



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

RECUPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS  
ORGÁNICOS VÍA FERMENTACIÓN EN LA ESTACIÓN PISCÍCOLA DE  
SANTA EULALIA

**Línea de investigación:**

**Tecnologías para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación**

Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Gerencia de Proyectos  
de Ingeniería

**Autor (a):**

Guzmán Roca, Julio Cesar

**Asesor (a):**

Marín Machuca, Olegario  
(ORCID: 0000-0002-0515-5875)

**Jurado:**

Valencia Gutiérrez, Andrés Avelino

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

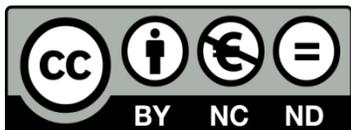
Bolívar Jiménez, José Luis

**Lima - Perú**

**2021**

### Referencia:

Guzmán Roca, J. (2021). Recuperación y aprovechamiento de residuos orgánicos vía fermentación en la Estación Piscícola De Santa Eulalia. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5301>



### Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

RECUPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS  
ORGÁNICOS VÍA FERMENTACIÓN EN LA ESTACIÓN  
PISCÍCOLA DE SANTA EULALIA

Línea de Investigación:  
Tecnologías para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación

Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Gerencia de Proyectos de  
Ingeniería

Autor  
Guzmán Roca, Julio Cesar

Asesor  
Marín Machuca, Olegario

Jurado  
Valencia Gutiérrez, Andrés Avelino  
Zambrano Cabanillas, Abel Walter  
Bolívar Jiménez, José Luis

Lima – Perú  
2021

## **DEDICATORIAS**

Dedico esta tesis a mi creador mi padre celestial que sustenta de mi vida y acompaña. A mi esposa Betzabe e hijas Keren y Valeria que me animaron a continuar. A mi nieta Nahir que es el motivo para seguir adelante. A la memoria de mis padres y expectativa de mi familia. A todos ellos dedico este trabajo

**AGRADECIMIENTOS.**

A la UNFV que me dio la oportunidad para realizar este proyecto. Al Magister Víctor Terry Calderón por la dirección profesional en el tema de esta tesis. A mi colega el Ing. Walter Blas por su apoyo desinteresado y al asesor de este trabajo el Dr. Olegario Marín quien con su acertada opinión han contribuido para la culminación de esta tesis.

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

Dedicatorias	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	x
Resumen	xii
Abstract	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del Problema	2
1.2 Descripción del problema	2
1.3 Formulación del problema	4
Problema General	4
Problemas Específicos	4
1.4 Antecedentes	4
1.5 Justificación de la investigación	5
1.6 Limitaciones de la investigación	6
1.7 Objetivos	6
Objetivo general	6
Objetivo específico	6
1.8 Hipótesis	7
II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Marco conceptual	8

2.1.1.	Taxonomía de la tilapia	8
2.1.2	La generación de residuos	9
2.1.3	Definición del ensilado	11
2.1.4	Las bacterias lácticas	14
2.1.5	Melaza de caña	16
2.1.6	Tecnología de elaboración de ensilados	17
2.1.7	Control del ensilado	21
2.1.8	El modelo logístico	25
2.1.9.	Usos de ensilado de pescado	26
2.2	Aspectos de responsabilidad social y medio ambiente	29
2.3	Evaluación económica del proyecto	31
2.3.1	Valor presente neto (VPN)	31
2.3.2	Tasa interna del rendimiento (TIR)	32
2.3.3	Relación Beneficio Costo (RBC)	32
2.3.4	Punto de equilibrio y gráfica de sensibilidad	32
III.	MÉTODO	33
3.1.	Tipo de Investigación	33
3.2.	Población y muestra	33
3.3.	Operacionalización de variables	34
3.4.	Instrumentos	34
3.5.	Procedimientos	35
3.6.	Análisis de datos	39

IV.	RESULTADOS	40
4.1	Composición física de los residuos sólidos	40
4.2	El diseño experimental	40
4.2.1	Los tratamientos	40
4.2.2	La muestra experimental	41
4.2.3	Fermentación láctica de los residuos solidos	41
4.2.4	La variable respuesta	43
4.2.5	Los experimentos	43
4.2.5.1.	Variación del pH durante el ensilado y su evaluación estadística	43
4.2.5.2	Variación del ácido láctico en el ensilado y su evaluación estadística	47
4.2.5.3	Determinación de la velocidad máxima de producción de ácido láctico ( $\frac{\% A.L.}{h}$ ) en función del tiempo (h).	50
4.3	Composición química proximal del ensilado	54
4.4	Apreciación organoléptica	55
4.5	Contenido de microorganismos	55
4.6	Balance de materiales	55
4.7.	Balance de energía	61
4.8	Tecnología de la producción	65
4.9	Calculo del punto de equilibrio	71
4.10	Costo Beneficio	74
4.11	Calculo de utilidades	75
4.12	Calculo del VAN	76
4.13	Calculo del TIR	77

V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	78
VI.	CONCLUSIONES	80
VII.	RECOMENDACIONES	82
VIII.	REFERENCIAS	83
IX	ANEXOS	90
Anexo 1	Uso del software Mathcad para los cálculos	90
Anexo 2	Matriz de consistencia	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I	Composición física de los residuos sólidos	40
Tabla 2	Descripción del proceso de ensilado	42
Tabla 3	Variación del pH durante el ensilado	43
Tabla 4	Indicadores descriptivos de valores pH correspondiente a los factores tiempo de fermentación y ensayos	44
Tabla 5	Análisis de la varianza (ANOVA) para valores de pH e indicadores de Fisher	45
Tabla 6	Incremento de la acidez en el ensilado	47
Tabla 7	Indicadores descriptivos de acidez (%) correspondiente a los factores tiempo de fermentación y ensayos	48
Tabla 8	Análisis de la varianza (ANOVA) para porcentaje de acidez y valores de Fischer	49
Tabla 9	Promedio de formación de ácido láctico en función al tiempo	51
Tabla 10	De la primera derivada de P en función del tiempo	53
Tabla 11	Composición química del ensilado	54
Tabla 12	Contenido de minerales en el ensilado	54
Tabla 13	Apreciación organoléptica del ensilado	55
Tabla 14	Análisis microbiológico del ensilado	55
Tabla 15	Requerimientos de equipos y materiales para una planta experimental de ensilado	68
Tabla 16	Base de cálculo para depreciación de equipos	68
Tabla 17	Cálculo de la depreciación de los equipos y materiales	69

Tabla 18	Cálculo de capacidad de planta a nivel experimental	71
Tabla 19	Ingreso mensual por venta de ensilado	71
Tabla 20	Costos fijos para producción de ensilado	72
Tabla 21	Costos variables para producción de ensilado	72
Tabla 22	Proyección del flujo neto para horizonte de tres años	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Tilapia gris	8
Figura 2	Papel indicador y potenciómetro para determinar el pH	22
Figura 3	Reacciones estequiométricas involucradas en la generación de ácido láctico	25
Figura 4	Diagrama de flujo de la operación de ensilado	37
Figura 5	Tecnología de producción del ensilado	41
Figura 6	Variación del pH en los tres ensayos en función del tiempo de fermentación	46
Figura 7	Variación del pH en la etapa exponencial de producción de ensilado en función al tiempo para los tres ensayos	46
Figura 8	Incremento de ácido láctico durante el proceso de ensilado en función al tiempo	49
Figura 9	Incremento del ácido láctico durante la etapa exponencial del proceso de ensilado	50
Figura 10	Producción de ácido láctico en el proceso de ensilado en función al tiempo.	51
Figura 11	Comportamiento de la primera derivada de la función P, y el tiempo	53
Figura 12	Balance de materiales del proceso de fermentación para ensilado	57
Figura 13	Autoclave para esterilización de residuos sólidos de tilapia	58
Figura 14	Residuos sólidos de pescado esterilizados	58
Figura 15	Operación de molienda	59
Figura 16	Adición del inóculo a los residuos sólidos de tilapia esterilizados	59

Figura 17	Residuos sólidos esterilizados con el inóculo y sustrato dentro de un envase sellado	60
Figura 18	Material preparado empacado para su almacenamiento	60
Figura 19	Almacenamiento del producto preparado	61
Figura 20	Diagrama de operaciones unitarias para la producción de ensilado	66
Figura 21	Diagrama de operaciones por área de trabajo para procesamiento de residuos sólidos	67
Figura 22	Depreciación acumulada en un horizonte de 6 años de vida útil de equipos	70
Figura 23	Variación del valor neto de activos en un horizonte de vida útil de 6 años	70
Figura 24	Determinación del punto de equilibrio para la producción de ensilado	73

## Resumen

En presente trabajo de investigación plantea el uso de los residuos sólidos proveniente de las mesas de fileteo de pescado de la industria pesquera, para tal fin se consideró emplear los provenientes de la estación piscícola de Santa Eulalia de la UNFV, las muestras fueron residuos sólidos de la Tilapia. Los ensayos de fermentación láctica se han realizado en el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la FOPCA. Es de precisar que en una primera etapa la producción fue el producto fermentado en forma líquida (para consumo humano indirecto) y posteriormente sería en base sólida. Las experiencias en el laboratorio fueron trabajadas con tres muestras diferentes de residuos sólidos. Aplicando los parámetros tecnológicos de concentración de sustrato (S), inóculo (MO), temperatura (T) y pH. En este primer estadio se obtuvieron los siguientes resultados: Concentración de sustrato: melaza 10%, residuos sólidos: 87,0%, el inóculo compuesto de bacterias lácticas (3,0 %), Temperatura de trabajo: 28,0-30,0°C, pH inicial 6,5, pH final 4,5, rendimiento 1,13 kg de producto fermentado / kg de residuo sólido, tiempo de fermentación 96 horas, tiempo de fermentación exponencial 48 horas, vida útil 5 meses. En la segunda etapa de la investigación se plantea un anteproyecto de instalación de una planta experimental autogestionaria, donde las instalaciones mecánicas y local, sería en el Fundo Oquendo o en Santa Eulalia. Los parámetros del proyecto: calculados para procesar 100 kilos de residuos sólidos de pescado, Inversión inicial de maquinarias: S/. 89 650 (a cuenta de la Universidad), el valor del VAN: S/. 31 811, TIR: 53,7%, Beneficio Costo: 1,203 y Utilidad Neta (UN): 64,5 %. Que como se observa por los parámetros económicos del proyecto son altamente viables.

Palabras claves: fermentación láctica, residuos sólidos de pescado, evaluación económica

### **Abstract**

In this research paper it proposes the use of solid waste from fish fillet tables of the fishing industry, for this purpose it was considered to use those from the Santa Eulalia Pool Station of an UNFV, the samples were solid waste of Tilapia. Lactic fermentation tests are conducted in the FOPCA Food Technology Laboratory. It is necessary to specify that a first stage production would be the fermented product in liquid form (for indirect human consumption) and subsequently serious on a solid basis. Laboratory experiences were worked with three samples on different days of solid waste. Applying the technological parameters of substrate concentration (S), inoculum (MO), temperature (T) and pH. In this first stage the following results were obtained: Substrate concentration: melass 10%, solid residues: 87.0%, the inoculum composed of lactic bacteria (3,0%). Working temperature: 28,0-30,00°C, initial pH 6,5, pH end 4,5, yield 1,13 kg of fermented product / kg solid residue, fermentation time 96 hours, exponential fermentation time 48 hours, service life 5 months. In the second stage of the research is proposed a preliminary project of installation of an experimental self-management plant, where the mechanical and local facilities, would be in the Fundo Oquendo or in Santa Eulalia and installation of the plant would be an investment of the University. Project parameters: calculated to process 100 kilos of solid fish waste, Initial machinery inversion: S/. 89 650 (on University account), the value of VAN: S/. 31 811, TIR: 53,7 %, Benefit Cost:1, 203 and Net Income (UN): 64,5 %. That as observed by the economic parameters of the Project.

**Keywords:** lactic fermentation, solid fish residues, economic assessment

## I. Introducción

La generación de Residuos Sólidos (RS) proveniente de origen orgánico tiene una tendencia creciente, producto del incremento de la población y de la producción a gran escala; en el campo de la producción pesquera, se tienen los residuos del cultivo y procesamiento de los peces, dentro del cual se tiene la tilapia una especie de cultivo acuícola que se ha incrementado su producción a nivel nacional especialmente en la zona de la selva y la costa del Perú. Frente a esta problemática surge la necesidad de plantar alternativas de una mejor utilización de los residuos sólidos en beneficio de las comunidades, para lo cual se formula el presente trabajo considerando el tratamiento de dichos residuos mediante fermentación láctica para la elaboración de ensilado, producto considerado como alimento balanceado para uso de alimento para peces, el cual es de bajo costo y de gran valor proteico como alimento nutritivo.

Se ha considerado un perfil técnico para la implementación de una planta de tratamiento de residuos sólidos provenientes de la industria pesquera, que puede ser instalada En Santa Eulalia o en el fundo Oquendo. Cabe notar que esta tecnología también es aplicable a los residuos vegetales o a la combinación de ambos.

Dentro de este enfoque, el trabajo también considera evaluar los costos de producción del ensilado procedente del tratamiento de residuos sólidos, de tal manera que puede ser una gran alternativa para alimentar a los peces y a la vez contribuir al cuidado del medio ambiente. La contaminación del medio ambiente con residuos orgánicos es muy negativa para todo ser vivo, por lo tanto, se debe buscar alternativas de mitigación y responsabilidad social.

El Objetivo del presente trabajo es obtener los parámetros tecnológicos de la producción del ensilado de pescado y mitigar el impacto ambiental que generaría no hacerlo y estimar el valor del proyecto a través de una planta piloto auto sostenible, que sirva como modelo de

tratamiento a otras empresas. Evaluando el proyecto a través del Punto de equilibrio, Beneficio/Costo, VAN y TIR; fundamentalmente.

### **1.1 Planteamiento del Problema**

La gestión de Residuos Sólidos es toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo de residuos sólidos (Ley 27314, 2000). La gestión de residuos sólidos tiende a considerarlos por separado en sus componentes, cada uno de ellos necesita de una recolección selectiva, transporte, tratamiento y destino final por separado.

Los residuos sólidos son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y al ambiente, para ser manejados a través de un sistema que incluya según corresponda las operaciones o procesos de minimización, segregación en la fuente, reaprovechamiento, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento, transferencia y disposición final (Ley 27314, 2000). Los residuos sólidos pueden ser definidos como “aquellos materiales orgánicos o inorgánicos de naturaleza compacta, que han sido desechados luego de consumir su parte vital”. Así mismo, explica que “el concepto de residuo sólido es un concepto dinámico que evoluciona paralelamente al desarrollo económico y productivo” (Montes, 2009).

### **1.2 Descripción del Problema**

En el Perú, la generación de RS es uno de los principales problemas ambientales que se afronta en la actualidad, donde es sabido que embarcaciones pesqueras y buques, son los mayores generadores de RS que no son controlados, o si lo son, es de forma leve, pero que sí proporciona información exacta de la magnitud de los residuos que se generan y que se arrojan al medio marino en todo el litoral

Las entidades del sector como DICAPI, PRODUCE, Ministerio del Ambiente, etc. sólo controlan la parte de efluentes de forma superficial. Muy pocas empresas tienen planes de manejo de gestión de RS en sus embarcaciones pesqueras industriales, pero la gran mayoría de embarcaciones pesqueras artesanales no controla los RS que vierten al mar, contaminando el medio marino, sin existir hasta la fecha datos del volumen y naturaleza de los RS ni soluciones al problema de contaminación de los mares. Gracias a grandes esfuerzos en I+D, hoy son varios los destinos que se les puedan dar a los residuos de pescados, tanto de cultivo como de captura. Entre ellos se pueden citar nuevos, por ejemplo: ingredientes para nutrición animal e insumos para la industria cosmética, presentándose como algunas de las posibilidades.

El aprovechamiento y valorización de desechos y residuos es un tema que se debe instalar con fuerza en nuestro país en diversos sectores, pues el camino hacia la sustentabilidad implica, para muchos, cerrar los círculos productivos, disminuyendo el impacto ambiental y, al mismo tiempo aumentar la competitividad a través de nuevos negocios (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019).

El modelo de producción adoptado desde la revolución industrial trata a los residuos y contaminación como una consecuencia inevitable del desarrollo económico; pero con el paso de los años, aparecieron producto de los residuos generados, impactos contra la salud pública, contaminación del agua y del suelo, mostrando los efectos dañinos de este (Santos, 2005). A lo largo de los años y a través del tiempo el mundo comenzó a percibir que era necesario conciliar el crecimiento económico con la preservación de los recursos naturales, pero todavía son muchos los problemas ambientales recurrentes de las actividades humanas (Embrapa, 2003).

Según Pereira (2007), un residuo orgánico o inorgánico es considerado contaminante cuando es acumulado y puede alterar el medio ambiente, normalmente debido a la descomposición y mal almacenamiento de estos, creando un ambiente propicio al desarrollo de

microorganismos que muchas veces pueden ser agentes de enfermedades, ocasionando efectos colaterales para la salud de las personas y el medio ambiente y la ecología. Desde las antiguas civilizaciones, el lanzamiento de estos residuos en el relleno sanitario y cursos de agua viene causando efectos negativos al medio ambiente y la ecología, lo cual a la fecha no se ha revertido en su totalidad y se carece de una cultura de cuidado del medio ambiente.

### **1.3. Formulación del Problema**

#### **Problema general**

¿Cómo se podrá recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia?

#### **Problemas específicos**

- ¿Cómo será la tecnología utilizada para recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia?

- ¿Cómo será la evaluación económica para recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia?

### **1.4. Antecedentes**

La acuicultura y pesca no escapan a esta realidad y así como se ha buscado ser responsable con los desechos inorgánicos a través de distintas alternativas de reciclaje y reutilización, permanentemente se están buscando opciones de uso de los desechos orgánicos para darles valor incluso más allá de la tradicional elaboración de harina y aceite de pescado. El proyecto se enfoca en recursos como la trucha y la tilapia, los cuales generan desechos ricos en proteínas, aceites y material sólido, constituido, principalmente, por fosfatos y que pueden tener una aplicación industrial directa para harina y aceite, además de abono fosfatado. Sin embargo, se tiene una visión innovadora, revalorizar las proteínas de los residuos de la pesca en relación con las propiedades funcionales de los péptidos que los componen (Sosa, 2017).

Camacho *et al.* (2000) señalan que la trucha, también llamada trucha arco iris, cuyo nombre científico es *Oncorhynchus mykiss*, es un pez que pertenece al grupo de los salmónidos originarios de América del Norte. Esta especie fue introducida de los Estados Unidos al Perú hace más de 75 años y está adaptada totalmente a nuestras aguas. Presenta buenas cualidades para el cultivo en pequeña y gran escala, sobre todo por haberse definido la tecnología de su reproducción, alimentación y manejo biológico (Camacho *et al.*, 2000).

Una de las técnicas es la producción y utilización del ensilado de pescado, que ofreció técnicas para transformar las partes del pescado no destinadas a consumo humano en una mezcla altamente nutricional y fácilmente digerible por otros animales. La técnica del ensilado permite además la conservación y almacenaje del producto resultante a temperatura ambiente durante varios meses, sin que se pierda la calidad nutricional (FAO, 2019).

Otra técnica es la hidrólisis de los desechos sólidos orgánicos, donde la novedad es la encapsulación como una alternativa para conservar y aumentar la efectividad de los péptidos bio activos presentes en los hidrolizados de pescado. Este proceso ha presentado resultados satisfactorios debido a que las capsulas mantienen la actividad antioxidante en el tiempo, lo que ha resultado en un uso potencial para la producción de compuestos bio activos de bajo valor comercial al acercarse en su poder antioxidante al del  $\alpha$ -tocoferol (Zavarese *et al.*, 2014).

### **1.5. Justificación de la investigación**

Solucionar el problema de los residuos sólidos de pescado, debido a que su alteración microbiana, deteriora el medio ambiente, va contra la salud y la contaminación de alimentos; muchos países tienen la tecnología seleccionada para su tratamiento de residuos orgánicos, con mucho mayor efectividad que hacer solo harina de residuos o incrementarlos a las dietas de estos residuos que van en proceso de descomposición, tal como se usa en nuestro país.

Asimismo, es dar un paso adelante en la investigación tecnológica en el tratamiento de estos residuos altamente deteriorables, y la facilidad para conservarse en el tiempo.

En el ámbito social, la implementación de centros de tratamiento de residuos también genera uso de mano de obra para la misma población, el cual puede tener un nivel de auto sostenimiento para no afectar el gasto social de la población.

En el ámbito tecnológico se plantea la elaboración de un producto como es el ensilado que puede tener mejores beneficios económicos respecto a los subproductos que se pueden lograr con los residuos orgánicos provenientes del procesamiento de pescado en las piscigranjas que existen en las diferentes regiones del país.

## **1.6 Limitaciones de la investigación**

Considerando que la gestión de residuos sólidos tiende a considerar a los residuos por separado en sus componentes, cada uno de ellos necesita un especial estudio en los residuos de la truchicultura y el cultivo de tilapia, por lo que la investigación está enfocada en la selección de una tecnología para el aprovechamiento de residuos sólidos a fin de darle un valor agregado a los materiales proveniente de las mesas de fileteo y eviscerados de tilapia y la trucha.

## **1.7 Objetivos**

### **Objetivo general**

Recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia

### **Objetivos específicos**

- Evaluar los criterios técnicos a utilizar para recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia

- Evaluar los criterios económicos para recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia

## 1.8 Hipótesis

### **Hipótesis General:**

Es viable recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia

### **Hipótesis específicas:**

- Es viable la tecnología a utilizar para recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia
- Es viable a nivel económico recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia

## II. Marco Teórico

### 2.1. Marco conceptual

#### 2.1.1. Taxonomía de la tilapia

La tilapia es una especie resistente a diferentes hábitats como lagos, reservorios, y cultivos que se desarrollan tanto en la costa como en la sierra, siendo la tilapia gris la de mayor producción y comercialización en el Perú (ver Figura 1)

#### Figura 1

*Tilapia gris*



Fuente: Ministerio de la Producción (2020)

Nombre científico: *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

Sinonimia: *Sarotherodon niloticus*

Familia: *Cichlidae* Tamaño y peso máximo: 80 cm y hasta 5 Kg.

Peso promedio: 200 a 300 g en reservorios.

Tamaño y peso comercial: 20 - 30 cm, 0,2 – 0,9 Kg.

Temperatura de cultivo: 25 - 35 °C

Según el Ministerio de la Producción (2020), la tilapia se desarrolla adecuadamente en agua dulce y salubre, tiene una alimentación omnívora y acepta alimento balanceado. Se reproduce a partir de los 4 meses de edad y desova parcialmente cada 2 o 3 meses, los machos crecen mejor que las hembras, por lo que es preferible los cultivos de monosexo, por esto se

realiza la producción de súper machos o se efectúa la reversión a machos aplicando hormonas en el alimento en los primeros 30 días de nacidos. Técnicas y modalidades de cultivo: Esta especie se cultiva mediante monocultivos en estanques o jaulas flotantes. Además, la tilapia se produce en policultivos y en el país se le ha cultivado juntamente con gamitana, paco, boquichico y sábalo cola roja. Países donde se cultiva: Los principales países productores son: China, Taiwán, Ecuador, Brasil, México, Costa Rica, Honduras, Cuba, Malasia, Filipinas, Corea, Israel, Egipto y Colombia. Zonas de cultivo en Perú: Costa Norte, Selva Alta y Ucayali. En Chincha, Pisco e Ica.

Riesgos ambientales: Esta especie por su excesiva reproducción y por su rusticidad tiende a competir y a desplazar a las especies nativas; aunque en selva baja se ha comprobado que las especies nativas la controlan y que, en la selva alta, por el fondo pedregoso y por la velocidad de los ríos, no dejan que esta especie haga nido, por lo que no ha significado riesgo. Donde puede ocasionar impacto es en la costa donde algunos cuerpos de agua sólo poseen algunas pequeñas especies nativas. Asimismo, algunas instituciones vienen trabajando en la producción de estos. En algunos casos se ha llegado a importar alevinos. Nivel de cultivo y resultados alcanzados: Se produce semi intensivamente en estanques de tierra, logrando entre 5 - 50 TM/Ha/año; intensivamente en estanques y jaulas se logra de 50 a 200 TM/Ha/año; y súper intensivamente se logra (500 - 600 TM/Ha/año).

### ***2.1.2. La generación de residuos***

Los residuos o subproductos de la pesca están conformados por aquellas partes del pez que no poseen un valor comercial. Estos son: cabeza, cuero, vísceras, aletas y agallas. Además, algunos pescados que por mala preservación están iniciando su descomposición, pueden ser incorporados a este proceso. Por lo tanto, las balsas, bodegas y plazas de mercado son sitios claves en la generación y acumulación de subproductos. También es posible recolectar eficientemente los subproductos generados por la actividad pesquera en un radio de 120 km

aguas arriba y abajo de Leticia, para ser procesados en esta ciudad. No obstante, por las distancias que se manejan, los residuos pueden descomponerse fácilmente. Por eso, sí se desea hacer un acopio masivo en Leticia de estos desperdicios, se requiere invertir en medios de transporte y preservación en hielo que eviten su deterioro (Montes, 2009). El ensilado de pescado permite obtener de forma asequible alimentos nutritivos para consumo animal o fertilizantes naturales.

Con el objetivo de aprovechar los recursos y micronutrientes que contienen los desechos de pescado y fomentar su transformación en recursos para la producción acuícola y agropecuaria, técnicos y académicos del sector acuícola y pesquero de Mesoamérica fortalecieron sus capacidades en el ensilaje de pescado y sus derivados (Montes, 2009)

El pescado y sus derivados son productos altamente perecederos, que, si no son preservados o procesados en un corto plazo, sufren significativas pérdidas post captura a las que se suman las especies de pescado y sus derivados que son desechadas porque no se destinan al consumo humano y las partes de pescado no destinadas al consumo, que representan entre el 30 y el 70% del producto (Montes, 2009).

Asimismo, la técnica del ensilado permite la conservación y almacenaje del producto resultante a temperatura ambiente durante varios meses, sin que se pierda la calidad nutricional.

“El uso de la tecnología del ensilado de pescado a pequeña escala no requiere de equipos sofisticados ni onerosos y permite su transformación y preservación como un valioso insumo para la acuicultura, la producción de aves o ganado y como fertilizante natural en los cultivos”, explicó Jogeir Toppe, Oficial de Pesca y Acuicultura de la FAO para Mesoamérica (Sosa, 2017).

“El aprovechamiento de este material de descarte representa una fuente de proteína y otros nutrientes para la provisión a diferentes sectores de producción y que tiene una diferencia notoria de impacto ambiental, al ser un producto amigable con el ambiente”, agregó Pinzón, Administradora de la Autoridad de Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) (Sosa, 2017)

### ***2.1.3. Definición del ensilado***

El ensilado de pescado puede definirse como un producto semi - líquido obtenido a partir de la totalidad del pescado entero o partes del mismo. Este estado se alcanza por efecto de las enzimas proteolíticas contenidas en el mismo pescado. Estas enzimas presentan su mayor actividad cuando el pH se reduce a valores cercanos 4,0, la cual impide la descomposición del producto, Bello (1990) citado por Toledo *et al.*, (2006), y Berenz (1997) citado por Mattos *et al.* (2003) dice que el ensilado de pescado es un proceso para obtener un producto líquido - pastoso, elaborado a partir de la totalidad del pescado o partes del mismo, basado en la producción de ácido por efecto de la fermentación microbiana de carbohidratos. (Sosa, 2017)

El producto obtenido de esta forma es un líquido estable, de olor a malta, con buenas características de almacenamiento pero que contiene todavía la totalidad del agua presente en la materia prima original. El ensilado es un producto estable a temperatura ambiente por mucho tiempo. Los estudios de estabilidad del ensilado muestran que es factible almacenarlo por períodos mayores a 6 meses sin requerir de refrigeración. Aunque en el ensilaje de pescado se produce cierta hidrólisis de las proteínas para formar péptidos y aminoácidos, el valor nutritivo de la materia prima se mantiene y se puede utilizar para sustituir fuentes tradicionales de proteínas (Martínez, 2003). Es un producto que no atrae insectos indeseables ni olores desagradables. (Sosa, 2017)

Aunque en el ensilaje de pescado se produce cierta hidrólisis de las proteínas para formar péptidos y aminoácidos, el valor nutritivo de la materia prima se mantiene y se puede utilizar para sustituir fuentes tradicionales de proteínas en la alimentación de los animales domésticos, en particular los monogástricos (Alais y Lacaza, 2003). Según Window y Barlow (1984) citado por Martínez (2003), el ensilado de pescado puede definirse como un producto líquido, elaborado a partir de la totalidad del pescado o partes del mismo, sin adicionar otros productos (sólo ácidos) en el que la licuefacción se produce por acción de las enzimas presentes en el mismo. El producto obtenido de esta forma es un líquido estable, de olor a malta, con buenas características de almacenamiento pero que contiene todavía la totalidad del agua presente en la materia prima original. Ramírez *et al.* (1994) citado por Triana *et al.* (2014) mencionan que el ensilado es la mezcla de pescado molido con una fuente de carbohidratos y un cultivo microbiano láctico que produce el ácido necesario para la preservación del producto por efecto de la fermentación bacteriana. Martínez (2003) reporta que durante el proceso de elaboración de un ensilado de pescado es muy importante la presencia de sustancias ácidas (medio ácido), pues son éstas fundamentales en el mantenimiento de las buenas condiciones tanto fisicoquímicas como microbiológicas del producto a elaborar. Se han desarrollado dos formas para conseguir y mantener dichas condiciones; una de ellas, consiste en la adición inicial de los ácidos a la mezcla (ensilado químico). La otra utiliza la capacidad que tienen algunos microorganismos de producir sustancias ácidas una vez que a éstos se les provee una fuente de carbono que les permita actuar (ensilado biológico). (Sosa, 2017)

### **Ensilado biológico**

El ensilado biológico de pescado es un producto obtenido de residuos de pescado, mediante un proceso de fermentación láctica con bacterias del yogurt, que actúan con melaza y

azúcar de caña como estimulante y fuente de energía. Esta mezcla de residuos molidos, con una fuente de carbohidratos y un cultivo microbiano ácido-láctico, produce el ácido necesario para la preservación del producto. El producto final es una masa homogénea de consistencia pastosa, con un 60% de humedad (dependiendo del tipo de residuo), fácilmente hidrolizable y con olor característico a fruta fermentada (García *et al.*, 1998 citado por Alpízar *et al.*, 2014).

Según Tomé *et al.*, (1995), el ensilado por fermentación microbiana, conocida también como ensilado biológico, puede definirse como un líquido obtenido por fermentación bacteriana, en el cual el pescado molido se mezcla con una fuente de carbohidratos y un cultivo microbiano ácido-lácticos, que produce el ácido requerido para la preservación del producto. El fundamento del ensilado biológico es la producción de ácido por efecto de la fermentación microbiana de los carbohidratos usando para ello una levadura proteolítica y una fuente hidrocarbonada para el desarrollo del proceso (Bertullo, 1994). (Sosa, 2017)

En el ensilado biológico ocurre una desaminización de los ácidos aminoicos como la degradación de cistina que puede tener lugar a la formación de amonio y/o aminos volátiles (Haaland y Njaa, 1989 citado por Enes *et al.*, 2000). El ensilado biológico permite obtener un producto pastoso elaborado a partir de la masa de pescado entero o residuos triturados, previa adición de carbohidratos y que la mezcla es fermentada por la adición de bacterias ácido-lácticas, bajo condiciones controladas (Van Wyk y Heydenrych, 1985 citados por Martínez, 2003). Debe presentar en promedio un pH de 4.0 a 4.5, y una acidez titulable de 3.2% (Alpízar, *et al.*, 2014). El pH del medio desciende por acción de las bacterias ácido láctico, se inhibe el crecimiento de los microorganismos patogénicos y putrefactivos. Las bacterias lácticas que más se utilizan son las que pertenecen al género *Lactobacillus* (Berenz, 1997 citado por Mattos *et al.*, 2003). Según Van Wik y Heyderich (1985) citado Martínez (2003), para obtener un ensilado

estable debe alcanzar un pH menor o igual a 4.0 ya que en estas condiciones frena el crecimiento y la actividad de ciertos microorganismos que pueden dar origen a la descomposición del ensilado. Para ello el pescado es picado y mezclado con una concentración suficiente de carbohidratos. Las bacterias lácticas pueden producir suficiente ácido láctico para conservar el producto durante un tiempo prolongado (Sosa, 2017).

#### **2.1.4. Las bacterias lácticas**

Son un grupo de bacterias relacionadas a la producción de ácido láctico, estos organismos son heterotróficos y biosintetizadores (Reddy *et al.*, 2008). Alais y Lacaza (2003) reporta que las bacterias lácticas constituyen la parte más interesante de la microflora acidificante de los productos lácteos, pero es preciso insistir sobre el hecho de que no son ellas solas las que producen cantidades elevadas de ácidos diversos, incluido el ácido láctico.

Los fermentos lácticos inhiben el desarrollo de los gérmenes que se desarrollan preferentemente en los medios neutros o pocos ácidos, constituyendo una protección contra numerosos gérmenes proteolíticos que digieren el medio y provocan la putrefacción. El metabolismo de las bacterias lácticas (cocos y bacilos), y teniendo en cuenta los productos de su metabolismo se clasifican en homofermentativas y heterofermentativas. Las homofermentativas u homolácticas fermentan las hexosas en ácido láctico como un producto final, mientras que las heterolácticas lo hacen y producen además de ácido láctico otros productos químicos como son ácido acético y alcoholes (Wisman, 1986 citado por Cardoso, 2013). Según Alais y Lacaza (2003), la temperatura tiene un rol importante en las bacterias lácticas a temperaturas superiores a 40°C, se seleccionan las especies termófilas favoreciendo el desarrollo de lactobacilos hacia los 50°C. Alejos (2013) reporta que las bacterias lácticas inhiben el desarrollo de levaduras,

además de caracterizarse por: 1. Producción de ácido y descenso del pH que genera una protección de las sustancias alimenticias debido a la inhibición de las bacterias de la putrefacción en medio ácido. 2. Producción de enzimas que intervienen en la degradación de las proteínas al igual que de sustancias inhibitoras. La mayoría de las bacterias ácido-lácticas (B-Lac) tienen alta tolerancia a valores de pH menor a 5. Esta tolerancia ácida les da ventajas sobre otras bacterias, la temperatura óptima de crecimiento varía entre géneros y está en el rango de 20-45°C (Hot y Han, 2000 citados por Serna y Rodríguez, 2005) y (Sosa, 2017)

Los lactobacilos forman la parte esencial de la flora bacteriana estimada en 109 gérmenes por gramo inhibiendo el desarrollo de los gérmenes nocivos, ya que producen proteinasas y peptidasas que le confieren un notable poder proteolítico (Alais y Lacaza, 2003). Existen diversos géneros de bacterias ácido-lácticas; sin embargo, éstas son agrupadas como homofermentativas o heterofermentativas basado en el producto final de su fermentación. Las homofermentativas como *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pedococcus*, *Vagococcus* y algunos *Lactobacillus* poseen la enzima aldolasa y producen ácido láctico como el producto principal de la fermentación de la glucosa utilizando la vía de glucólisis (Axelsson, 1998 citado por Ramírez *et al.*, 2010). Los lactobacilos crecen bien en medios ligeramente ácidos, con pH inicial de 6,4 – 4,5 y con uno óptimo de desarrollo entre 5,5 y 6,2. Su crecimiento cesa cuando el pH alcanza valores de 4,0 a 3,6 en dependencia de especies y cepas y disminuye en medios neutros o ligeramente alcalinos. Los lactobacilos son capaces de disminuir el pH del sustrato donde se encuentran por debajo del valor 4,0 mediante la formación de ácido láctico. (Sosa, 2017)

De esta forma evitan o al menos disminuyen considerablemente el crecimiento de casi todos los otros microorganismos competidores, exceptuando el de otras bacterias lácticas y el de las levaduras (Bergey, 1992 citado por Samaniego *et al.*, 2008). Los lactobacilos son

considerados microorganismos probióticos que compiten con los patógenos, no sólo por los nutrientes, sino también por el espacio físico. (Chauviere *et al.*, 1992 citado por Cartes. 2005). Por otro lado, los probióticos producen sustancias anti-microbianas específicas, como las bacteriocinas, ácidos grasos volátiles de cadena corta, peróxido de hidrógeno y ácido láctico (Bifido bacterium, Latobacillus, Streptococcus), reduciendo el pH; esto se considera el principal mecanismo por el cual las bacterias lácticas inhiben el crecimiento de diferentes bacterias patógenas, como E.coli, Streptococcus y Salmonella (Fons *et al.*, 2000).

#### **2.1.5. Melaza de caña**

Según Gilces y Veloz (2006), la miel final o melaza es un líquido denso y viscoso de color oscuro, dulce y olor más o menos agradable que queda como residuo de la fabricación o refinación de la sacarosa procedente de la caña de azúcar. La melaza contiene la mayor parte de los no azúcares presentes en el jugo, sacarosa y los azúcares reductores, además sustancias nitrogenadas, vitaminas y elementos traza semejante al guarapo. (Sosa, 2017)

La sacarosa para poder ser transformada en alcohol tiene que ser primeramente hidrolizada con la ayuda de la invertasa que se localiza en la pared celular de las levaduras. El producto de la degradación de la sacarosa es la fructosa y la glucosa mediante el proceso de la inversión o invertasa, esto se realiza con facilidad en soluciones ácidas a velocidades que aumentan notablemente según el aumento de la temperatura y la disminución del pH, con la liberación de los monosacáridos constituyentes. (Sosa, 2017)

La importancia se debe casi exclusivamente a los carbohidratos, ya que carece de materia grasa y de celulosa. Por otro lado, la melaza de caña se caracteriza por tener grados Brix de 8.5 y un pH de 5.0 - 6.1, según Castro (1993) citado por Fajardo y Sarmiento (2007). El pH

de las melazas cambia con la temperatura y depende también de la naturaleza y de la cantidad de material estabilizador del pH que posea, según Swan y Karalazos (1990) citados por Fajardo y Sarmiento (2007). La melaza de caña de azúcar está conformada por: sacarosa (31,0% p/v), glucosa (9,5% p/v), fructosa (10,0 %) y nitrógeno (1,0%), y es un sustrato completo para la producción de ácido láctico (Dumbrepatil et al., 2008; Patil et al., 2006; Wee et al., 2006b; Bhatta y Srivastava 2008; Pessôa de França et al., 2009; citados por García *et al.*, 2010). La melaza es portadora de energía de fácil aprovechamiento por el animal, la cual representa del 70,0 al 75,0 % del valor energético del maíz, (Sosa, 2017)

### ***2.1.6. Tecnología de elaboración de ensilados***

#### **Recolección**

Una vez acopiados los residuos en timbos, baldes (y ojalá que tengan tapa) o bolsas plásticas, deben transportarse desde el sitio de eviscerado hasta el punto de acopio final. Si se van a almacenar por varios días, es necesario conservarlos refrigerados, para evitar que se descompongan. Se llama eviscerado a la operación de retirar los contenidos internos del pescado: corazón, gónadas, hígado, estómago e intestinos. Punto de acopio: es el lugar donde se almacenará y manejará los residuos para obtener el ensilado biológico Spanopoulos-Hernandez, (2010).

#### **La preselección**

Antes de iniciar la cocción es importante inspeccionar el material para descartar huesos grandes y sin carne, junto con residuos descompuestos. Estos ya no podrán ser utilizados y deben ser sepultados. El material que finalmente es seleccionado se debe pesar, porque así se puede tener un mejor control en cuanto al rendimiento (en peso) que se obtendrá en la penúltima fase de todo el proceso, cuando se culmine el secado o deshidratado del producto. L

### **Cocción**

Esta etapa es muy sencilla, sólo se necesita una olla de buen tamaño en la cual se depositan los residuos, se les agrega agua limpia hasta que queden cubiertos a ras y se ponen a hervir. Una vez que empieza a hervir, deben dejarse entre 20 y 40 minutos para ablandar huesos, eliminar grasas y desinfectar. Mientras hierven es bueno darles una vuelta y estar atentos con el tiempo, para que no se deshagan. La cocción se utiliza básicamente para ablandar los residuos y poderlos moler. Al alcanzar temperaturas elevadas, buena parte de las bacterias patógenas presentes mueren. Así que además de ablandarse, se están limpiando de microorganismos dañinos a la salud.

Una vez alcanzado el tiempo de cocción, los residuos se escurren teniendo especial cuidado para que el agua se filtre y caiga dentro de un hoyo en la tierra, para luego cubrirlo. Como el agua de la cocción ayuda a eliminar grasas, esta va a tener un olor característico y el calor lo puede ranciar. Al cubrirse con tierra, no sólo se evitan malos olores, sino también la presencia de moscas y otros insectos. Se espera que los residuos se enfríen para manipularlos, y descartar espinas que no se deshicieron. Igualmente, es bueno volver a pesar para conocer que tanto disminuye o merma en peso del producto cocido frente a la materia prima original.

### **Molienda**

Se deben retirar los huesos que no se ablandaron en la cocción, porque luego van a dificultar el proceso de molienda. Moler es sencillo, sólo se requiere un molino convencional, paciencia, algo de fuerza y un recipiente limpio donde se pueda depositar lo que se ha triturado.

### **Mezclado y fermento**

La mezcla de los diversos componentes para obtener el ensilado genera el proceso de fermentación, que es llevado a cabo por las bacterias que se agregan. Como el pescado es un alimento que carece de compuestos con mucha energía necesarios para que las bacterias puedan

hacer su trabajo, la mezcla requiere de melaza o miel de purga como fuente de energía. También puede usarse panela, pero cuando se analizan los costos de producción nos damos cuenta de que sale más cara. Para lograr la fermentación se recomienda emplear yogurt. Las bacterias que provienen del yogurt, se llaman bacterias lácticas y serán las encargadas de fermentar la mezcla durante 12 días. Este período de maduración es supremamente importante, pues se logra aumentar la acidez de la mezcla (o disminuir el pH), y en este ambiente ácido mueren o se impide el crecimiento de microorganismos dañinos para la salud; así que al final de los días se obtiene un producto libre de patógenos.

### **Elaborando el fermento**

Dependiendo de la cantidad de residuos que se vayan a ensilar, se hace necesario o no, preparar fermento artesanalmente y así sale más barato producir el ensilado. Este fermento puede ser yogurt casero. ¿Cómo se elabora el yogurt casero? Se toma una cantidad adecuada de leche, bien sea medio o un litro, que se calentará un poco. No debe hervir, sólo se deja tibia. Se coloca en un envase plástico o de vidrio y se le agregan dos cucharadas o medio vaso de yogurt comercial, del que venden los supermercados. Se revuelve bien y se deja reposar a temperatura ambiente durante 24 horas. Después ya puede ser usado en la preparación del ensilado. El yogurt que no se utilice, debe refrigerarse y endulzarse (recuerde que la preparación del yogurt, requiere el empleo constante de sistemas de refrigeración)

### **Mezcla**

Para fermentar (o ensilar) una mezcla total de 10 kilos se necesita: 1) 8,7 kilos de residuos cocinados y molidos (que equivalen al 87% de la mezcla); 2) Un pocillo y medio de yogurt casero, equivalente a 300 ml (que corresponde al 3%); 3) Un kilogramo de melaza o miel de purga (el 10% de la mezcla); 4) Dos cucharadas soperas llenas de sal (o de sorbitol).  
Preparación: Vierta los residuos cocinados en un recipiente, agregue la melaza y revuelva

durante cinco minutos; adicione el yogurt y revuelva uniformemente durante otros cinco minutos. Luego esparza la sal (o el sorbitol) a la mezcla y revuelva por cinco minutos más. Al final tendrá un producto pastoso, húmedo, color chocolate y con un delicioso olor agrídulce. La sal (o el sorbitol) funciona como un agente anti hongos y ayuda a deshidratar el producto.

### **Envasado y maduración**

Envase el ensilado en recipientes plásticos limpios y con tapa hermética aprensible, o en bolsas transparentes de alta resistencia, sin orificios. Debe quedar bien tapado o sellado para facilitar la acción de las bacterias, de lo contrario, se dañará. Los envases se colocan en un sitio seco, techado y protegido de roedores u otros animales que pudieran consumir el producto. El ensilado va a generar gases durante su maduración, por lo que es necesario revisarlo diariamente y destaparlo por unos segundos para liberar los gases. Después de 12 días de maduración, se alcanza la acidez ideal y se puede proceder al secado o deshidratado. Durante la maduración o fermentación anaerobia, las bacterias lácticas se alimentan con la melaza y vuelven ácida la mezcla; acidez que mata las bacterias patógenas o impide su crecimiento favoreciendo su mantenimiento y su tiempo de vida útil

### **Secado**

Se debe espaciar en latas o bandejas limpias y exponerlo al sol en las primeras horas de la mañana (7 – 10 am) y en la tarde (4 – 6 pm), durante 4 o más días. Igualmente puede dejarse en un sitio ventilado y fresco para que se seque, pero demorará más. Cuando esté seco un lado se debe voltear. A medida que se seca el producto, el intenso color chocolate disminuye de intensidad. Intente que no le den los rayos del sol del mediodía, pues son muy fuertes y pueden hacer sudar y ranciar el producto. Cuando haya terminado el secado, se recoge y se pesa para saber el rendimiento de la materia prima. Luego, pulverícelo antes de su almacenaje, utilizando un molino (industrial o manual).

## **Almacenamiento**

Guarde el producto seco y molido en envases o bolsas plásticas de alta resistencia, selladas y marcadas con la fecha de elaboración y cantidad del producto en kilos. Almacene en un sitio protegido de la luz y de animales (como roedores), durante un máximo de cinco meses. Se aconseja usarlo en los dos primeros meses, así podrá ser mejor asimilado por los animales que lo consuman. Recuerde que el empaque debe estar en buen estado y ser resistente, debe ser sellado perfectamente y almacenar en un sitio seco y bien protegido. Una vez secado el producto puede ser utilizado como un ingrediente más, en el alimento de aves o peces.

### **2.1.7 Control del ensilado**

#### **El pH**

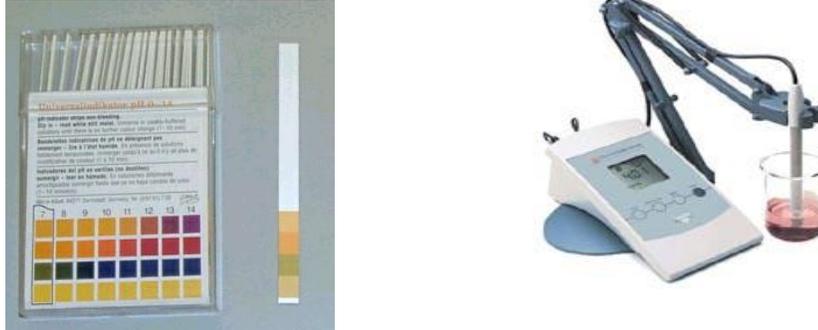
En proceso de producción del ensilado de los residuos sólidos del pescado es importante el control del pH, es uno de los parámetros tecnológicos que debe ser monitoreado en forma constante. El pH es una medida de acidez o alcalinidad que indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una solución o sustancia.

Las siglas pH significan potencial hidrógeno o potencial de hidrogeniones, del latín *pondus*: peso, *potentia*: potencia e *hydrogenium*: hidrógeno, es decir *pondus hydrogenii* o *potentia hydrogenii*. El término fue designado por el químico danés Sørensen al definirlo como el opuesto del logaritmo en base 10 o el logaritmo negativo de la actividad de los iones de hidrógeno, cuya ecuación es  $\text{pH} = -\log_{10}[\text{a}_{\text{H}^+}]$  (Significados.com, 2020)

Para medir el pH que no necesita ser muy preciso se utilizan sustancias llamadas indicadores, que varían reversiblemente de color en función del pH del medio en que están disueltas. En la Figura 2 se puede observar el papel indicador y el potenciómetro como medios que se utilizan para medir el pH de las sustancias.

## Figura 2

*Papel indicador y potenciómetro para determinar el pH*



Fuente: PCE Instruments (2020)

La acidificación de los alimentos es un proceso que consiste en reducir el pH del alimento para impedir el desarrollo de los microorganismos patógenos. Este método puede llevarse a cabo de manera natural o artificial. En productos como el pescado se puede utilizar el ácido cítrico y láctico, dos compuestos con propiedades antimicrobianas y antioxidantes capaces de mejorar la conservación de alimentos perecederos. Entre los principales correctores del pH destaca el carbonato de sodio, el potasio y el magnesio. La acidificación constituye, pues, una manera de conservación de los alimentos que controla la proliferación de bacterias y mantiene la calidad del alimento. Algunos aditivos alimentarios utilizados como correctores de la acidez de los alimentos permitidos en la Unión Europea son, según EUFIC, el ácido cítrico, el acetato cálcico y el ácido fumárico.

El vinagre realiza una importante acción conservadora gracias a su grado de acidez. Este aspecto frena el crecimiento de microorganismos, aunque no los mata. Combinado con temperaturas de refrigeración, este grado de acidez permite conservar el alimento en buenas condiciones durante más tiempo. Cuando el pH es inferior a 4,5 se inhibe la formación de la toxina *Clostridium botulinum* y se limita el crecimiento de *E. coli* y *Salmonella*.

Cítricos como la naranja, el limón o el pomelo y otros alimentos como zumos y yogur también son ácidos. El zumo de naranja posee un pH ácido, lo que actúa como protector. Levaduras y, de forma especial, los hongos, pueden tener en este alimento un crecimiento lento. Frutas y hortalizas también tienen un pH bajo, de ahí que su flora bacteriana sea, en la mayoría de los casos, menos numerosa. Carne y verduras también tienen un pH bajo. En todos estos alimentos el valor bajo de pH ayuda en la conservación inhibiendo el crecimiento microbiano.

La formación y crecimiento de patógenos en alimentos requiere nutrientes, agua, temperatura adecuada y ciertos niveles de pH. Los valores de pH en los alimentos van desde el 1 al 14, y se considera el 7 como valor neutro. Si el nivel de pH en un alimento es superior a 7, se dice que este es alcalino; en cambio, un valor inferior a 7 indica un alimento ácido. Se considera que la mayoría de los microorganismos patógenos crecen a un pH más bien neutro, entre 5 y 8.

En alimentos ácidos y, por tanto, con un pH bajo como el limón y el vinagre, la acción conservadora es mayor y, en consecuencia, disminuye el riesgo de contaminación por bacterias patógenas. Aunque la mayoría de las bacterias proliferan en ambiente neutro, debe tenerse en cuenta que algunos lo hacen en alimentos con pH ácidos y otras en productos con pH alcalinos. Un producto ácido tiene un sabor agrio y un producto alcalino y un sabor amargo, según el Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación (EUFIC). (Consumer, 2013)

La fermentación de la lactosa en ácido láctico da al yogur su acidez y parte de su sabor. En el proceso de fermentación involucra la inoculación de leche pasteurizada previamente enriquecida con proteínas lácteas y con un concentrado de microorganismos lo cual se incuba a 40-44°C durante 4 a 5 h. Con el uso de bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Streptococcus*, la reducción del pH, es debido a la producción de ácido láctico, causa la desestabilización micelar de la caseína a pH 5,1 a 5,2 ocurriendo una completa coagulación a pH de 4,6. Al pH final deseado la leche coagulada se enfría rápidamente de 4 a 10 °C reduciendo la fermentación.

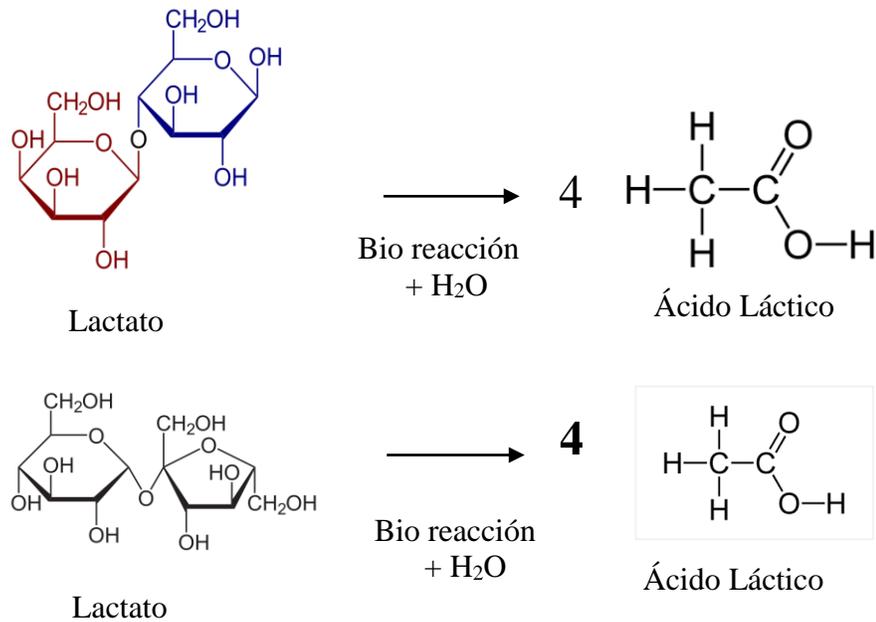
Por ello la importancia de medir el pH de manera continua para garantizar la consistencia y sabor del yogur, ya que una desviación considerable en el pH puede reducir la vida útil del yogur o crear un producto que es demasiado amargo o agrio.

La estéreo-especificidad deseada del producto depende del uso previsto. Sin embargo, el isómero L (+) del ácido láctico es utilizado para la mayoría de las aplicaciones (Skory, 2000; Vaidya *et al.*, 2005). Durante las reacciones el pH disminuye bruscamente, por lo que para mantenerlo cercano a la neutralidad se adicionan álcalis como: Hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos, lo cual aumenta el contenido iónico en el medio biológico. Esto es necesario porque a valores de pH ácidos disminuye la viabilidad y el desarrollo de la mayoría de los microorganismos y, por tanto, disminuye el rendimiento de ácido láctico.

La mayoría de los procesos utilizan carbonato de calcio para mantener el pH entre 5,5 y 6,5 mediante la formación de una sal de lactato. Después de la biorreacción, el medio (el cual contiene sales de lactato) se filtra para remover la biomasa, se trata con carbón activado, se evapora y, finalmente, se acidifica con  $H_2SO_4$  para convertir la sal en ácido láctico y sulfato de calcio insoluble, el cual es removido por filtración. El ácido láctico reconstituido se pasa entonces a través de columnas de carbón activado y de intercambio iónico y se evapora para producir los grados deseados de pureza y concentración. Como hasta este punto el ácido láctico no es estable al calor, se esterifica con metanol o etanol, para luego recuperar por destilación el éster formado, y rehidrolizarlo con agua en medio ácido y llevar a cabo nuevamente una etapa de evaporación para obtener la concentración deseada, reciclando el alcohol empleado (ver Figura 3). Este proceso de separación produce un producto altamente puro, el cual es similar al producto obtenido por síntesis química (Kirk-Othmer, 2001; Yin *et al.*, 1997). Con base en estos antecedentes, en esta investigación se diseñó un proceso para la obtención de ácido láctico a partir de la biorreacción en fase sólida de cáscara y bagazo de naranja, con *Rhizopus oryzae*.

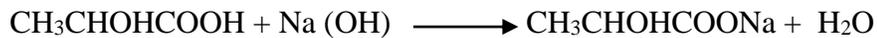
**Figura 3**

*Reacciones estequiométricas involucradas en la generación de ácido láctico*



Fuente: Kirk-Othmer (2001)

En la evaluación del ácido láctico formado utilizando el Na(OH), 0,1N, y fenolftaleína como indicador, cuando la fermentación aumenta, evaluar, con la siguiente ecuación:



### 2.1.8 El modelo logístico

La ecuación logística es un segundo modelo sobre evolución poblacional, en nuestro caso es la evolución del ácido láctico que le pone más realidad al modelo de crecimiento exponencial. El modelo exponencial no llega explicar todo el proceso de fermentación, por lo que es más recomendable el modelo logístico

Las bacterias resultan un caso de estudio ideal para la dinámica de poblaciones, ya que podemos tener una gran cantidad de individuos en la ecuación logística un ambiente controlado con cierta facilidad, y por ello han sido el ejemplo típico de estudio en esta disciplina.

En este ejemplo las suposiciones de la ecuación logística se satisfacen de una manera prácticamente perfecta y han sido probadas una y otra vez con resultados también prácticamente perfectos. Es más, hoy en día en lugar de tratar de comprobar la validez de esta ecuación en el caso del crecimiento de las bacterias, lo que interesa es buscar explicaciones a los parámetros del modelo, y ver cómo los distintos coeficientes de la ecuación cambian dependiendo de condiciones tales como la temperatura, el pH, la concentración de alimentos, etc. Es de hecho una herramienta tan indispensable, que todos los estudiosos de los microorganismos deben tener un buen dominio de la ecuación logística y de sus principales características, debido a que las variables microbiológicas se comportan bajo dicho modelo (Velázquez, 2020).

### ***2.1.9. Usos de ensilado de pescado***

El Instituto Sinchi produjo en laboratorio dietas balanceadas que incorporaban ensilado biológico. Se alimentaron pollos de engorde, incluyendo un 12% de ensilado biológico en la dieta alimenticia, es decir que en cada 10 kilos de comida para pollos había 1,2 kilos de ensilado, y se obtuvieron las mismas ganancias en peso y producción que con el concentrado comercial, pero un 20% más barato. Para peces en estanques la dieta balanceada de mejor desempeño incorporaba 20% de ensilado. Es decir, en cada diez kilos de alimento se incluían dos kilos de ensilado, con buen desempeño para la ganancia en peso de los animales y un ahorro medio del 8% en los costos. La utilización de ensilado biológico en dietas balanceadas técnicamente requiere cierta pericia, instrumentos de pesaje y componentes difíciles de conseguir en el mercado local.

Mejor aprovechamiento del recurso pesquero • Extracción de peces de acuerdo de la normatividad pesquera • Pescado descabezado, desaletado y eviscerado (destripado) lavado y limpio para almacenamiento • Pescado almacenado, refrigerado o congelado • Procesar

pescados en forma de filetes o postas, para su posterior comercialización • Recolección de vísceras, aletas, cabeza, cola y partes del pescado que el comercio no compra. • Elaboración de ensilado biológico • Preparación de alimento de peces, aves y cerdos. Beneficios • Disminución de basuras o residuos llevados al relleno sanitario • Ecosistemas libres de zonas contaminadas por residuos en descomposición

Los ensilados elaborados como subproductos de la industria pesquera son importantes ingredientes en la nutrición animal. Son usados para alimentar toda clase de especies animales tales como rumiantes, cerdos, pollos, animales de pieles, peces y mascotas. La razón por el gran interés en los productos pesqueros para la alimentación animal es por su alto y valioso contenido en proteína y grasa (aceite). La composición química del ensilado húmedo indica elevados tenores de agua (60-80%) y variables porcentajes de proteína bruta (12-19%) de elevado valor nutricional en ensilados biológicos. Se considera que en los ensilados biológicos la grasa es un poco más estable a la oxidación que en los ensilados químicos (FAO, 2019).

El ensilado se usa del mismo modo que la harina de pescado en los alimentos para animales. La harina de pescado contiene 65% de proteína mientras que el ensilado contiene alrededor de 15%, de manera que se requiere cuatro veces más ensilado para la misma entrada de proteína. La aplicación inmediata para el ensilado es para los sistemas de alimentación líquida. Asimismo, se ha probado el secado conjunto con harina de soja y plumas para producir productos secos con composición aproximada similar y balance de aminoácidos como harina de pescado (Hardy *et al.*, 1984) y (FAO, 2019)

Las experiencias de alimentación productiva en animales domésticos coinciden en afirmar las ventajas nutricionales de los ensilados de pescado. En Uruguay, alimentaron a

cerdos en crecimiento y engorde, dado que el ganado porcino se adapta muy bien a la alimentación pastosa, la calidad y el sabor de la carne no se altera y los costos son menores comparados con otros concentrados de proteína animal en raciones comerciales.

Se concluye que el ensilado necesita menos pescado y menos unidades forrajeras para producir 1 kg de carne porcina (Bertullo, 1994; Avdalov *et al*, 1992). La tasa de crecimiento de los cerdos fue mayor cuando el contenido de ensilado en la ración era del 5% y mejor su composición nutricional. En Venezuela, el precio unitario de las raciones con ensilado es mayor, pero se ve compensado por la disminución de tiempo para alcanzar el peso del mercado, reduciendo los costos relacionados con la manutención de los animales. Todas estas dietas tienen bajo contenido graso; se recomienda no exceder el 1% de la dieta. Pruebas con ensilados elaborados a partir de desechos de arenque producían carnes manchadas con grasa de color amarillento (Ottati y Bello, 1992), (FAO, 2019).

La inclusión de ensilado en dietas para rumiantes demostró que con una cantidad mínima incrementaba la ganancia en peso pero que son necesarios mayores ensayos sobre la digestibilidad (Viete y Bello, 1992, Nicholson y Johnson, 1991).

La utilización del ensilado químico como fuente energético-proteica alternativa en la preparación de raciones para aves está comprobada por los resultados alcanzados tanto para ponedoras como para pollos de faena, con costos menores cuando la proporción del ensilado es del 3,7%, menor que el límite máximo de 5% recomendado. Raciones con un 4% - 5% de ensilado biológico de pescado no confieren ningún gusto extraño a la carne de los pollos (Bertullo, 1994) y la producción de huevos por las gallinas es más alta (Tatterson y Windsor, 1973; Hassan y Heath, 1986).

Asimismo, es utilizado en sistemas de alimentación húmeda para animales pilíferos por su alto contenido energético, dado que por su proceso es un producto de gran calidad por poseer las vitaminas intactas. El agregado de ensilado ha aumentado la calidad microbiológica y química de las dietas, eliminado varios problemas de salud y mejorada la piel del visón (Jorgensen y Szymeczko, 1992) y (FAO, 2019)

En la dieta de los salmónidos, como crecen mejor con raciones de alto contenido energético, es posible utilizar el ensilado con hasta un 20% de lípidos (base seca), en consecuencia, evitando el proceso de extracción del aceite que encarece su producción. Para proteger los aceites fue agregado al ensilado un antioxidante y no mostraron signos de pérdidas nutricionales en un período de 24 semanas. Sólo se observó una pérdida del 60% del triptófano inicial; no obstante, el nivel cumple los requisitos de los contenidos mínimos de las dietas de los salmónidos (Jackson *et al.*, 1984) y (FAO, 2019)

## **2.2. Aspectos de responsabilidad social y medio ambiente**

Lo que se conoce como **responsabilidad social ambiental** no es otra cosa que una serie de acciones y esfuerzos que llevan a cabo las empresas para compatibilizar sus actividades comerciales y corporativas con la preservación del medioambiente y de los entornos en los que operan, donde generalmente muchas de ellas contamina el medio ambiente significativamente.

La responsabilidad social ambiental también puede entenderse como el compromiso que se adquiere para preservar y cuidar el medio ambiente. El objetivo es evaluar todos los recursos naturales que la empresa utiliza para la creación de sus productos o servicios, por ejemplo el agua, la energía eléctrica o las materias primas que se utilizan para el embalaje, entre otros.

De hecho, el interés de las empresas por el medio ambiente está muy relacionado con las demandas de los consumidores. Cada vez es más común que sus clientes sean personas con “conciencia ambiental”, es decir, que tienen un estilo de vida en el que se preocupan por el medioambiente y al realizar sus compras cotidianas exigen que los productos o los servicios que requieren se acoplen a su forma de pensar y de vivir.

El producto derivado del tratamiento de residuos sólidos reduce los costos de la alimentación animal reemplazando algunos insumos para la producción agropecuarias y asimismo en la acuicultura, reduciéndose el uso de la costosa harina de pescado

Considerando que recursos naturales son limitados y es importante aprovecharlos. Los desechos del pescado tienen prácticamente las mismas proteínas, minerales y vitaminas que pueden servir para hacer un alimento de uso animal de bajo costo, Actualmente los insumos alimenticios representan más del 60% de los costos de producción de los acuicultores familiares, ya que compran en menor volumen, y el ensilado hidrolizado de pescado es una alternativa para bajar esos costos y repercutir positivamente en la economía de estas familias.

Se considera que el ensilado y el hidrolizado de pescado también contribuye a la salud animal mediante la provisión de nutrientes y componentes bioactivos, y recientes investigaciones han demostrado que el ácido orgánico en el ensilado también tiene propiedades antibacterianas que fortalecen la resistencia animal frente a enfermedades, lo cual puede contribuir a la reducción del uso de antibióticos no terapéuticos.

En consecuencia, el empleo de tecnología para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos procedentes de las piscigranjas traería un incremento en la economía de los agropecuarios, manteniendo el ecosistema y evitando la contaminación ambiental del lugar.

### 2.3 Evaluación económica del proyecto

Conociendo las variables y componentes de la tecnología se debe hacer una proyección de costos, así como de sus parámetros económicos. Se procede a evaluar la parte económica.

Cualquier proyecto de ingeniería no sólo debe ser realizable en el aspecto físico, sino también en el económico; es decir la ingeniería sin la economía carece de todo sentido. En términos generales, para que un diseño de ingeniería alcance éxito, debe ser bueno y generar utilidades. En el siguiente análisis económico del proyecto de captación y compresión, se realizará una evaluación sistemática de las utilidades y costos relacionada con el análisis y diseño de ingeniería, para cuantificar las utilidades y costos asociados durante el tiempo que comienza y termina el proyecto, y determinar si producirá dinero suficiente para garantizar las inversiones de capital que se realicen en este proyecto.

#### 2.3.1. Valor presente neto (VPN)

El método del valor presente neto se basa en el concepto del valor equivalente de todos los flujos de efectivo relativos a alguna base o punto de inicio en el tiempo, llamado presente. Cuando el valor presente neto es positivo, el proyecto es viable

El criterio de decisión es el siguiente:

Si  $VPN > 0$  el proyecto se acepta Si  $VPN < 0$  el proyecto se rechaza. La fórmula que permite calcularlo es la siguiente:

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{R.t}{(1+i)^t} - \text{Inversión inicial}$$

Dónde: R = flujos de efectivo, t = períodos de tiempo que van desde 1 hasta n e i = tasa de rendimiento esperada (Velayos, 2019).

### **2.3.2 Tasa interna de rendimiento (TIR)**

El cálculo de la TIR nos dará un valor porcentual que nos informará sobre el retorno que puede arrojar del proyecto cada año. Una vez que se ha calculado la TIR se compara con la TREMA (Tasa de rendimiento mínima atractiva) para decidir si el proyecto es viable. Si TIR es mayor o igual a la TREMA, la alternativa es aceptable.

$$TIR = \sum_{t=1}^n \frac{R.t}{(1+i)^t} - \text{Inversión inicial} = 0$$

Dónde: R = flujos de efectivo, t = períodos de tiempo desde 1 hasta n, e i = tasa de rendimiento esperada.

A continuación, se determinan los indicadores que permiten determinar la rentabilidad del proyecto. Para ello se especifica que la tasa de rendimiento esperada para la determinación del VPN y la TIR será la tasa de rendimiento mínima atractiva (TREMA) siendo 18%, la cual ha sido fijada por PACIFPETROL S.A. para la evaluación económica del proyecto (Sevilla, 2019)

### **2.3.3 Relación Beneficio Costo (RBC)**

Este método divide el valor actual (VAN) entre el valor inicial (I<sub>0</sub>). Si el resultado es mayor o igual a uno, el proyecto se considera viable y se acepta. En caso contrario se rechaza.

### **2.3.4. Punto de equilibrio y grafica de sensibilidad**

El punto de equilibrio es el punto hasta el que pueden disminuir el precio de venta o el volumen de ventas y ser el proyecto aun rentable. El análisis de equilibrio se lo hará en función de la gráfica de sensibilidad. La grafica de sensibilidad muestra la variación de rentabilidad antes distintos supuestos los cuales son: disminución de los ingresos hasta de un 60%, y el aumento de los costos operativos y administrativos de al menos un 30% (Rodríguez, 2019).

### III. Método

#### 3.1. Tipo de Investigación

La Investigación según los objetivos o propósitos a desarrollarse es Aplicada, según el nivel de profundización del estudio es Descriptiva Explicativa. Desarrollado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia de la Universidad Nacional Federico Villarreal y sus laboratorios de Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura

#### 3.2. Población y muestra

##### Población

Para el estudio por ser de tipo experimental, se va considerar una población base de 30 unidades de cultivo ( $N = 30$ ), a partir del cual se va determinar el tamaño de la muestra.

##### Muestra

El tipo de muestreo a utilizar fue el muestreo completamente al azar, para lo cual el tamaño de la muestra se determinó utilizando la siguiente información:

$$n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot Q \cdot N}{E^2(N-1) + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$

Donde:

$n$  = tamaño de la muestra

$Z = 1,96$  (valor de la abscisa de la curva normal para un 95 % de confianza)

$p$  = probabilidad de ocurrencia = 0,50, donde  $q = (1 - p)$

$E = 0,10$  (error máximo estimado)

$N = 30$  (Tamaño de la población)

Las muestras son procedentes de la Estación Piscícola Santa Eulalia derivados del cultivo de tilapia

$n=23$  muestras

### 3.3. Operacionalización de variables

- Variable dependiente: **Evaluación técnico-económica**

Según Pinilla (2007), la evaluación técnica es el análisis de las alternativas para producir el bien y/o servicio que se dese entregar al cliente; y la evaluación económica trata de determinar cuan bueno es el proyecto dependiendo de los principales indicadores para la toma de decisiones como son el VAN y el TIR

Dimensiones:

**-Criterios técnicos**

Indicadores: Tecnología del proceso

**-Criterios económicos**

Indicadores: Punto de equilibrio, Costo/Beneficio, VAN y TIR

- Variable Independiente: **Proceso de fermentación**

Según Tortora et al., (2007), el proceso de fermentación es un metabolismo fermentativo de oxidación incompleta que no requiere oxígeno y cuyo producto final es un compuesto orgánico. Es propio del metabolismo de muchos microorganismos y según los productos finales, existen diversos tipos de fermentación

Dimensiones:

**-Fermentación láctica**

Indicadores: Concentración de enzimas, tiempo y temperatura de proceso, concentración de sólidos y análisis proximal

### 3.4. Instrumentos

**Equipos y materiales**

- Equipo digestor a nivel de laboratorio

- Termómetro de 0 a 120°C
- pH metro digital
- Cronómetro digital
- Balanza analítica digital
- Estufa
- Higrómetro
- Tamices
- Molinete mecánico
- Residuos del cultivo y procesamiento de tilapia
- Espátulas

### **Métodos de análisis**

El análisis de los datos obtenidos se realizó de acuerdo los lineamientos que se dan en el diseño de la fermentación como es la determinación mediante experimentos de los puntos óptimos de temperatura, pH, concentración de sustrato, concentración de microorganismos. El análisis químico proximal del producto final fue: proteínas, humedad, grasa, carbohidratos y cenizas que se realizarán de acuerdo a las normas dadas por la AOAC International (2006), que se utilizan en los laboratorios de la UNFV. La apreciación organoléptica del producto final, así como el análisis microbiológico de aerobios, mesófilos, coliformes total, mohos y levaduras y Salmonella sp.

### **3.5. Procedimientos**

#### **Diseño de la investigación**

**Primera etapa:** Relación del peso de residuos sólidos y el pescado entero, lo cual nos daría la proporción de residuos/materia prima, esta etapa comprende la determinación de la composición química proximal de contenido de proteína, grasa, humedad, cenizas y pH.

**Segunda etapa:** determinar los parámetros de fermentación láctica, lo cual implica realizar los respectivos tratamientos para cada de uno los parámetros, partiendo de una base de residuos sólido, debidamente esterilizada, toda vez que se requiere inactivar microorganismos procedentes de la flora del pescado y que compite con los microorganismos que se adicionan para lograr la fermentación.

**Concentración de sustrato (S)**, el sustrato está conformado por melaza derivada de la caña de azúcar y como varia está en el tiempo de fermentación. Concentración de sustrato de 5% a 12 % en relación con el peso de los residuos solidos

**Concentración de microorganismos (N)**, son lactobacilos. La concentración inicial de microorganismo representa el 3% del peso del residuo.

**Concentración de Producto (P) y determinación del pH**, es el producto que se va formando.

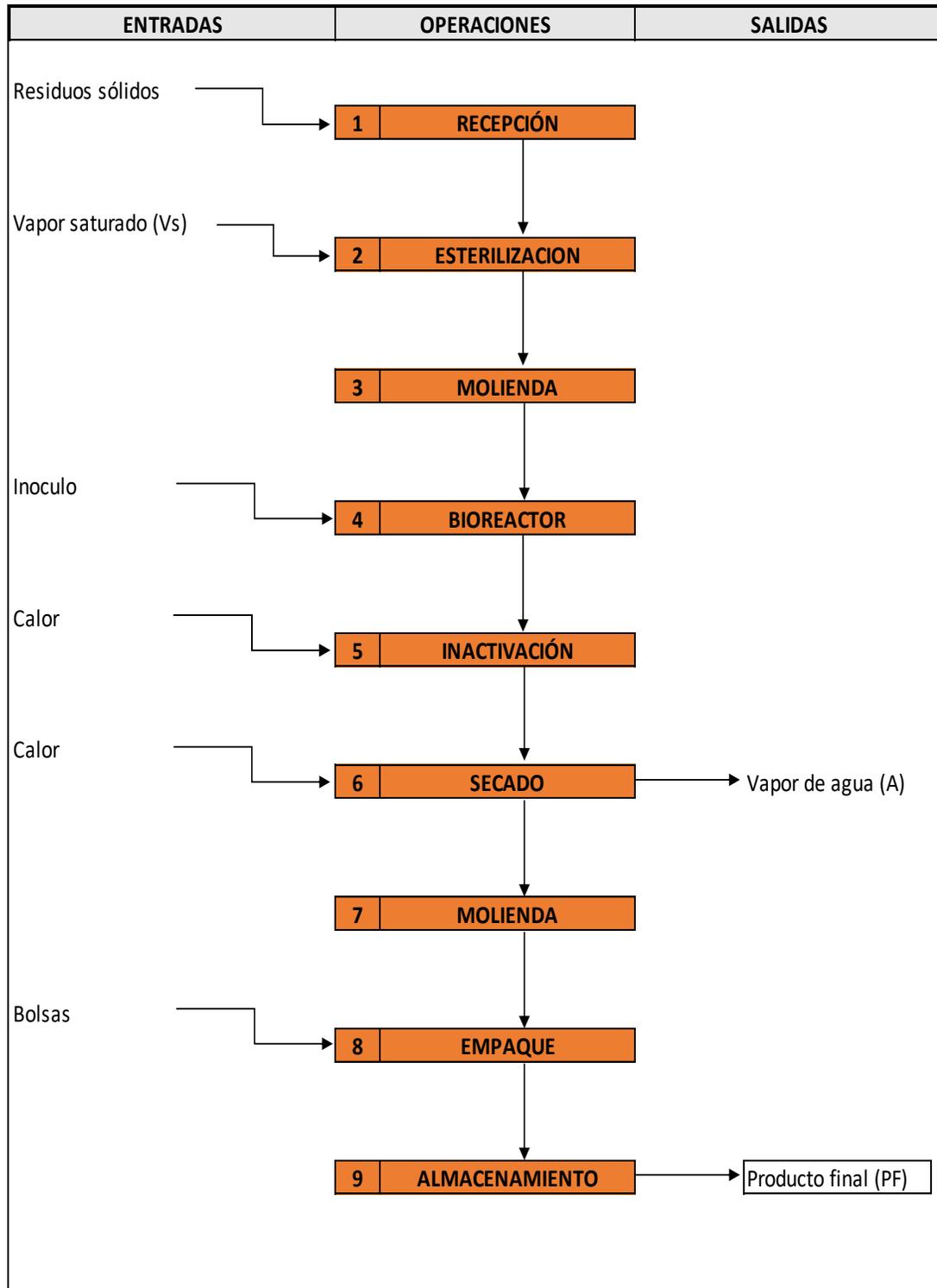
**Temperatura de proceso.** Para este tipo de fermentación se debe programar a 30°C.

### **Tercera etapa: Procedimientos**

Teniendo los valores de los parámetros derivados de la fermentación láctica, preparar los ensayos debidos para la selección de equipos y máquinas que requieren para emprender un perfil de proyecto de la viabilidad, con una estructura de costos. Para lo cual se procede de acuerdo con el diagrama de flujo presentado en la Figura 4 que corresponde a la elaboración de ensilado de residuos orgánicos de pescado.

Para el presente estudio se debe tener presente que la investigación se realizará hasta obtener el producto fermentado en forma líquida que será envasado en unidad de 12 kilos.

En la Figura 4 se presenta el diagrama de flujo donde se observa las diferentes operaciones unitarias necesarias para producir ensilado vía fermentación a partir de los residuos sólidos procedentes del procesamiento de la tilapia.

**Figura 4***Diagrama de flujo de la operación de ensilado*

Fuente: Elaboración propia

## **Estructura de costos**

### **Costos de producción**

-Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una empresa estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto.

-Esto significa que el destino económico de una empresa está asociado con el ingreso (por ej., los bienes vendidos en el mercado y el precio obtenido) y el costo de producción de los bienes vendidos. Mientras que el ingreso, particularmente el ingreso por ventas está asociado al sector de comercialización de la empresa, el costo de producción está estrechamente relacionado con el sector tecnológico.

-El costo de producción tiene dos características opuestas: La primera es que para producir bienes uno debe gastar; esto significa generar un costo. La segunda característica es que los costos deberían mantenerse bajos y eliminados los innecesarios. Esto no significa la eliminación de los costos indiscriminadamente (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. 1998)

-Los costos de manufactura según su clasificación son tres: material directo, mano de obra y gastos directos.

-El material directo, son los materiales rastreables al bien o servicio que se está produciendo. Su costo se puede cargar directamente a los productos.

La mano de obra directa es trabajo rastreable hasta los bienes o servicios en producción.

La observación física permite medir la cantidad de trabajo utilizada en la elaboración del bien o servicio.

Los gastos indirectos o gasto de fabricación, son todos los costos de producción diferente de los materiales directos y la mano de obra relacionados con la fabricación de un producto difícil de costear por unidad. Ejemplo de estos gastos tenemos mano de obra indirecta como los supervisores de producción e inspectores de calidad, alquiler de fábrica, depreciación de maquinaria, entre otros (Jiménez y Espinoza, 2007).

Las medidas más usuales que se determinarán para evaluar el proyecto serán:

- Punto de equilibrio
- Costo/ beneficio
- Valor presente neto (VPN)
- Tasa interna de rendimiento (TIR)

### **3.6 Análisis de datos**

Para el análisis del proceso de fermentación láctica y la producción de ensilado se utilizarán fichas de obtención de datos, los cuales serán tratados mediante la estadística descriptiva para la determinación de indicadores específicos de producción.

El análisis estadístico descriptivo que comprende tablas, figuras y la determinación de medidas se realizará utilizando el software Excel y también el uso de otro software el Mathcad (software matemático).

## IV. RESULTADOS

La composición física de los residuos sólidos comprende el material después de haber separado los filetes de las otras partes del pescado (Tilapia)

### 4.1. Composición física de los residuos sólidos

Para determinar la composición física de los residuos sólidos se tomaron tres muestras de Tilapia en tiempos diferentes, para ser fileteadas y de esa forma obtener los residuos sólidos requeridos, en la Tabla 1 se muestran los valores promedios obtenidos de la operación.

**Tabla 1.**

*Composición física de los residuos solidos*

Elementos	Porcentaje (%)
Cabezas	20,6
Vísceras	5,1
Colas y aleta	6,2
Cuerpo	68,1
Total	100,0

*Nota.* Porcentajes de residuos que se obtiene durante el fileteo experimental de tilapia en la estación piscícola de Santa Eulalia. Fuente: Autoría propia

### 4.2. El diseño experimental

El diseño experimental bajo el cual se ha desarrollado el trabajo de investigación es el Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA), debido a la existencia de dos factores en estudio como son el tiempo de la fermentación láctica, el cual tiene cinco categorías, y el factor ensayo con tres categorías

#### 4.2.1 Los tratamientos,

Para efectos de la presente investigación se consideró tres ensayos de muestras diferentes tomadas en días alternos. Los cuales fueron evaluados midiendo la reducción del pH y el incremento de la acidez.

#### 4.2.2. La muestra experimental

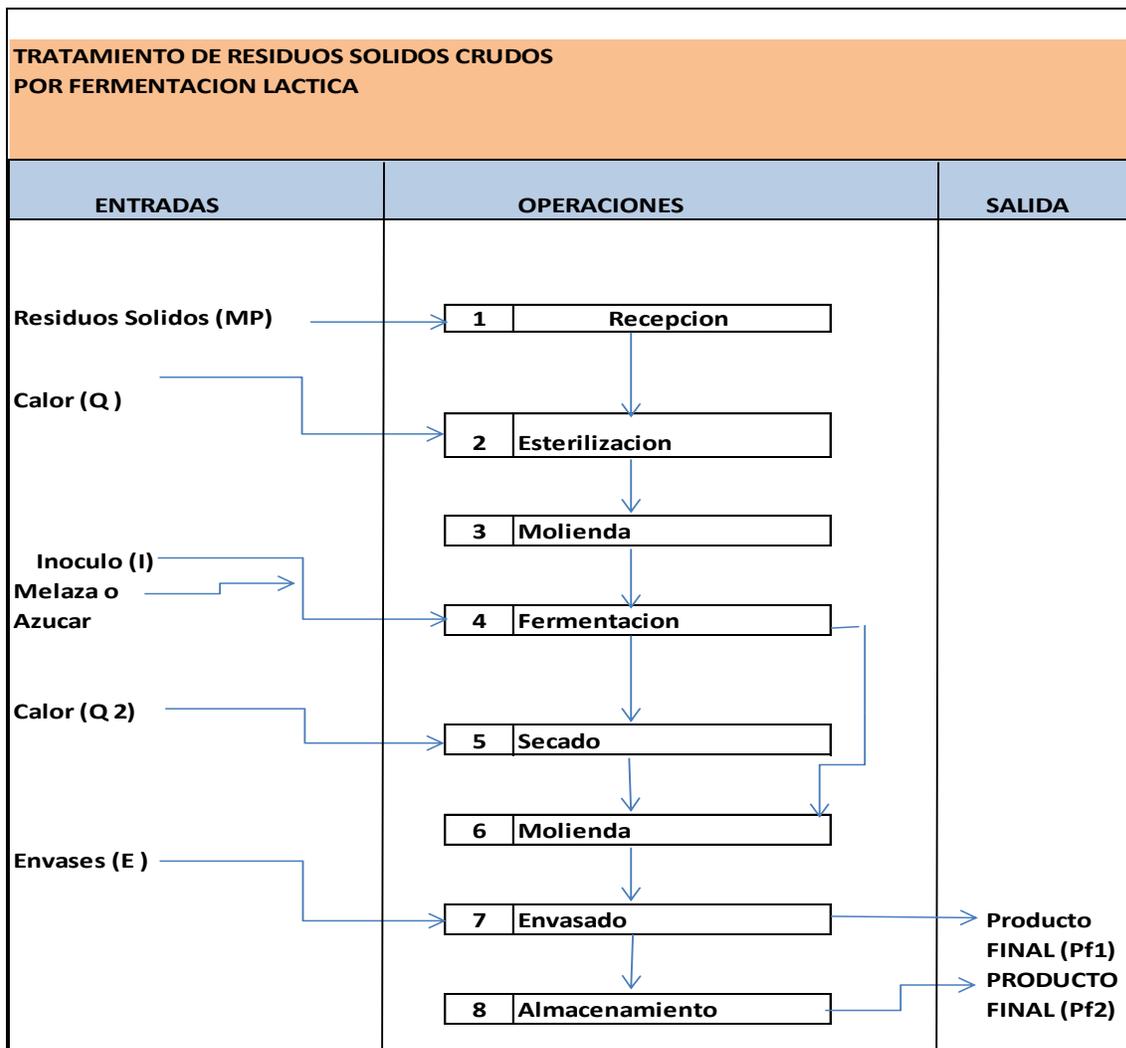
El inóculo para la fermentación láctica consiste en la activación de bacterias lácticas que se venden liofilizadas. Entonces: Inoculo = 3%, Sustrato = 10% y Residuos sólidos = 87%

#### 4.2.3. Fermentación láctica de los residuos sólidos

El residuo sólido, esterilizado y molido se colocó en balones de 2 litros donde se incluía el inóculo como se observa en la Figura 5. Se consideró 3 pruebas de fermentación láctica.

**Figura 5**

*Tecnología de producción de ensilado*



*Nota.* La figura describe el flujo de porceso del ensilado. Fuente: Autoria propia

Para efectos de los ensayos experimentales se procedió a colocar los balones en un sistema de calefacción a 30 °C por espacio de 96 horas. En la Tabla 2 se describe el detalle del proceso de fermentación para producir el ensilado.

**Tabla 2**

*Descripción del proceso de ensilado*

N°	Operación	Descripción	Control
1	Recepción	El material proviene de las mesas de fileteo	El material debe estar siempre en frío para evitar la putrefacción
2	Esterilización	El residuo sólido compuesto de vísceras, cabeza, cola, escamas y aletas, deben ser esterilizados para eliminar las bacterias que este posee y evitar la competencia con los lactobacillus	Colocar el material en autoclave y esterilizar a 115°C por 30 minutos para inactivar las enzimas y los microorganismos presentes
3	Molienda	Terminada la esterilización del material debe ser molido para favorecer el proceso de fermentación	En molino de granos o licuadora se procede a moler el material esterilizado
4	Fermentación	Al material ya molido y a la temperatura adecuada se le adiciona 9 % de azúcar y 1% de inóculo	Adecuar el material a una temperatura de 30° C y adicionar azúcar 9% y el inóculo del lactobacillus 1%, controlar el pH y el incremento de acidez.
5	Secado	El material fermentado se acondiciona a un secador de aire caliente hasta peso constante	Colocar el material en un secador de aire caliente a 60°C
6	Molienda	Una vez secado se procede a la molienda del producto seco	La molienda realizada en molino de granos permite reducir el tamaño de la partícula
7	Envasado	Colocarlo en bolsas flexibles	Envasar el material en envases flexibles
8	Almacenamiento	En un lugar fresco	

*Nota.* En la tabla se presenta las siete operaciones básicas con su descripción y sistema de control. Fuente: Autoría propia

Los resultados de los valores de pH y acidez titulable obtenidos varían en el tiempo, el cual fue de 90 días de experimentación, manteniendo la fermentación a una temperatura ambiental promedio entre 18 a 22°C.

#### 4.2.4. La variable respuesta.

La variable respuesta al experimento fue la evaluación del incremento de acidez libre, que se va desarrollando conforme se incrementa el tiempo donde el lactato de calcio pasa a ácido láctico. Se tomaron muestras cada día.

Conforme avance el incremento de acidez va disminuyendo el pH del medio.

#### 4.2.5 Los experimentos

**4.2.5.1. Variación del pH durante el ensilado y su evaluación estadística.** Se programaron tres ensayos para evaluar la reducción del pH, cuyos resultados se observan en la Tabla 3

**Tabla 3**

*Variación del pH durante el ensilado*

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Tiempo (t)	pH	pH	pH
0	6,81	6,82	6,78
24	5,41	5,49	5,49
48	4,82	4,86	4,8
72	4,61	4,61	4,6
96	4,32	4,35	4,63

*Nota.* Valores de pH para diferentes tiempos de fermentación. Fuente: Autoría propia

A continuación, se formula la hipótesis nula y auxiliar para probar si existen significancias entre los tratamientos, así como entre los bloques

#### **Formulación de hipótesis para tratamientos (ensayos):**

Hipótesis nula (H<sub>0</sub>): No existen diferencias significativas en los valores de pH entre los tratamientos a un nivel de significancia del 5%.

Hipótesis alterna (H<sub>a</sub>): Por lo menos un tratamiento tiene valores de pH diferente a los demás tratamientos a un nivel de significancia del 5%

### Formulación de hipótesis para bloques (tiempos):

Hipótesis nula (H<sub>0</sub>): No existen diferencias significativas en los valores de pH entre los bloques a un nivel de significancia del 5%.

Hipótesis alterna (H<sub>a</sub>): Por lo menos un bloque tiene valores de pH diferente a los demás bloques a un nivel de significancia del 5%

El procesamiento de datos fue realizado utilizando el Excel, cuyos resultados descriptivos se muestra en la Tabla 4 y el análisis de la varianza en la Tabla 5.

**Tabla 4**

*Indicadores descriptivos de valores pH correspondiente a los factores tiempo de fermentación y ensayos*

Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Tiempo 1	3	23,41	7,803	3,0504
Tiempo 2	3	16,39	5,463	0,0021
Tiempo 3	3	14,48	4,826	0,0009
Tiempo 4	3	5,89	1,963	0,0010
Tiempo 5	3	7,05	2,35	0,0025
Ensayo 1	5	21,44	4,288	4,1754
Ensayo 2	5	24,41	4,882	10,0190
Ensayo 3	5	21,37	4,274	4,2845

*Nota.* Promedios y varianzas de valores de pH para cada una de las categorías del factor tiempo y del factor ensayo. Fuente: Autoría propia

### La Prueba de Fisher (F)

La prueba de Fisher es una prueba estadística general que permite verificar si existen diferencias significativas entre las categorías del factor en estudio, mas no identifica las diferencias que puede haber entre categorías comparadas a nivel de promedio

En la Tabla 5 se presenta el análisis de la varianza (ANOVA), así como la prueba de Fisher para el factor tiempo (bloque) y el factor ensayo (columna) para valores de pH

**Evaluación para el factor tiempo (bloque):**

El valor  $F_c$  (experimental) = 28,11

El valor  $F_t$  (tabla) = 3,8378

Decisión = Si  $F_c = 28,11 > T_t = 3,8378$  entonces se rechaza  $H_0$

Conclusión: A un nivel de significancia del 5% se acepta la hipótesis auxiliar ( $H_a$ ), por lo tanto, al menos un bloque tiene valores de pH diferente a los demás bloques.

**Evaluación para el factor ensayo (tratamiento):**

El valor  $F_c$  (experimental) = 0,9813

El valor  $F_t$  (tabla) = 4,4589

Decisión = Si  $F_c = 0,9813 < T_t = 4,4589$  entonces se acepta  $H_0$

Conclusión: A un nivel de significancia del 5% se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), por lo tanto, no existen diferencias significativas de valores pH entre los tratamientos (ensayos).

**Tabla 5**

*Análisis de la varianza (ANOVA) para valores de pH e indicadores de Fisher*

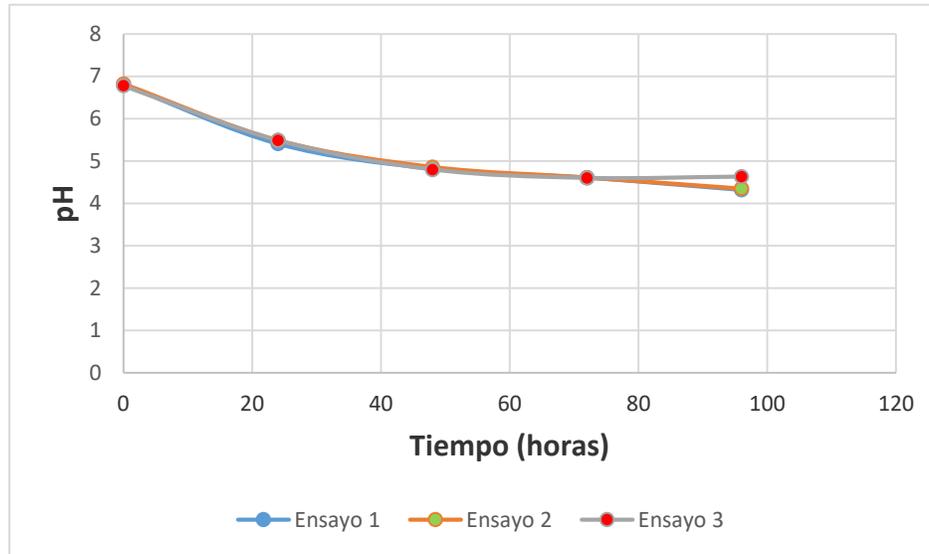
Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F (calculado)	F (tabla)
Tiempo	69,006	4	17,25	28,110	3,8378
Ensayos	1,2044	2	0,6022	0,9813	4,4589
Error	4,909	8	0,6136		
Total	75,120	14			

*Nota.* La tabla ANOVA presenta la varianza de los dos factores en estudio, con lo cual se desarrolla la prueba de Fisher. Fuente: Autoría propia

En la figura 6 se puede observar como el pH del medio va disminuyendo en función al tiempo de fermentación, de acuerdo con lo esperado se observa curvas homogéneas en la evolución del tiempo.

**Figura 6**

*Variación del pH en los tres ensayos en función del tiempo de fermentación*

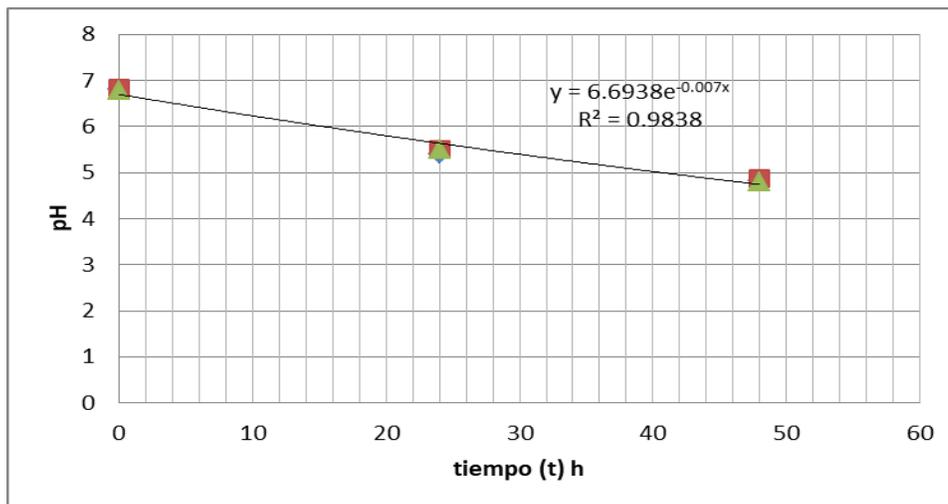


Fuente: Autoría propia

En la figura 7 se presenta la fase exponencial del proceso, tiempo en cual se llega a la velocidad máxima de fermentación.

**Figura 7**

*Variación del pH en la etapa exponencial de producción de ensilado en función al tiempo para los tres ensayos*



Fuente: Autoría propia

**4.2.5.2. Variación del ácido láctico en el ensilado y su evaluación estadística.** Se programaron tres ensayos experimentales para observar el incremento de acidez durante 96 horas como se aprecia en la tabla 6

**Tabla 6**

*Incremento de la acidez en el ensilado*

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Tiempo (t)	Acidez %	Acidez %	Acidez %
0	0,6	0,72	0,68
24	1,3	1,35	1,32
48	1,9	1,89	1,84
72	2,0	1,94	1,95
96	2,4	2,30	2,35

*Nota.* Valores de acidez (%) para diferentes tiempos de fermentación. Fuente: Autoría propia

A continuación, se formula la hipótesis nula y auxiliar para probar si existe significancia entre los tratamientos, así como entre los bloques

**Formulación de hipótesis para tratamientos (ensayos):**

Hipótesis nula (Ho): No existen diferencias significativas entre los porcentajes de acidez de los tratamientos a un nivel de significancia del 5%.

Hipótesis alterna (Ha): Por lo menos un tratamiento tiene un porcentaje de acidez diferente a los demás tratamientos a un nivel de significancia del 5%

**Formulación de hipótesis para bloques (tiempos):**

Hipótesis nula (Ho): No existen diferencias significativas entre los porcentajes de acidez de los bloques a un nivel de significancia del 5%.

Hipótesis alterna (Ha): Por lo menos un bloque tiene un porcentaje de acidez diferente a los demás bloques a un nivel de significancia del 5%

El procesamiento de datos fue realizado utilizando el Excel, cuyos, cuyos resultados descriptivos se presenta en la tabla 7 y el análisis de la varianza en la tabla 8.

### **Tabla 7**

*Indicadores descriptivos de acidez (%), correspondiente a los factores tiempo de fermentación y ensayos*

Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Tiempo 1	3	2,00	0,666	0,0037
Tiempo 2	3	3,97	1,323	0,0006
Tiempo 3	3	5,63	1,876	0,0010
Tiempo 4	3	5,89	1,963	0,0010
Tiempo 5	3	7,05	2,350	0,0025
Ensayo 1	5	8,20	1,640	0,4930
Ensayo 2	5	8,20	1,640	0,3796
Ensayo 3	5	8,14	1,628	0,4158

*Nota.* Promedios y varianzas de porcentajes de acidez para cada una de las categorías del factor tiempo y del factor ensayo. Fuente: Autoría propia

### **La Prueba de Fisher (F)**

En la tabla 8 se presenta el análisis de la varianza (ANOVA), así como la prueba de Fisher para el factor tiempo (bloque) y el factor ensayo (columna) para porcentajes de acidez

#### **Evaluación para el factor tiempo (bloque):**

El valor  $F_c$  (experimental) = 590,877

El valor  $F_t$  (tabla) = 3,8378

Decisión: Si  $F_c = 590,877 > F_t = 3,8378$  entonces se rechaza  $H_0$

Conclusión: A un nivel de significancia del 5%, se acepta la hipótesis auxiliar ( $H_a$ ) por lo tanto, al menos un bloque tiene porcentajes de acidez diferente a los demás bloques.

#### **Evaluación para el factor ensayo (tratamiento):**

El valor  $F_c$  (experimental) = 0,1104

El valor Ft (tabla) = 4,4589

Decisión: Si  $F_c = 0,1104 < T_t = 4,4589$  entonces se acepta  $H_0$

Conclusión: A un nivel de significancia del 5%, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), por lo tanto, no existen diferencias significativas de los porcentajes de acidez entre los ensayos

### Tabla 8

*Análisis de la varianza (ANOVA) para porcentajes de acidez y valores de Fisher*

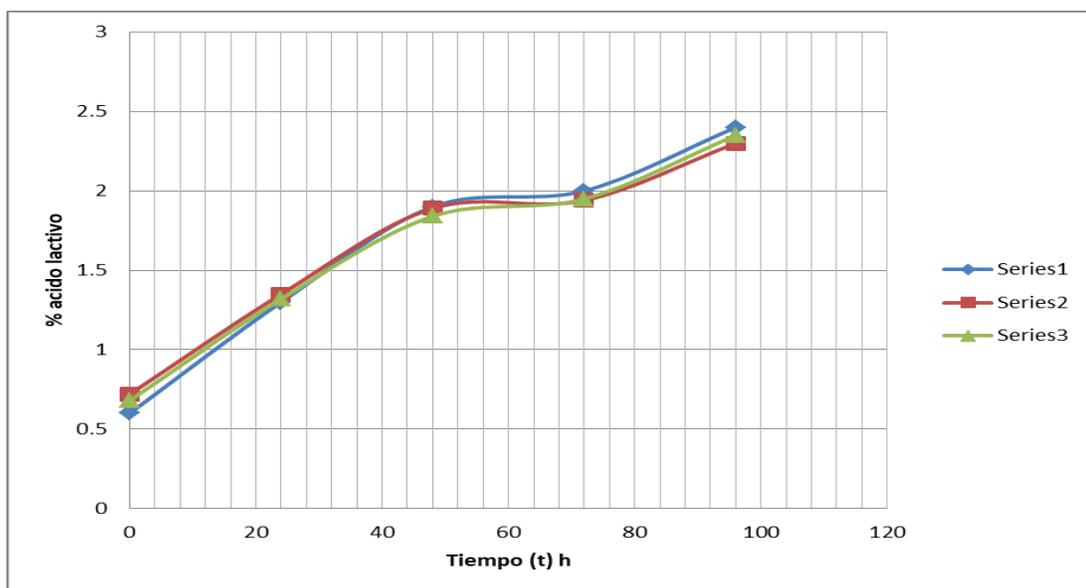
Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F (calculado)	F (tabla)
Tiempo	5,136693	4	1,284173	590,877	3,837
Ensayo	0,00048	2	0,00024	0,110	4,458
Error	0,017386	8	0,002173		
Total	5,15456	14			

*Nota.* La tabla ANOVA presenta la prueba de Fisher para los factores. Fuente: Autoría propia

En la figura 8 se aprecia el incremento del ácido láctico en función del tiempo

### Figura 8

*Incremento de ácido láctico durante el proceso de ensilado en función al tiempo*

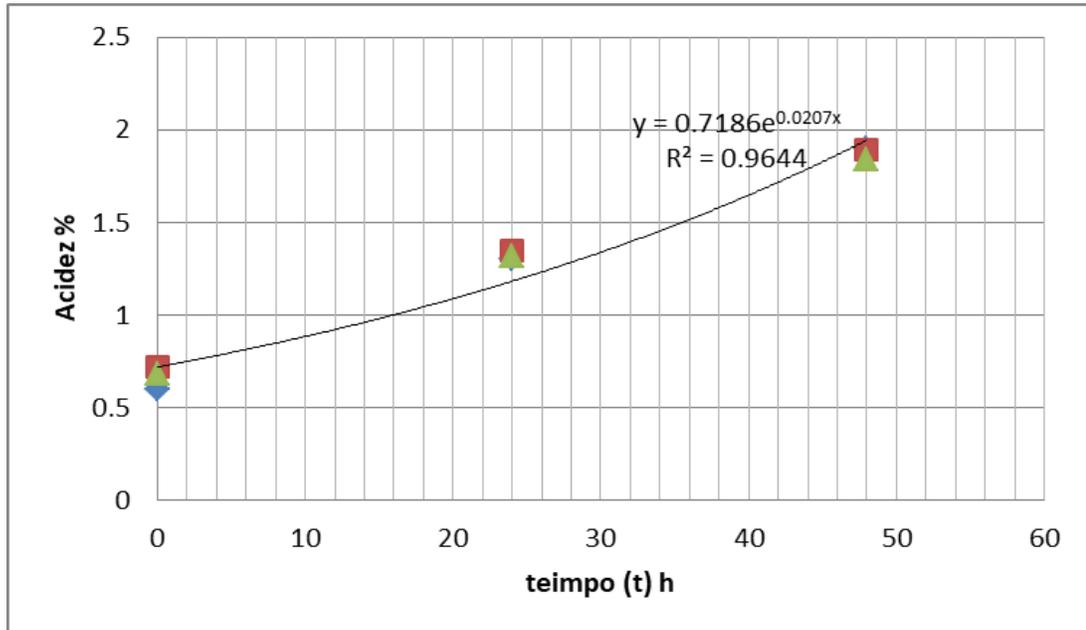


Fuente: Autoría propia

En la figura 9, se aprecia el incremento del contenido de ácido láctico en la etapa de fermentación durante el ciclo exponencial

### Figura 9

*Incremento de ácido láctico durante la etapa exponencial del proceso de ensilado*



*Nota.* En la figura se aprecia como el contenido de ácido láctico va variando en función del tiempo, alcanzando la producción máxima a las 48 horas. Fuente: Autoría propia

En las figuras 7 y 9 se aprecia los valores obtenidos en 48 horas donde se llega al punto máximo de obtención de valores de pH y acidez titulable.

#### 4.2.5.3. Determinación de la velocidad máxima de producción de ácido láctico

( $\frac{\% A.L.}{h}$ ) **en función del tiempo (h)**. Sirve para poder determinar el tiempo de fermentación que

debe permanecer el sustrato. A una temperatura de 30 °C, se aplicará la ecuación logística donde su primera derivada nos dará la velocidad máxima de generación de ácido láctico. Teniendo los tres ensayos de obtención del ácido láctico durante el ensilado y para obtener la velocidad máxima debemos determinar el promedio de % de acidez como se aprecia en la figura 10.

En la tabla 9 se presenta el promedio de la acidez (%) para cada tiempo de proceso

**Tabla 9**

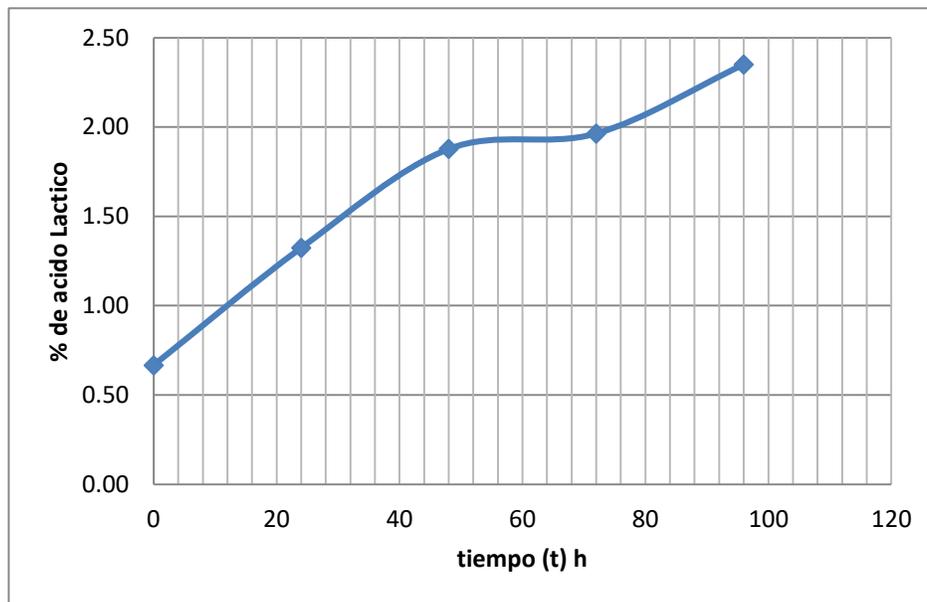
*Promedio de formación de ácido láctico en función al tiempo.*

Tiempo (t) h	Ensayo 1 (% acidez)	Ensayo 2 (% acidez)	Ensayo 3 (% acidez)	Promedio (% acidez)
0	0,6	0,72	0,68	0,67
24	1,3	1,35	1,32	1,32
48	1,9	1,89	1,84	1,88
72	2,0	1,94	1,95	1,96
96	2,4	2,30	2,35	2,35

*Nota.* La acidez (%) es directamente proporcional al tiempo. Fuente: Autoría propia

**Figura 10**

*Producción de ácido láctico en el proceso de ensilado en función al tiempo*



Fuente: Autoría propia

El análisis estadístico se trabajó con la ecuación logística que interpreta mejor los resultados experimentales, basado en una ecuación de la cinética de pseudo primer orden.

### Ecuación logística

$$P = \frac{P_f}{1 + a.e^{-k.t}} \quad \text{Donde:}$$

P: producción de ácido láctico (%) en función del tiempo

Pf: producción asintótica de ácido láctico.

k: constante de velocidad de bioreacción

t: tiempo de bioreacción

Linealizando la ecuación para poder realizar el respectivo análisis de regresión:

$$\frac{P}{P_f} = \frac{1}{1 + a.e^{-k.t}}$$

$$\frac{P_f}{P} = 1 + a.e^{-k.t}$$

$$\frac{P_f}{P} - 1 = a.e^{-k.t}$$

$$\text{Ln}\left(\frac{P_f}{P} - 1\right) = \text{Ln}(a) - k(t)$$

Efectuando el análisis de regresión se obtuvieron los siguientes resultados

Pf: 2,35

$$\text{Ln}(a) = 0,729 \quad \text{de donde} \quad a = e^a = 2,072$$

$$k = |B| = 0,036$$

La ecuación determinada es: 
$$P = \frac{2,35}{1 + 2,072.e^{-0,036.t}}$$

Derivando la función P se obtiene: 
$$\frac{dP}{dt} = \frac{0,1759.e^{-0,036.t}}{(2,072.e^{-0,036.t} + 1)^2}$$

Graficando la primera derivada de la P, contra el tiempo se obtiene la tabla 10

**Tabla 10**

*De la primera derivada de P en función del tiempo*

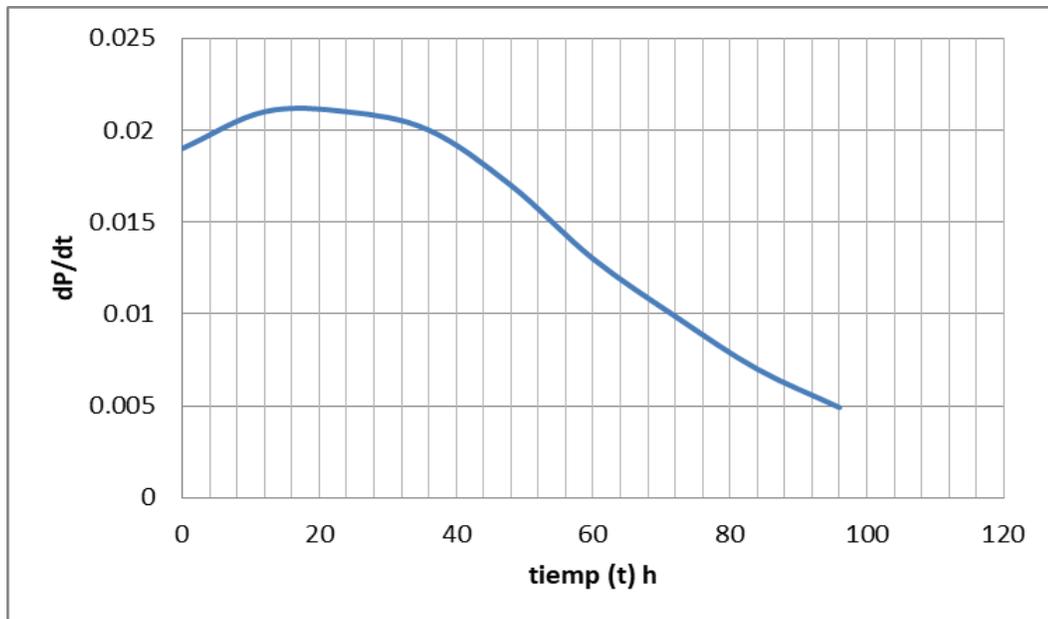
Tiempo (t) h	dP/dt (% ácido láctico/h)
0	0,0190
12	0,0210
24	0,0210
36	0,0200
48	0,0170
60	0,0130
72	0,0099
84	0,0070
96	0,0049

*Nota.* Se observa valores de formación de ácido láctico entre las 20 hasta las 48 horas, pasado ese tiempo la velocidad (dP/dt) decae por lo que se tomó como tiempo estimado de ensilado 48 horas. Fuente: Autoría propia

La figura 11 presenta la variación de la primera derivada de la función P y el tiempo

**Figura 11**

*Comportamiento de la primera derivada de la función P y el tiempo*



Fuente: Autoría propia

### 4.3. Composición químico proximal del ensilado

En la tabla 11 se presenta la composición química proximal del ensilado producida por fermentación láctica

**Tabla 11**

*Composición química del ensilado*

Componente	%
Agua	60-64
Grasa	9-10
Proteínas	16-19
Cenizas	6-7

*Nota:* Los resultados de la tabla muestran que el ensilado tiene un contenido significativo de proteína de origen animal y cenizas. Fuente: Autoría propia

#### Contenido de minerales

En la tabla 12 se presenta la composición química relativa a los minerales más importantes que debe contener un alimento, como es el caso del ensilado a base de residuos sólidos de tilapia orientado a la alimentación animal

**Tabla 12**

*Contenido de minerales en el ensilado*

Componente	mg/100 g
Calcio	1 536
Fósforo	1 060
Fierro	12
Magnesio	19

*Nota.* El ensilado muestra alto contenido de calcio y fósforo. Fuente: Autoría propia

#### 4.4. Apreciación organoléptica

El ensilado se evaluó organolépticamente luego de 3 meses de almacenamiento, apreciando su olor, color y consistencia como indicadores de calidad (ver Tabla 13), para lo cual fueron considerados 10 jueces semi entrenados utilizando una prueba hedónica.

**Tabla 13**

*Apreciación organoléptica del ensilado*

Producto	Olor	Color	Consistencia
Ensilado de tilapia	Olor a aceite y ácido	Marrón	Pastosa con líquido en la base de la pasta

Fuente: Autoría propia

#### 4.5. Contenido de microorganismos

El análisis microbiológico indica que no existe proliferación de microorganismos, mayormente debido al pH del medio menor a 4,5, cuyos resultados se observan en la tabla 14.

**Tabla 14**

*Análisis microbiológico del ensilado*

Muestra	Aerobias mesófilas (UFC/g)	Coliformes totales (UFC/g)	Mohos y levaduras (UFC/g)	Salmonella sp
Ensilado de tilapia	530x10 <sup>6</sup>	< 10	< 10	< 10

Fuente: Autoría propia

#### 4.6. Balance de materiales

Realizado sobre una base de cálculo de 100 kg de residuos sólidos, se obtienen los siguientes resultados, en donde solo se consideró la parte correspondiente al producto ensilado, que deberá ser comercializado para ser mezclado con el pienso para los animales. No se realizó

el proceso de secado, toda vez que incrementa los costos de los productos, siendo además un producto que se conserva por su valor de  $\text{pH} < 4,5$ , donde las bacterias patógenas no se desarrollan. En todo caso queda a gusto del cliente.

### **Balance de materiales**

De acuerdo con la ecuación general de balance de materiales

$$E-S-G+P=A$$

Considerando un balance de materiales macroscópico donde interesa lo que ingresa y lo que sale tendremos lo siguiente:

G: generación (0)

P: producción (0)

A: Acumulación (0)

La ecuación queda como: Entradas = Salidas

$$E = S$$

$$RS + MO + S = Pf$$

RS: residuos sólidos de pescado = 100 kg

MO: Inoculo bacterias lácticas = 3 kg

S: substrato melaza = 10 kg

Pf: Producto final

Reemplazado:

$$100 + 3 + 10 = Pf$$

Considerando 0 kg de pérdidas: Pf: 113 kg

$$\eta = \frac{Pf}{RS} \times 100$$

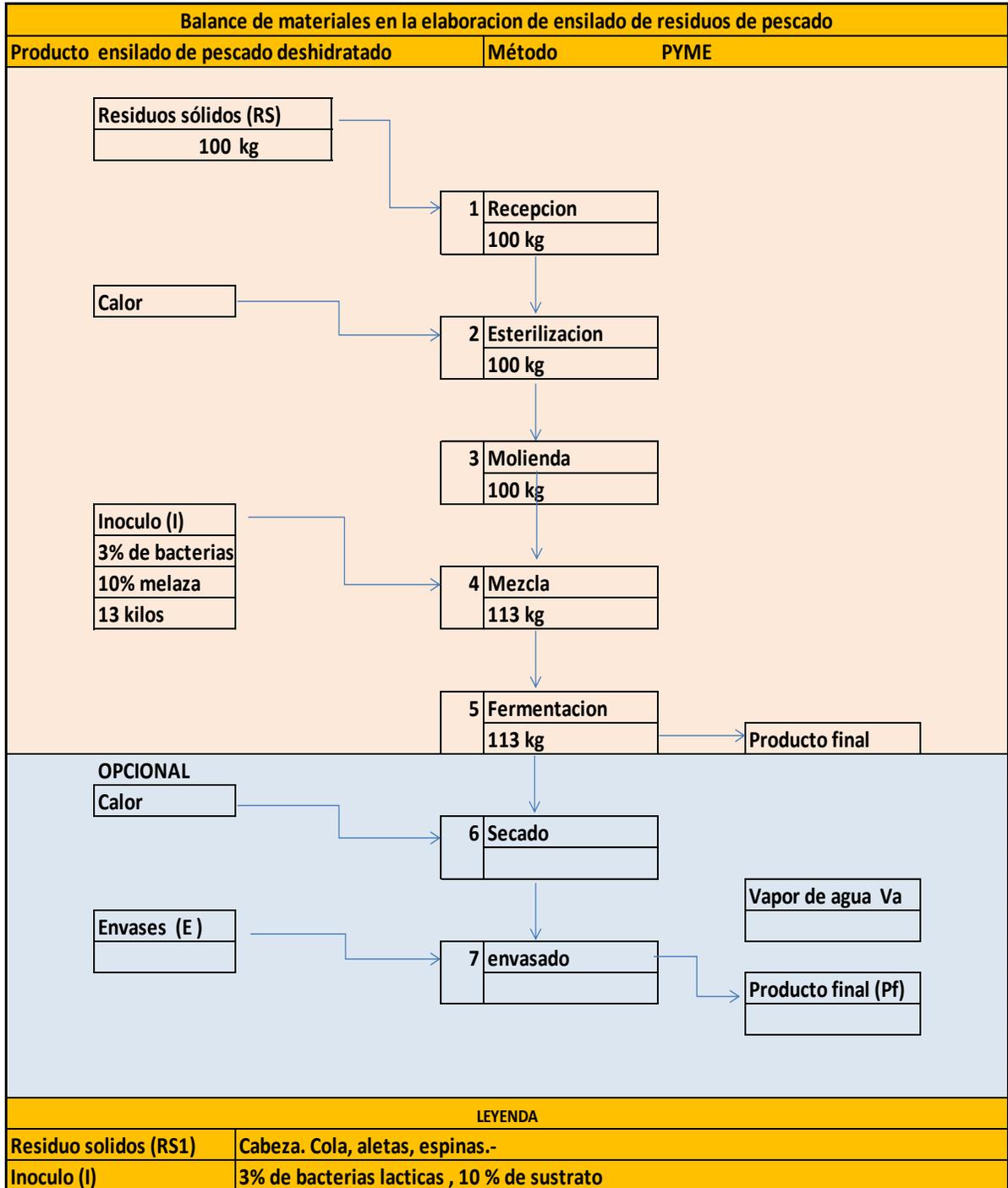
Con un rendimiento:

$$\eta = 113\%$$

En la figura 12 se aprecia el proceso para una base de 100 kg de residuos sólidos.

**Figura 12**

*Balance de materiales del proceso de fermentación para ensilado*



*Nota.* El proceso de ensilado corresponde hasta la operación 5. Fuente: Autoría propia

Operaciones realizadas en el laboratorio para la obtención de ensilado

En la figura 13 se presenta la autoclave utilizada para la operación de esterilización

**Figura 13**

*Autoclave para esterilización de residuos sólidos de tilapia*



Fuente: Autoría propia

En la figura 14 se presenta la materia prima esterilizada

**Figura 14**

*Residuos sólidos de pescado esterilizados*



*Nota.* Se elimina las bacterias competidoras del *Lactobacillus*. Fuente: Autoría propia

En la figura 15 se presenta la operación de molieda para reducir el tamaño de partícula

### **Figura 15**

*Operación de molieda*



*Nota.* La molienda favorece el proceso de fermentación láctica. Fuente: Autoría propia

En la figura 16 se presenta la adición del inóculo formado por 3% de bacterias lácticas

### **Figura 16**

*Adición del inóculo a los residuos solidos de tilapia esterilizados*



*Nota.* Previo al inóculo se añadió a los residuos 10% de melaza. Fuente: Autoría propia

En la figura 17 se presenta el material conteniendo el inoculo y el sustrato

**Figura 17**

*Residuos solidos esterilizados con el inoculo y sustrato dentro de un envase sellado*



Fuente: Autoría propia

En la figura 18 se presenta el material empacado en almacén.

**Figura 18**

*Material preparado empacado para su almacenamiento*



Fuente: Autoría propia

En la figura 19 se presenta el producto en almacenamiento

**Figura 19**

*Almacenamiento del producto preparado*



Fuente: Autoría propia

**4.7. Balance de energía**

Consiste en determinar la cantidad de calor (BTU), consumo de vapor (lbm/h), potencia de caldero (BHP), consumo de combustible (galones).

La ecuación general de balance de energía es:

$$Q - W = \Delta Ek + \Delta Ep + \Delta H$$

Donde:

Q: cantidad de calor que ingresa al sistema

W: trabajo mecánico que realiza el sistema

$\Delta Ek$  : Cambio de energía cinética

$\Delta Ep$  : Cambio de energía potencial

$\Delta H$  : Cambio de entalpia

El sistema solo tiene el ingreso de calor y lo que produce un cambio de entalpia

Por lo que la ecuación queda:

$$Q = \Delta H$$

El cambio de entalpia en nuestro caso estaría definido por los requerimientos de calor que necesita el proceso de esterilización:

$$\Delta H = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$\text{Donde } Q_1 = m_{fe} C_{p_{fe}} \Delta T$$

$Q_1$ : calor que requiere la masa de la autoclave

$m_{fe}$ : masa de la autoclave

$C_{p_{fe}}$ : calor especifico del fierro

$\Delta T$ : cambio de temperatura

$$Q_2 = m_{RS} \cdot C_{p_{RS}} \Delta T$$

$Q_2$ : calor requerido por la masa del residuo sólido

$m_{RS}$ : masa de los residuos sólidos

$C_{p_{RS}}$ : calor específico de los residuos sólidos

$\Delta T$ : cambio de temperatura

$$Q_3 = A \cdot t \cdot \alpha_{c+r} (T_w - T_{air})$$

$Q_3$ : calor perdido por al ambiente

A: área del equipo

t: tiempo de proceso

$\alpha_{C+r}$  : coeficiente de calor por convección y radiación

$$\alpha_{c+r} = 8,4 + 0,06(T_w - T_{air})$$

$T_w$ : temperatura de pared del equipo

$T_{air}$ : temperatura del aire circundante.

Reemplazando valores obtenemos

$$Q_{Total} = 551140,22 BTU$$

$$Q_{total} = \Delta H = m_{fe} C_{p_{fe}} \cdot \Delta T + m_{RS} C_{p_{RS}} \cdot \Delta T + A \cdot t \cdot [8,4 + 0,06(T_w - T_{air})] (T_w - T_{air})$$

$m_{fe}$ : 250 kg

$C_{p_{fe}}$ : 0,115 kcal/kg.°C

$T_1$ : 20 °C

$T_2$ : 115 °C

$m_{RS}$ : 113 kg

$C_{p_{RS}}$ : 0,987 kcal/kg.°C

$A$ : 4 m<sup>2</sup>

$T_w$ : 50 °C

$T_w$ : 18 °C

$t$ : 2 h

$$Q_{total} = 250(0,115)(115 - 20) + 113(0,987)(115 - 20) + 4(2)(8,4 + 0,06(50 - 18))(50 - 18)$$

$$Q_{total} = 13885,4 kcal$$

1kcal = 3,97 BTU

$$Q_{total} = 55125,1 BTU$$

$$P_{abs} = 20 \text{ psig}$$

$$H_{fg} = 939,68 BTU / lbm$$

$$T_v = 258,7^\circ F$$

Vapor requerido:

$$v = \frac{1,2(55125,1)}{939,7} = 71 lbm$$

Calculo de la potencia del caldero requerido BHP

$$BHP = \frac{1,2 Q_{total}}{33500 \frac{BTU}{BHP} \cdot 0,95}$$

Cantidad de combustible

$$gal = \frac{1,2(55125,1) BTU}{130000 \frac{BTU}{gal}} = 0,6$$

130 000 BTU/gal: poder calórico del combustible.

Le estamos adicionando un 20% más en los cálculos de calor por seguridad

El 0,95 representa el 95% de rendimiento de un caldero

$$BHP = \frac{1,2(55125,1)}{33500(0,95)}$$

$$BHP = 2,18$$

Se venden de 5 BHP a mas es decir que el caldero requerido para la producción será:

$$BHP = 5$$

#### 4.8. Tecnología de la producción

La presente investigación se está planteando como una alternativa para el tratamiento de residuos sólidos provenientes del procesamiento de tilapia en piscigranjas, considerando el impacto ambiental que puede ocasionar su no tratamiento. Se planteó el procesamiento en varias etapas teniendo las siguientes premisas:

- A. La planta experimental puede ser instalada en la estación piscícola Santa Eulalia, donde existe estanques para la crianza de tilapia y trucha, o también puede ser implementada en el ex fundo Oquendo
- B. En primera instancia se trabajará con un promedio de 100 kilos de residuos sólidos que sería la producción del complejo, con lo cual se estaría evitando la contaminación ambiental. A futuro se puede recolectar los residuos sólidos de mercados, criaderos y plantas de fileteado, además esta tecnología puede aplicarse a residuos sólidos vegetales.
- C. El Costo de la materia prima para el ensilado es cero, al igual que las obras civiles.
- D. La inversión sería en insumos, maquinarias, equipos, personal, energía, servicios de agua, luz y desagües. Costos asumidos por la Universidad.

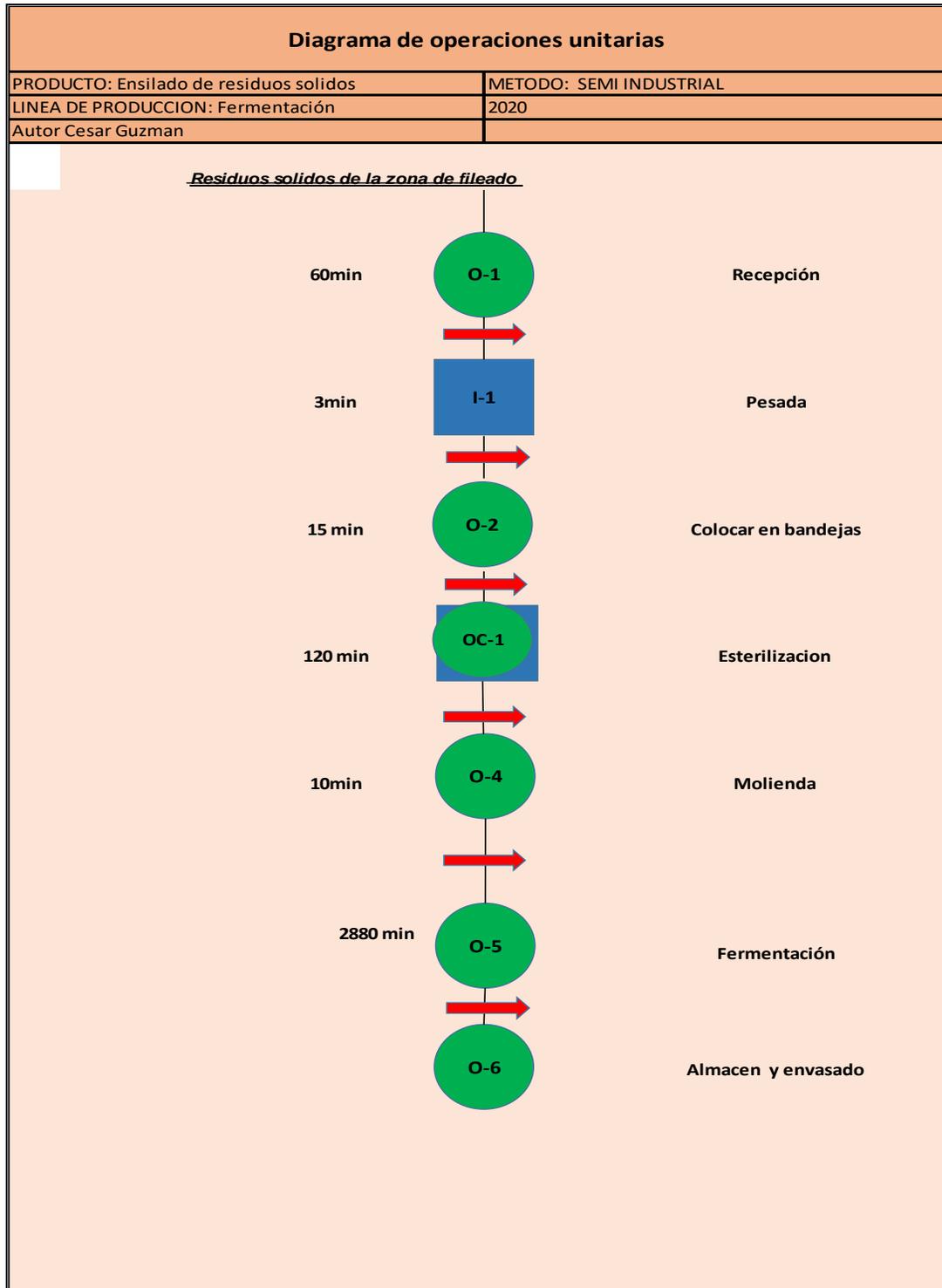
#### Determinación de tiempos de proceso

A continuación, se presentan los procesos y sus tiempos, representándose en la figura 20.

Recepción	60 min
Pesado	3 min
Colocado en bandejas	15 min
Esterilización	120 min
Molienda	10 min
Fermentación (ensilado)	2 880 min
Tiempo total requerido	3 088 min

Figura 20

Diagrama de operaciones unitarias para la producción de ensilado



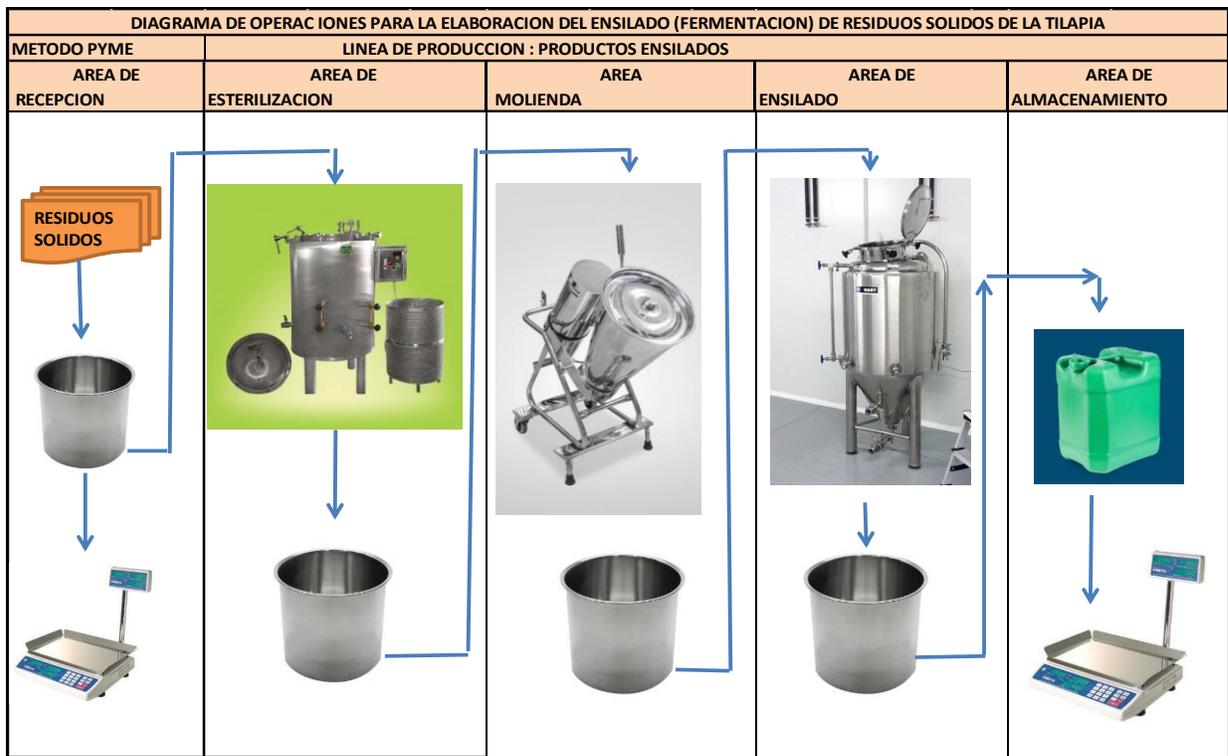
Nota. El proceso de un lote dura 3 088 min y luego se almacena. Fuente: Autoría propia

## Diagrama de operaciones unitarias por áreas de trabajo

En la figura 21 se realiza una representación gráfica del flujo de las operaciones unitarias principales por áreas de trabajo, las cuales se ejecutaron para la producción de ensilado a partir de residuos orgánicos provenientes del procesamiento de tilapia obtenidos en la estación piscícola de Santa Eulalia

**Figura 21**

*Diagrama de operaciones por área de trabajo para procesamiento de residuos sólidos*



*Nota.* El diagrama ordena el flujo de proceso en cinco áreas de trabajo. Fuente: Autoría propia

## Requerimiento de equipos y materiales

El requerimiento de equipos y materiales para la producción de ensilado a nivel de microempresa (PYME), o su equivalente a una planta experimental que puede ser implementada en la estación piscícola de Santa Eulalia, o en el ex fundo Oquendo de la UNFV, se describe en la tabla 15; y la base de cálculo para depreciación de equipos se presenta en la tabla 16.

**Tabla 15***Requerimiento de equipos y materiales para una planta experimental de ensilado*

N°	Área	Descripción	Costo (soles)
1	Recepción	Bandejas de acero inoxidable (4) Capacidad 25 kg	1 000,00
2	Esterilización	Autoclave vertical con calefacción a gas Dos autoclaves. Capacidad 150 kg	28 000,00
3	Molienda	Molino de martillos	4 500,00
4	Ensilado	Equipos de acero inoxidable Dos biorreactores. Capacidad 75 kg	25 000,00
5	Servicio	Caldero de 5 BHP de potencia	20 000,00
6	Laboratorio	Reactivos y equipos	3 000,00
		Sub Total	81 500,00
		Imprevistos (10 %)	8 150,00
		<b>Total</b>	<b>89 650,00</b>

Fuente: Autoría propia

**Tabla 16***Base de cálculo para depreciación de equipos*

N°	Área	Descripción	Costo (soles)
1	Recepción	4 Bandejas de acero inoxidable de 25 kg de capacidad	1 000,00
2	Esterilización	2 Autoclaves verticales a gas de 50 kg de capacidad	28 000,00
3	Molienda	Molino de martillos	4 500,00
4	Ensilado	2 biorreactores de acero inoxidable de 75 kg de capac.	25 000,00
5	Servicio	Caldero de 5 BHT de potencia	20 000,00
		Sub total	78 500,00
		Imprevistos (10 %)	7 850,00
		<b>Total</b>	<b>86 350,00</b>

*Nota.* La depreciación de aplica a los activos fijos que tienen un tiempo de vida pre determinado, los cuales son generalmente maquinarias, quipos y materiales que luego de un periodo deben ser renovados para dar continuidad al proceso. Fuente: Autoría propia.

### Cálculo de la depreciación de equipos y materiales

Se utilizó el método de depreciación en línea recta en función del tiempo y no de la utilización de los activos. El método aplicado es simple y muy utilizado, se fundamenta en considerar la obsolescencia progresiva como la primera causa de una vida de servicio limitada, y considera por tanto la disminución de tal utilidad de forma constante en el tiempo.

Haciendo una depreciación de carácter lineal aplicamos la ecuación siguiente:

$$D = \frac{C - S}{n}$$

Donde:

D: Depreciación

C: Valor del costo de los equipos: 86 350,00

S: Valor de rescate (20%): 17 270,00

n: Numero años a depreciar: 6

En la tabla 17 se desarrolla la depreciación al costo de inversión de equipos y materiales en un horizonte de vida de 6 años, mediante el método de línea recta.

**Tabla 17**

*Calculo de la depreciación de los equipos y materiales*

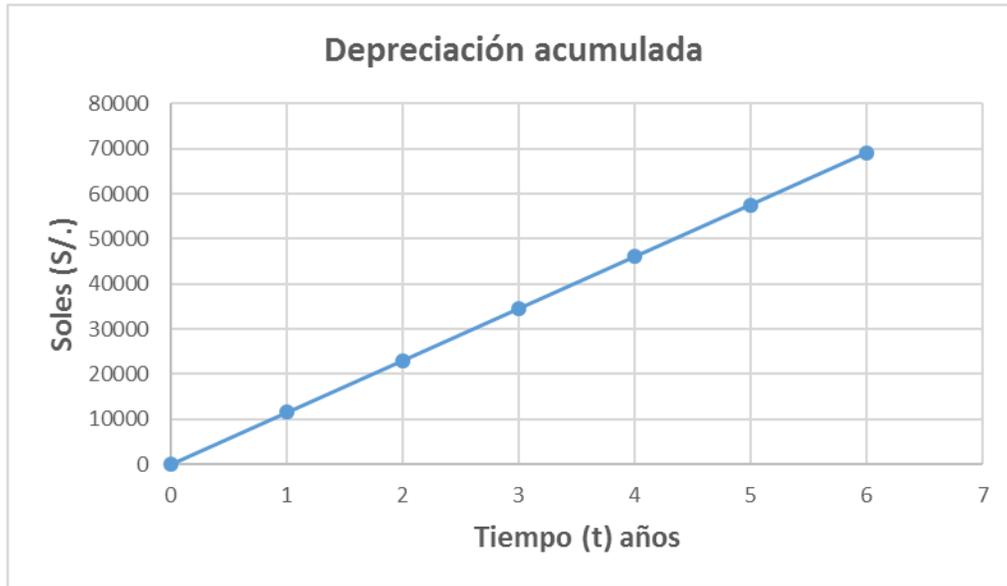
Año	Depreciación anual	Depreciación acumulada	Valor neto
0	0	0	86 350.0
1	11 513.3	11 513.3	74 836.7
2	11 513.3	23 026.7	63 323.3
3	11 513.3	34 540.0	51 810.0
4	11 513.3	46 053.3	40 296.7
5	11 513.3	57 566.7	28 783.3
6	11 513.3	69 080.0	17 270.0

Fuente: Autoría propia

En la figura 22 se presenta la tendencia de la depreciación acumulada en el tiempo

**Figura 22**

*Depreciación acumulada en un horizonte de 6 años de vida útil de equipos*

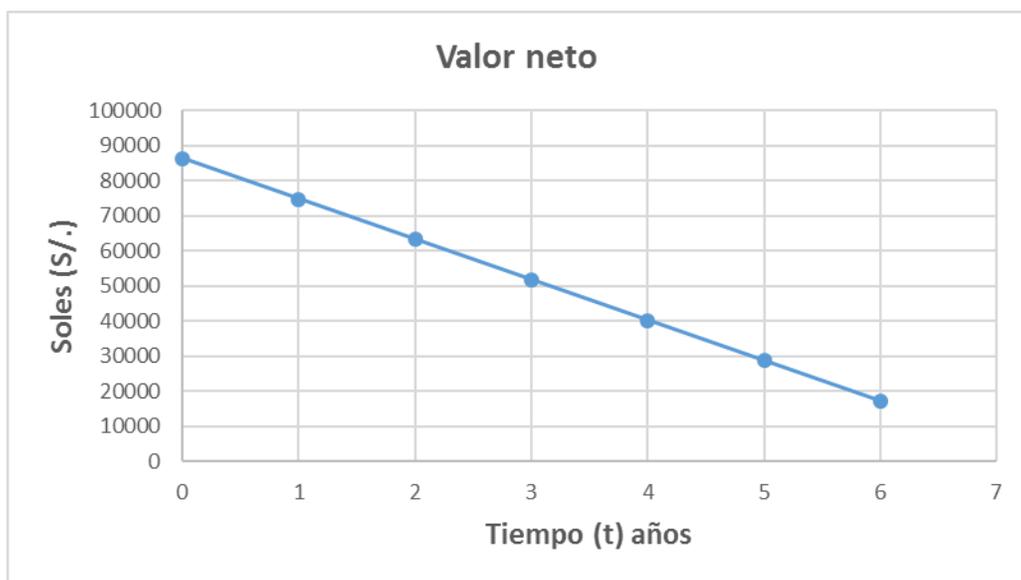


*Nota.* Se trata de una cuenta de activos pero negativa. Fuente: Autoría propia

En la figura 23 se presenta la tendencia del valor neto de los activos en el tiempo

**Figura 23**

*Variación del valor neto de activos en un horizonte de vida útil de 6 años*



*Nota.* El valor neto de los activos disminuye en el tiempo. Fuente: Autoría propia

#### 4.9. Cálculo del punto de equilibrio

La determinación del punto de equilibrio es uno de los elementos centrales que nos permite determinar el nivel de ventas necesario para cubrir los costes totales o, en otras palabras, el nivel de ingresos que cubre los costes fijos y los costes variables.

Este punto de equilibrio (o de apalancamiento cero), es una herramienta estratégica clave a la hora de determinar la solvencia de un negocio y su nivel de rentabilidad (Rodríguez, 2019).

En la tabla 18 se presenta la capacidad de planta a nivel experimental

**Tabla 18**

*Cálculo de capacidad de planta a nivel experimental*

Proyecto planta piloto	Materia prima	Unidad (Bidón)
Capacidad de planta por día	100 kg/día	8
Capacidad de planta por semana	600 kg/semana	50
Capacidad de planta estimada por mes	6 000 kg/mes	500
Capacidad de planta estimada por año	66 000 kg/año	5500

*Nota.* Se considera trabajar once meses por año. Fuente: Autoría propia

En la tabla 19 se estima los ingresos por la venta de ensilado.

**Tabla 19**

*Ingreso mensual por venta de ensilado*

Producto generado mensual estimado	6 000	Kg
Bidón de 12 kg	500	Bidones
Precio por bidón	16	Soles
Ingreso mensual estimado	8 000	Soles

Fuente: Autoría propia

#### **Costo fijo (CF).**

Son todos aquellos costes que son independientes a la operación de la empresa, es decir son aquellos costes en los que se debe incurrir independientemente de que el negocio funcione,

por ejemplo, alquileres, gastos fijos en agua, energía y telefonía; secretaria, vendedores, entre otros, exista o no exista ventas, hay siempre un coste asociado.

En la tabla 20 se presenta la estructura de los costos fijos

**Tabla 20**

*Costos fijos para producción de ensilado*

Descripción	S/.
Oficina (empleado)	1 000,00
Agua	100,00
Electricidad	150,00
Teléfono móvil	90,00
Total	1 340,00

Nota. La estructura de costos fijos planteada está orientada a un nivel experimental dentro de la UNFV, el cual varía según el tipo de empresa. Fuente: Autoría propia

**Costo variable (CV),**

Es todo aquello que implica el funcionamiento vivo del negocio, como la mercadería o las materias primas. Los costes variables cambian en proporción directa con los volúmenes de producción y ventas. En la tabla 21 se presenta los costos variables para producir ensilado.

**Tabla 21**

*Costos variables para producción de ensilado*

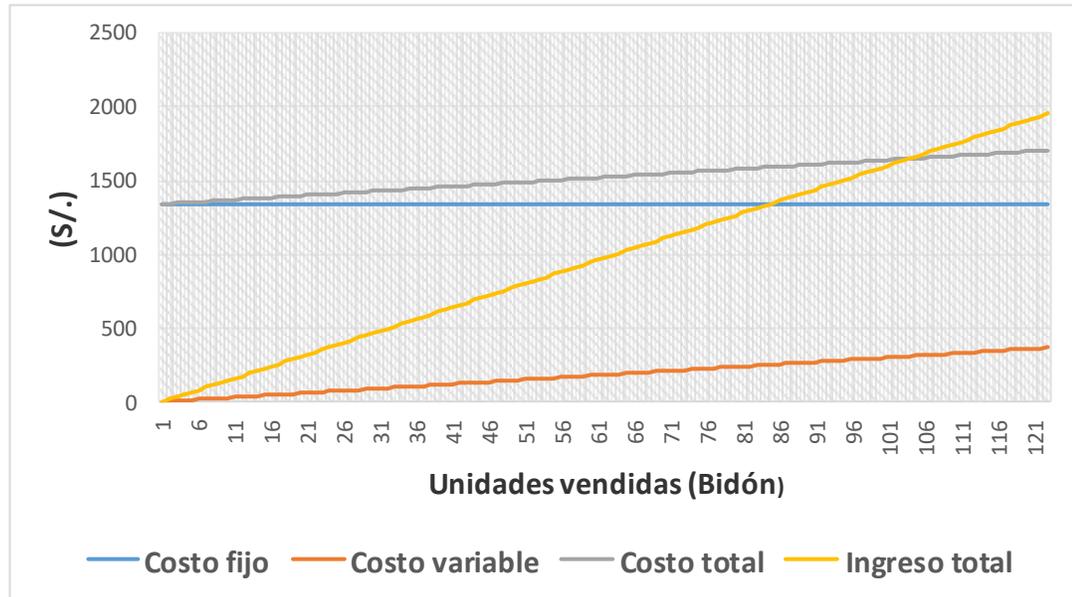
Descripción	S/.
Compra de residuos sólidos (S/.kg)	100,00
Transporte a planta de los residuos	250,00
Mano de obra (1técnico x S/. 1 000,00)	1 000,00
Limpieza de planta	50,00
Recursos (melaza y bacterias lácticas)	100,00
Total	1 500,00

Nota. La estimación de costos variables está estructurada para una planta piloto de la UNFV, y puede ser diferente según el tipo de empresa. Fuente: Autoría propia

En la figura 24 se presenta el análisis gráfico del punto de equilibrio

### Figura 24

*Determinación del punto de equilibrio para la producción de ensilado*



*Nota.* A nivel gráfico el punto de equilibrio se encuentra en la intersección de la línea amarilla (ingreso por ventas) con la línea gris (costo total), lo que permite ajustar el precio de venta del producto. Fuente: Autoría propia

Proyectando la intersección de las líneas amarilla y gris sobre el eje X se puede leer aproximadamente 103 bidones, lo que representa el punto de equilibrio de la producción. Para que la actividad de producción de ensilado no pierda y tampoco tenga utilidades, se debe producir al mes 103 bidones de 12 kg cada uno.

La determinación con la fórmula siguiente debe dar el valor exacto.

### Calculo del punto de equilibrio (Qe)

Ecuación a utilizar:

$$Qe = \frac{CF}{Pu - CVu}$$

Donde:

CF: Costo fijo

Pu: Precio de venta unitario

CVu: Costo variable unitario

Qe = 103 unidades (bidones de 12 kg de ensilado)

#### 4.10. Costo beneficio

Es una técnica dentro del ámbito de la teoría de la decisión, el cual pretende determinar la conveniencia del proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente al proyecto.

Este método se aplica a proyectos sociales, proyectos colectivos o individuales, empresas privadas, planes de negocios, entre otros, prestando atención a la importancia y cuantificación de sus consecuencias sociales o económicas (Ecofinanzas, 2019)

En la tabla 22 se presenta la proyección del flujo neto para un horizonte de 3 años

**Tabla 22**

*Proyección del flujo neto para un horizonte de tres años*

Año	Ingresos (I) (S/.)	Egresos (E) (S/.)	Flujo efectivo o neto (FN) (S/.)
0	0	89 650	-89 650
1	88 000	31 240	56 760
2	88 000	31 240	56 760
3	88 000	31 240	56 760

*Nota.* Los ingresos y egresos anuales están proyectados para 11 meses de trabajo. Los egresos corresponden a la suma de los costos fijos más los costos variables de cada periodo. En el año cero (0) no hay ingresos, solo egresos, por lo que se tiene un flujo neto negativo. Fuente: Autoría propia

### Valor presente de ingresos (VP(i))

El valor presente (VP) es el valor que tiene hoy en día un determinado flujo de dinero que recibiremos en el futuro. Es decir, el valor presente es una fórmula que nos permite calcular cuál es el valor de hoy que tiene un monto de dinero que no recibiremos ahora mismo, sino más adelante, para lo cual se va trabajar con una tasa de descuento del 19%.

$$VP(i) = I + \frac{I_1}{(1+i)} + \frac{I_2}{(1+i)^2} + \frac{I_3}{(1+i)^3}$$

$$VP(i) = 0 + \frac{88000,00}{(1+0,19)} + \frac{88000,00}{(1+0,19)^2} + \frac{88000,00}{(1+0,19)^3}$$

$$VP(i) = S/. 188 311$$

### Valor presente de egresos (VP(e))

$$VP(e) = E + \frac{E_1}{(1+i)} + \frac{E_2}{(1+i)^2} + \frac{E_3}{(1+i)^3}$$

$$VP(e) = S/. 156 500$$

### Costo / Beneficio (C/B)

$$C / B = \frac{VP(i)}{VP(e)}$$

$$C / B = (188 311) / (156 500)$$

$$C / B = 1,203$$

#### 4.11. Cálculo de utilidades

La utilidad neta es aquella resultante luego de descontar de los ingresos obtenidos por una empresa u organización. La utilidad neta es el beneficio económico efectivo que obtiene la

organización. En ella se consideran no solo los ingresos obtenidos, sino también todos los gastos en los que fue necesario incurrir para conseguirlos, además de las obligaciones con terceros.

### Utilidad neta (UN)

$$UN = \frac{I - (CF + CV)}{I} \times 100$$

I: Ingreso por ventas: S/. 8 000

CF: Costo fijo = S/. 1 340

CV: Costo variable = S/. 1 500

Reemplazando valores se tiene el siguiente resultado:

$$UN=64,5\%$$

### 4.12. Calculo del VAN

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. También se conoce como valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN). Para ello trae todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. El VAN va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos (Universidad ESAN, 2017).

$$VAN = -I_o + \frac{FN_1}{(1+i)} + \frac{FN_2}{(1+i)^2} + \frac{FN_3}{(1+i)^3}$$

Considerando los flujos netos (FN) constantes

La ecuación se resume a la siguiente expresión

$$VAN = -I_o + FN \left[ \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \right]$$

$I_o$ : S/. 89 650

$FN$ : S/.56 760

$i$ : 0,19 tasa de descuento

$n$ : 3 años

Reemplazando valores se tiene el siguiente resultado:

$VAN = S/. 31 811$

#### 4.13. Cálculo del TIR

La Tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto. Es una medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión que está muy relacionada con el valor actualizado neto (VAN). También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado. La tasa interna de retorno (TIR) nos da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, viene expresada en porcentaje.

$$TIR = -I_o + \frac{FN_1}{(1+TIR)} + \frac{FN_2}{(1+TIR)^2} + \frac{FN_3}{(1+TIR)^3}$$

Reemplazando valores y utilizando la aplicación financiera del Excel se tiene:

$TIR = 53,7\%$

El TIR obtenido es superior al costo de oportunidad del capital estimado en 19 %.

## V. Discusión De Resultados

Los residuos sólidos están conformados por aquellas partes del pez que no poseen un valor comercial, estos son: cabeza, cuero, vísceras, aletas y agallas se utilizaron para la elaboración del ensilado teniendo cuidado en su preservación a fin de evitar contaminación ambiental según recomienda (Montes, 2009)

Según Montes (2009) la producción de ensilado de pescado para obtener un producto no apto consumo humano, en una mezcla altamente nutricional y fácilmente digerible para consumo humano, es utilizando la técnica que se presenta en el trabajo.

Debido al pH menor a 4,5 que no permite el desarrollo de microorganismos patógenos que se desarrollan a un pH mayor a 4,5, se tiene una tecnología de conservación y almacenaje del producto resultante a temperatura ambiente durante varios meses, sin que se pierda la calidad nutricional, según Sosa (2017).

La obtención del ensilado o fermentado de los residuos sólidos de la tilapia se obtuvieron utilizando los parámetros tecnológicos propuestos por Sosa (2017), caracterizando los principales parámetros como son la concentración de sustrato (fuente de carbono) de la melaza, el pH, concentración del inóculo (bacterias lácticas) y material a fermentar.

El tratamiento térmico de los residuos sólidos, donde la gran mayoría de los investigadores optan por la cocción (Temperatura 99°C), temperatura a la cual todavía se mantienen las esporas termo resistentes. En el trabajo se optó por la esterilización (Temperatura de 115 °C) con el objeto de destruir los agentes patógenos esporulados termo resistentes. Considerando que estos esporulados no son destruidos por una simple cocción.

Las bacterias de lactobacilos del yogurt actúan frente al sustrato convirtiéndolos en ácido láctico y reduciendo el pH, tal como indica también (Sosa, 2017). Estas bacterias inhiben el

desarrollo de los gérmenes que se desarrollan preferentemente a un pH mayor a 4,5 constituyendo una protección contra numerosos gérmenes proteolíticos que digieren el medio y provocan la putrefacción. El material que ha si fermentado tiene un pH menor a 4,5 y de acuerdo con los análisis microbiológicos no hay bacterias que puedan deteriorar el ensilado.

Los cálculos del VAN según Velayos, (2019). TIR, B/C calculado según Sevilla, (2019) y punto de equilibrio se trabajó según las indicaciones de Rodríguez (2019) quienes plantean los modelos respectivos, valores que dan una alta aceptabilidad el proyecto de instalación de una planta piloto sea en Oquendo o Santa Eulalia, para el tratamiento de residuos sólidos de pescado.

El Uso del modelo logístico supera al modelo exponencial de primer orden e interpreta mejor los resultados de la cinética de formación de ácido láctico durante el proceso ensilado o fermentación también interpretado por Velázquez (2020).

## VI. Conclusiones

- **Respecto a los criterios técnicos a utilizar para recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado**

Se validan los parámetros técnicos proporcionados por otros autores, durante la experiencia en laboratorio se determinó: concentración de sustrato (melaza:13%), concentración del inóculo (bacterias lácticas: 3%) y concentración de residuos sólidos de pescado (80%).

La esterilización por 120 minutos es una operación importante ya que permite eliminar bacterias y esporas de agentes patógenos que pudieran hacer competencia a los lactobacilos.

Se trabajaron tres muestras de residuos sólidos provenientes de la Estación Piscícola de Santa Eulalia, y aplicando el diseño estadístico DBCA, se determinó que no existen diferencias significativas entre las muestras a un nivel de significancia del 5 %.

Normalmente en los procesos de fermentación también llamado ensilados, existe una parte exponencial de generación de ácido láctico, cuyo análisis se detiene ahí, para el estudio se aplicó el modelo cinético denominado Logístico que interpreta todo el proceso de fermentación, y con lo cual se puede determinar la velocidad máxima de formación de ácido láctico que de acuerdo con el análisis está dentro de las 20 a 48 horas de ensilado, para efectos del estudio se plantea 48 horas de trabajo.

- **Respecto a los criterios económicos para recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado**

Se desarrolló la valoración económica del proyecto, considerando que los equipos serían adquiridos por la Universidad, para la instalación de una planta piloto de producción de ensilado auto sostenido, por lo cual se determinaron los valores de los siguientes indicadores de viabilidad económica del proyecto:

VAN: S/. 31 811, el Valor Actual Neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión

TIR: 53,7 %, la Tasa Interna de Retorno (TIR) nos da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, esta expresada en porcentaje, y para ser rentable debe ser superior al costo de oportunidad del capital (COK) que para el estudio es de 19%

Beneficio/Costo: 1,203, es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia del proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente del proyecto. Para ser rentable debe ser mayor a uno (1).

Utilidad neta: 64,5%, la utilidad neta es el beneficio económico efectivo que obtiene la organización. En ella se consideran no solo los ingresos obtenidos, sino también todos los gastos en los que fue necesario incurrir para conseguirlos, además de las obligaciones con terceros.

Punto de equilibrio: 103 bidones de 12 kg cada uno, el punto de equilibrio (o de apalancamiento cero), es una herramienta estratégica clave para determinar la solvencia de un negocio y su nivel de rentabilidad.

## **VII. Recomendaciones**

- Es de vital importancia continuar con los estudios con respecto al secado del producto presentado en forma líquida y observar si los granjeros le dan el valor debido para su adquisición.
- Estudiar y aplicar, encontrando el método de ensilado de residuos sólidos vegetales y su industrialización.
- Estudiar y aplicar, determinando la tecnología del ensilado a los residuos sólidos del pescado y de los vegetales.

### VIII. Referencias

- Alais, Ch. y Lacaza, A. (2003). *Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera*.  
Reverte S.A.
- Alejos, J. (2013). *Ensilaje de pencas de nopal tunero con excretas pecuarias* [Tesis  
Doctoral, Universidad del Valle de México]
- Alpízar, A., Camacho, M., Sáenz, C., Campos, M., Arece, J. y Esperence, M. (2014).  
Efecto de la inclusión de diferentes niveles de morera *Morus alba* en la calidad  
nutricional de ensilajes de sorgo *Sorghum alnum*. *Patos y Forrajes*, 37(1): 55-60.
- AOAC International (2006). *Fat (Crude) in meat and meat products*. Method 991.36.  
18th Ed. Official Method of Analysis.
- Avdalov, N.; Barlocoo, N.; Bauza, R.; Bertullo, E.; Corengia, C.; Giacommeti, L. y  
Panucio, S. (1992). *Evaluación del ensilado biológico de pescado en la  
alimentación de cerdos de engorde*. Segunda consulta de expertos sobre  
tecnología de productos pesqueros en América Latina. Informe de Pesca FAO,  
441: 88-98
- Bertullo, E. (1994). *Desarrollo del ensilado de pescado en América Latina*. 3era  
Consulta de Expertos sobre Tecnología de Productos Pesqueros en América  
Latina.
- Camacho, B; Moreno, M; Rodríguez, M; Luna, C; Vásquez, M. (2000). *Guía para el  
cultivo de trucha*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de  
México D.F.
- Cardoso, E. (2013). *Evaluación y validación de la tecnología de producción de  
bioensilaje a partir de residuos de cosecha de maíz para la alimentación de*

*vacas productoras de leche en la serranía ecuatoriana.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Cartes, P. (2005). *Viabilidad de las cepas de lactobacillus casei shirota y Bifidobacterium lactis en un postre de leche con salsa de Canberry.* Universidad Austral de Chile.

Consumer (2013). *El pH de los alimentos y la seguridad alimentaria.* www.consumer.es

Ecofinanzas (2019). *La empresa y la incertidumbre.*

<https://www.eco-finanzas.com/diccionario/i/incertidumbre.htm>

Embrapa (2003). Evaluación de impacto ambiental de actividades en establecimientos familiares de nuevo Rural. *Boletín de investigación y Desarrollo*, 17(1): 24-33.

Enes, M.; Robert, M.; Rombouts, F.; Houben, J.; y Wymenga, w. (2000). Biogenic amine formation and degradation by potencial fish silage starter microorganisms. *International Journal of Food Microbiology* (57): 107-114

Fajardo, E. y Sarmiento, S. (2007). *Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de Sacharomyces cerevisiae.* Pontificia Universidad Javeriana

Fons, M.; Gomez, A. y Karjalainen, T. (2000). Mecanismos de colonización y resistencia del tracto digestivo parte 2: bacteria/interacción bacteriana. *Microb. Ecol Heath Dis*, 12 (2): 240-246

García, C.; Arrazola, G. y Durango, A. (2010). Producción de ácido láctico por vía biotecnológica. *Temas Agrarios* 15 (2): 9-26

Gilces, P. y Veloz, P. (2006). *Estudio de uso de los nutrientes para la levadura en fermentación con el propósito de mejorar la producción de alcohol etílico.* Universidad de Guayaquil

- Hardy, R.; Shearer, K. y Spinelli, J. (1984). The nutritional properties of co-dried fish silage in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) dry diets. *Aquaculture*, 38:53-44
- Hassan, T. y Hesth J. (1986). Fermentación biológica de desechos de pescado para uso potencial en alimento para animales y aves de corral. *Agricultural Wastes*, 15 (1): 1-15
- Jackson, A.; Kerr, A. y Cowey, C. (1984). Fish silage as a dietary ingredient for salmon. I. Nutricional and storage characteristics. *Aquaculture*, 38:211-220
- Jiménez, F. y Espinoza, C. (2007). *Costos Industriales*. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Jorgensen, G. Y Szymeczko R. (1992). Utilization of fish silage in animal nutrition. *National Institute of Animal Science. Denmark*, pp 1-20
- Kirk-Othmer (2001). *Encyclopedia of Chemical Technology*. 4eta Ed. Vol 13. Wiley.
- Ley 27314 de 2000. (2000, 20 de julio). Congreso de la República del Perú.  
[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con\\_uibd.nsf/1E6FCC533C6463DE0525746D005CF473/\\$FILE/LeyGeneralRRSS.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con_uibd.nsf/1E6FCC533C6463DE0525746D005CF473/$FILE/LeyGeneralRRSS.pdf)
- Martínez, R. (2003). *Produccion de un ensilado biológico a partir de vísceras de pescado de las especies Prochilodus mariae (Coporo), Pseudoplatystoma fasciatum (bagre rayado) y Phractocephalus hemiliopterus (cajaro)*. Universidad Nacional de Colombia
- Mattos, C.; Chauca, L.; San Martín, F.; Carcelen, F. y Arbaiza, T. (2003). Uso del ensilado biológico de pescado en la alimentación de cuyes mejorados. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 14 (2):89-96
- Ministerio de la Producción (2020) *Especies cultivadas en el Perú*.  
[www2.produce.gob.pe](http://www2.produce.gob.pe) › ACUISUBMENU4 › boletines

- Montes, C. (2009). *Régimen jurídico y ambiental de los residuos*. Universidad Externado de Colombia
- Nicholson, J. y Johnson, D. (1991). Herring silage as a protein supplement for young cattle. *Can. J Anim. Sci* 71: 1187-1196
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO]. (1998). *Manual de Ingeniería Económica Aplicada. Costos de Producción*.  
<http://www.fao.org/3/v8490s/v8490s06.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO]. (2019). *Ensilado de pescado*. <http://www.fao.org/3/i9606es/I9606ES.pdf>
- Ottati, G. y Bello, R. (1992). *Ensilado microbiano de pescado en la alimentación porcina*. Segunda consulta de expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina. Informe de pesca, FAO. 441: 69-79
- PCE Instruments (2020). *Medidor de pH-PCE*. [www.pce-instruments.com](http://www.pce-instruments.com) › espanol ›
- Pereira, J. (2007). *Manual de compostaje: proceso de bajo costo*. Universidade Federal de Vicosa.
- Pinilla, J. (2007). *Preparación y evaluación de proyectos de inversión área industrial*. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Ramirez, C., Tapia, A. y Calvo, P. (2010). Evaluación de la calidad de fruta de banano de altura que se produce en el cantón de Turrialba. *Revista de las Sedes Regionales de Costa Rica*, 11 (20): 107-127
- Reddy, G.; Altaf, M.; Naveena, B.; Venkateshwar, M. y Vijay, E. (2008). Amylolytic bacterial lactie and fermentation. *Review Biotechnology Advances* 26:22-34
- Rodríguez, C. (2019). *El punto de equilibrio*.  
<https://www.eoi.es/blogs/carollirenerodriguez/2012/04/26/analisi-del-punto-de->

equilibrio/

- Samaniego, L.; Rondón, A.; Bocourt, R.; Rodríguez, S.; Milián, G.; Ranilla, M.; Laurencio, M. y Pérez, M. (2008). Aislamiento, identificación y caracterización parcial de las propiedades pro bióticas de cepas de *Lactobacillus sp* procedentes del tracto gastrointestinal de pollos de ceba. *Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos*, 6 (1): 56-63.
- Santos, C. (2005). *Prevención y polución industrial: Identificación de oportunidades, análisis de beneficios e barreras* [Tesis doctoral, Universidad de Sao Paulo]
- Serna, L. y Rodriguez, A. (2005). Produccion biotecnológica de ácido láctico: estado del arte. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos* 5 (1): 54-65
- Sevilla, A. (2019) *Tasa interna de retorno (TIR) - Definición, qué es y concepto*  
<https://economipedia.com › definiciones › tasa-interna-de-retorno>
- Significados.com (2020). *Significado de pH. Qué es pH*. [www.significados.com/ph/](http://www.significados.com/ph/)
- Skory, C. (2000). Isolation and expression of lactate dehydrogenase genes from *Rhizopus oryzae*. *Applied and Environmental Microbiology*, 6: 2343-2348
- Sosa, C. (2017). *Elaboración de ensilado biológico a partir de residuos de paiche (Araipaima gigas)*  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3272/sosa-espinoza-carmen-fiorella.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Spanopoulos-Hernandez, M. (2010). Producción de ensilados biológicos a partir de desechos de pescado, del ahumado de atún aleta amarilla (*thunnus albacares*) y del fileteado de tilapia (*oreochromis sp*), para la alimentación de especies acuícolas. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 9(2), pp. 167-178

- Tatterson, I. y Windsor, M. (1973). Fish Silage. *Torry Advisory*, 64. Torry Research Station. <https://www.fao.org/3/x5937e/x5937e00.htm>
- Toledo, J.; Llanes, J. y Lazo, J. (2006). Evaluación del ensilado biológico de pescado como inóculo de bacterias lácticas en la conservación de desechos pesqueros. *Acuacuba* 8 (1): 13-20
- Tome, E.; Levy, A. y Bello, A. (1995). Proteolytic activity control in fish silage. *Revista Nutricional latinoamericana*. 45 (4): 317-321
- Tortora, G. J., Funke, B. R. y Case, C.L. (2007). *Introducción a la microbiología*. Ed. Médica Panamericana.
- Triana, E.; Leal, F.; Campo, Y. y Lizcano, H. (2014). Evaluación de ensilaje a partir de dos subproductos agroindustriales (cascara de naranja y plátano de rechazo para alimentación de ganado bovino. *Revista Alimentos Hoy* 22(31): 33-45
- Universidad ESAN (2019). *El periodo de recuperación de la inversión*. <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/el-pri-uno-de-los-indicadores-que-mas-llama-la-atencion-de-los-inversionistas/>
- Vaidya, A.; Pandey, R.; Mudliar, S.; Suresh, M.Chakrabarti, T. y Devotta, S. (2005). Production and recovery of lactic acid for polylactide. *Crit. Rev. Environ. Sci Technol*. 35: 429-467  
[https://www.researchgate.net/publication/248944595\\_Production\\_and\\_Recovery\\_of\\_Lactic\\_Acid\\_for\\_Polylactide-An\\_Overview](https://www.researchgate.net/publication/248944595_Production_and_Recovery_of_Lactic_Acid_for_Polylactide-An_Overview)
- Velayos, V. (2019). *Valor neto actual (VAN)*. <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>
- Velázquez, C. (2020). *La ecuación logística CIENCIORAMA 2*. [http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/468\\_cienciorama.pdf](http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/468_cienciorama.pdf)

- Viète, C. y Bello, D. (1992). Evaluación del ensilaje microbiano de pescado como suplemento proteico en la nutrición de rumiantes. *Agris*, 441. Universidad Central de Venezuela
- Yin, P.; Nishina, N.; Kosakoi, I.; Yahiro, K.; Park, Y. y Okabe, M. (1997). Enhanced production of L(+) lactic acid from corn starch in a culture of *Rhizopus oryzae* using an air lift bioreactor. *J. Ferment. Bioeng.* 84:249-253  
[https://doi.org/10.1016/S0922-338X\(97\)80361-3](https://doi.org/10.1016/S0922-338X(97)80361-3)
- Zavarese, E.; Telles, A.; El Halal, A.; Rocha, M.; Colussi, R.; Assis, L.; & Prentice, C. (2014). Production and characterization of encapsulated antioxidative protein hydrolysates from Whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) muscle and byproduct. *LWT. Food Sci Technol*, 59(2), 841-848.

## IX. ANEXOS

### Anexo A. Uso del software Mathcad para los cálculos

#### Análisis de regresión

#### Modelo logístico

Ecuación 
$$y = \frac{yf}{1 + a \cdot e^{-k \cdot x}}$$

Para poder aplicarse el análisis, deberá de ser linealizada de la forma siguiente

$$\frac{y}{yf} = \frac{1}{1 + a \cdot e^{-k \cdot t}}$$

invertir la expresión

$$\frac{yf}{y} = 1 + a \cdot e^{-k \cdot t}$$

luego 
$$\frac{yf}{y} - 1 = a \cdot e^{-k \cdot t}$$

Ecuación linealizada 
$$\ln\left[\left(\frac{yf}{y}\right) - 1\right] = \ln(a) - k \cdot t$$

Ingreso de datos:

$$i := 0..3$$

$$x_i := \quad y_i :=$$

0	0.67
24	1.32
48	1.88
72	1.96
96	2.35

Calculo

haciendo  $yf = 2.35$

Ultimo valor de y

convirtiendo

$$yf := 2.35 \quad y2_i := \ln\left[\left(\frac{yf}{y_i}\right) - 1\right]$$

realizando el análisis de regresión

$$\begin{aligned} \underline{\underline{A}} &:= \text{intercept}(x, y2) & A &= 0.729 \\ \underline{\underline{B}} &:= \text{slope}(x, y2) & B &= -0.036 \\ \underline{\underline{R}} &:= \text{corr}(x, y2) & R &= -0.968 \end{aligned}$$

De acuerdo a la ecuación linealizada

$$a := e^A \quad a = 2.072 \quad \text{Representa el valor de a, de la ecuación}$$

$$k := |B| \quad k = 0.036$$

por lo que la ecuación queda conformada de la forma siguiente:

$$y^3_i := \frac{y^f}{(1 + a \cdot e^{-k \cdot x_i})}$$

Resultados

$x_i =$	$y_i =$	$y^3_i =$
0	0.67	0.765
24	1.32	1.26
48	1.88	1.727
72	1.96	2.042

la ecuación logística queda

$$AL := \frac{2.35}{1 + 2.072 \cdot e^{-0.036 \cdot x}}$$

La Ecuación logística determinada

$$f(x) := \frac{2.35}{1 + 2.072 \cdot e^{-0.036 \cdot x}}$$

## LA DERIVADA DE FUNCIONES CON SOFTWARE MATHCAD

El software resuelve derivada de funciones, de cualquier orden en forma simbólica, obtiene valores numéricos y las gráficas respectivas

Operadores utilizados

$\frac{d}{d}$  para la primera derivada

$\frac{d^n}{d^n}$  para derivadas de orden "n"

$\rightarrow$  de evaluación simbólica

### Ejemplo de evaluaciones simbólicas

Derive la función  $f(x) := x^4 + 9 \cdot x^3 + 7 \cdot x^{0.5} - 6.3 \cdot x^{-0.03}$

Primera derivada  $\frac{d}{dx} f(x) \rightarrow \frac{0.189}{x^{1.03}} + \frac{3.5}{x^{0.5}} + 27 \cdot x^2 + 4 \cdot x^3$

Segunda derivada  $\frac{d^2}{dx^2} f(x) \rightarrow 54 \cdot x - \frac{0.19467}{x^{2.03}} + 12 \cdot x^2 - \frac{1.75}{x^{1.5}}$

### Ejemplo de evaluación simbólica

Derive la función  $f(x) := 100 \cdot 10^{-0.065 \cdot x}$

Primera derivada  $\frac{d}{dx} f(x) \rightarrow -\frac{6.5 \cdot \ln(10)}{10^{0.065 \cdot x}}$

### Ejemplo de evaluación simbólica

Derive la función  $f(x) := \frac{23.5}{1 + 0.23 \cdot e^{-2.3 \cdot x}}$

Primera derivada  $\frac{d}{dx} f(x) \rightarrow \frac{12.4315 \cdot e^{-2.3 \cdot x}}{(0.23 \cdot e^{-2.3 \cdot x} + 1)^2}$

$$f(x) := \frac{2.35}{1 + 2.072 \cdot e^{-0.036 \cdot x}}$$

## LA DERIVADA DE FUNCIONES CON SOFTWARE MATHCAD

Derivando la ecuación logística

Sea la función

$$f(x) := \frac{2.35}{1 + 2.072 \cdot e^{-0.036 \cdot x}}$$

La primera derivada

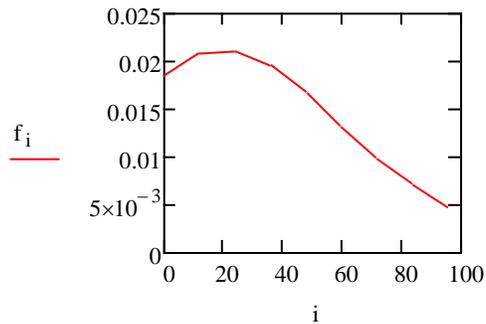
$$\frac{d}{dx} f(x) \rightarrow \frac{0.1752912 \cdot e^{-0.036 \cdot x}}{(2.072 \cdot e^{-0.036 \cdot x} + 1)^2}$$

haciendo  $f_{xx} := (2.072 \cdot e^{-0.036 \cdot x} + 1)^2$

$$i := 0, 12.. 96$$

$$f_i := \frac{0.175912 \cdot e^{-0.036 \cdot i}}{(2.072 \cdot e^{-0.036 \cdot i} + 1)^2}$$

i =	f <sub>i</sub> =
0	0.019
12	0.021
24	0.021
36	0.02
48	0.017
60	0.013
72	9.871 · 10 <sup>-3</sup>
84	7.057 · 10 <sup>-3</sup>
96	4.891 · 10 <sup>-3</sup>



$$\frac{d}{dx} f(x) \rightarrow \frac{0.1752912 \cdot e^{-0.036 \cdot x}}{(2.072 \cdot e^{-0.036 \cdot x} + 1)^2}$$

i es el tiempo en horas

f<sub>i</sub> es la primera derivada    %ácido láctico /hora

## Anexo B. Matriz de consistencia

Título: Recuperación y aprovechamiento de residuos orgánicos vía fermentación en la estación piscícola de Santa Eulalia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general:</b> ¿Cómo se podrá recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> ¿Cómo será la tecnología utilizada para recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia?</p> <p>¿Cómo será la evaluación económica para recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> Evaluar los criterios técnicos a utilizar para recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la estación piscícola de Santa Eulalia</p> <p>Evaluar los criterios económicos para recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Es viable recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> Es viable la tecnología a utilizar para recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia</p> <p>Es viable a nivel económico recuperar y aprovechar los residuos orgánicos vía fermentación para producir ensilado en la Estación Piscícola de Santa Eulalia</p>	<p><b>VARIABLES</b> <b><u>Variable Dependiente: Evaluación técnico-económica</u></b></p> <p><b>Dimensiones:</b> <b>-Criterios técnicos</b> Indicadores: Tecnología del proceso</p> <p><b>-Criterios económicos</b> Indicadores: Punto de equilibrio, Costo/beneficio, VAN y TIR</p> <p><b><u>Variable Independiente: Proceso de fermentación</u></b></p> <p><b>Dimensiones:</b> <b>-Fermentación láctica</b> Indicadores: Concentración de enzimas, tiempo y temperatura de proceso, concentración de sólidos y análisis proximal</p>	<p><b>Tipo de investigación</b> Aplicada, y por el nivel de profundización es descriptiva explicativa</p> <p><b>Método de la investigación:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Diseño de la investigación</b> El diseño utilizado comprende el estudio de dos factores: el tiempo de fermentación con 5 categorías y el factor ensayo con 3 categorías. Se utilizó del Diseño en Bloque Completamente al Azar (DBCA), cuyos resultados se utilizaron para el desarrollo de la prueba de Fisher y contrastar los niveles de pH y acidez del ensilado. El análisis económico se realiza utilizando el flujo neto y la determinación de los indicadores de viabilidad</p>