguridad en la producción de alimentos y procesos industriales, promoviendo prácticas eficientes y seguras que beneficien tanto a los productores como a los consumidores

## **5.2 Trabajo a futuro**

Para un trabajo a futuro es posible considerar los siguientes elementos, que la propuesta 3D, si se adquiere una versión completa del software nos podría permitir simular y plasmar los elementos gráficos complementarios faltantes.

Sumado ello se podría considerar como trabajo a futuro el agregar en la producción una segunda línea semiautomatizada paralela a la ya existente, para hacer una producción simultanea de alimento.

Como parte complementaria de ver materializada la planta o nave industrial se podría tener en cuenta, para su construcción factores arquitectónicos, ubicación, geografía considerando la opinión de especialistas en el tema que con la información que proporcionen complementen el proyecto, respecto a la parte arquitectónica.

También es viable pensar, en la comercialización del alimento, por medio de empaquetado y distribución propia, con esto se daría a conocer en el mercado el alimento que la planta produce como una marca formal, instaurada y registrada ante la cámara de comercio bajo los lineamientos legales correspondientes, que el organismo solicité.

## 6. Referencias Bibliográficas

- [1] Aguayo, A. (2023, 18 de agosto) Mezcladores de Granos: Potenciando la eficiencia en la agroindustria. *HEGAMEX*. Recuperado de <https://www.hegamex.com/post/mezcladoras-de-granos-potenciando-la-eficiencia-en-la-agroindustria>
- [2] Anónimo (2022)<sup>1</sup>. ¿Qué es un molino de martillos? *HUPA*. Recuperado de <https://hupasl.com/que-es-un-molino-de-martillos/>
- [3] Anónimo (2022, 11 de marzo)<sup>2</sup>. En el último mes costos de los concentrados y alimentos para animales subieron 5%. *La República*. Recuperado de: <https://www.larepublica.co/empresas/costos-de-los-concentrados-y-alimentos-para-animales-subieron-5-en-el-ultimo-mes-3320264>
- [4] Anónimo (2022, 12 de diciembre)<sup>3</sup>. Conozca algunas cifras del sector acuícola en Colombia. *CONtextoganadero*. Recuperado de <https://www.contextoganadero.com/regiones/conozca-algunas-cifras-del-sector-acuicola-en-colombia>
- [5] Anónimo (2024)<sup>1</sup>. Belt Type Dyer, *SHULIY*, Recuperado de <https://dryingplant.com/es/continuous-conveyor-dryer/>
- [6] Anónimo (2024)<sup>2</sup>. Máquina Pulverizadora de Aceite, *TAIZY*, Recuperado de <https://pelletmillmachine.com/es/maquina-de-pulverizacion-de-aceite/>
- [7] Anónimo (sin fecha). *Aquatic feed pellet production Line*. Recuperado de: <https://www.fish-feed-extruder.com/product/fish-feed-pellet-production-line.html>
- [8] Anónimo (sin fecha)<sup>2</sup>. *Feed pellet cooler*. Recuperado de: <https://www.feedpelletizer.com/feed-mill-equipment/feed-pellet-cooler.html>
- [9] Bocangel Weydert, G. A., Rocas Echeverria, C. W. & Bocangel Marín G. A. (2021). *INGENIERIA INDUSTRIAL-Introducción al diseño de plantas*. Recuperado de: <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/09/DISENO-DE-PLANTAS.pdf>
- [10] Briceño V., Gabriela. (2021). *Extrusión*. *Euston96*. Recuperado de <https://www.euston96.com/extrusion/>
- [11] CITIE pesquero amazónico Pucallpa. (29 de octubre de 2020). *Elaboración de dietas balanceadas para peces amazónicos*. [Archivo de video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=rx7NhLoilG4&t=693s>

- [12] Departamento Administrativo Nacional Estadístico (20 de marzo, 2024). *Censo nacional de población y vivienda 2018*. DANE [Base de datos]. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/cuantos-somos>
- [13] Erazo Pino, C. A. y Sánchez Belalcázar, C. A. (2015, Diciembre) *Diseño de un proceso de obtención de alimento para peces a nivel industrial en el marco del proyecto de regalía ID VRI 3883 - SGR*. Recuperado de: <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/5825/Dise%C3%B1o%20de%20un%20proceso%20de%20obtenci%C3%B3n%20de%20alimento%20para%20peces%20a%20nivel%20industrial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [14] FAO (2022), El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Roma. FAO. Recuperado de <https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- [15] Frias Peña, J., y O'Brien, C. (2005) *LA ADMINISTRACIÓN DEL DISEÑO Y LA MERCADOTECNIA, ¿UN MISMO OBJETIVO?* Recuperado: <https://mxdesign.disenio.iberomex.com/conference/2005/HTMSPDFs/AdmondelDisenoyMerca.pdf>
- [16] Gutiérrez Espinosa, M. C., Merino, C. M. (2019) Manual práctico para la preparación de alimentos balanceados artesanales para piscicultura. AUNAP. Recuperado de <https://www.aunap.gov.co/documentos/Fomento/manuales/Manual-preparacion-de-alimentos-artesanales.pdf>
- [17] Icontec Internacional. (2008). *NTC 3688: Gestión documental*. Bogotá, Colombia: Icontec Internacional. Recuperado de <https://tienda.icontec.org/gp-alimentos-para-animales-alimento-elaborado-para-piscicultura-peces-de-cultivo-ntc3688-2018.html>
- [18] Instituto Colombiano Agropecuario. (2020, Febrero). *Resolución 61252 por medio de la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el registro de los fabricantes e importadores de alimentos para animales, así como los requisitos y el procedimiento para el registro de alimentos para animales y se dictan otras disposiciones*. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/getattachment/f7b59ff6-7bfc-477a-8110-40a14b80bd4e/2020R61252.aspx>
- [19] Manchola, C. (2024, 9 de marzo). Cifras preliminares indican un crecimiento del 10% en la acuicultura. *La Nación*. Recuperado de

<https://www.lanacion.com.co/cifras-preliminares-indican-un-crecimiento-del-10-en-la-acuicultura/>

- [20] Minagricultura (2020, Diciembre) *Acuicultura en Colombia. Cadena de la acuicultura.* Recuperado de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Documentos/2020-12-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- [21] Ponce Cabezas C. J. (2018) Producto alimenticio para especies menores con alto contenido nutricional elaborado elaborado a partir de recursos vegetales locales y subproductos de la pesca. *SENA.* Recuperado de: [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/7287/Producto\\_alim-enticio\\_para\\_especies\\_menores.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/7287/Producto_alim-enticio_para_especies_menores.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [22] Noriega Aranibar, M.T., Carreño Bardales, P., Betalleluz Pallardel, L. E., Mansilla Pérez, L. C. G., Almandoz Núñez, A. M., Ugarte Gómez, J. L., Larios Francia, R. P. (2021, 21 de junio) Planificación del layout para la fabricación de alimentos en la industria 4.0. Recuperado de: [https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria\\_industrial/article/view/5810/5635](https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/5810/5635)
- [23] Ortiz tirado, J.C. (2015) *Acuicultura. Producción dulceacuícola en el Ecuador I.* Comisión editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Recuperado de: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10164/3/Acuicultura.pdf>
- [24] Parrado Sanabria, Y, A, (2012) Historia de la Acuicultura en Colombia. *AquaTIC.* (37), 60-77. Recuperado de: [http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/37\\_9.pdf](http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/37_9.pdf)
- [25] Tecnología para la industria. (2023, 10 de agosto) *Normativa ISA-88 para la optimización de la producción por lotes en procesos industriales.* Recuperado de: <https://tecnologiaparalaindustria.com/normativa-isa-88-para-la-optimizacion-de-la-produccion-por-lotes-en-procesos-industriales/#:~:text=La%20norma%20ISA%2D88%2C%20tambi%C3%A9n,%C2%BB%20o%20%C2%ABprocesos%20batch%C2%BB>
- [26] Wurmman G., C (2019) *Acuicultura en América Latina y El Caribe: Progresos, oportunidades y desafíos.* *AquaTechnica.* Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/277131337.pdf>



## 7. ANEXOS

### 7.1 Anexo 1

En este anexo se presentan tres dietas alimenticias para peces las cuales, fueron previamente formuladas por la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca de Colombia con soporte de la FAO, en las que se consideraron los requerimientos nutricionales específicos para la alimentación de la Tilapia (*Oreochromis*), donde se tomaron en cuenta para su elaboración, materias primas de origen natural típicas de la región las cuales están disponibles y que se pueden adquirir fácilmente en el departamento del Meta.

**Tabla 2.** Dietas formuladas para la *Oreochromis* por la AUNAP

Ingredientes endémicos del Meta	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Soya, harina torta	432	432	432
Arroz, harina	106	106	106
Maíz, harina grano	60	60	60
Sal marina	2	2	2
Pre-mezcla vitaminas y minerales	0.06	0.06	0.06
Vitamina C	0.01	0.01	0.01
Matarrón, harina de hojas	360	-	60
Guayaba, harina de fruto	-	130	-
Bore, harina de hojas	40	-	-
Cacao, harina de cascara	10	-	-
Planta Acuática	-	-	130
Yuca dulce, harina de hoja	-	270	200
Plátano, harina de hoja	-	-	10
<b>Composición Bromatológica</b>			
Materia seca %	77	68	72
Cenizas %	14	17	16
Proteína bruta %	31	33	32
Energía bruta Kcal/g	4.453	4.395	4.383
Lípidos %	4	4	4

\*Cantidades expresadas en g