



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“DISEÑO DE UN PROCESO AGROINDUSTRIAL PARA  
ELABORAR BARRAS DE CEREAL CON FRUTAS  
DESHIDRATADAS TUNA Y PIÑA”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR: JORGE LUIS AUQUILLA CAYAMBE**

**DIRECTOR: Ing. CRISTIAN GERMAN SANTIANA ESPIN**

Riobamba – Ecuador

2023



© 2023, Jorge Luis Auquilla Cayambe

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, JORGE LUIS AUQUILLA CAYAMBE, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 09 de enero de 2023

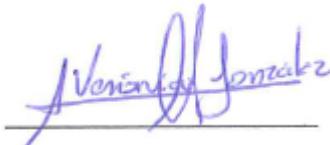
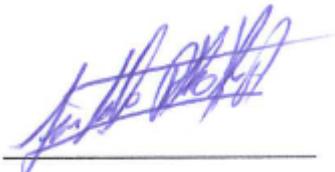


**Jorge Luis Auquilla Cyambe**

**060468764-0**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Trabajo experimental “**DISEÑO DE UN PROCESO AGROINDUSTRIAL PARA ELABORAR BARRAS DE CEREAL CON FRUTAS DESHIDRATADAS TUNA Y PIÑA**”, realizado por el señor: **JORGE LUIS AUQUILLA CAYAMBE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Bqf. González Cabrera María Verónica Msc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 _____	2023-01-09
Ing. Santiana Espin Cristian German Msc. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	 _____	2023-01-09
Ing. Arboleda Alvares Luis Fernando PhD <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	 _____	2023-01-09

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a DIOS, quien me inspira para la conclusión de este trabajo de titulación. A mis padres quienes me apoyaron. A mis amigos y compañeros de estudio, a mis maestros, quienes sin su ayuda nunca hubiera alcanzado a culminar esta tesis. Los agradezco desde el fondo de mi alma.

Jorge

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres Luis y Virginea quienes con su amor, esfuerzo y paciencia inculcaron en mí el ejemplo del esfuerzo y valentía, me han ayudado a cumplir hoy un sueño más. Al no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Alexandra, Silvana, Fabricio y Erika por su y apoyo durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con consejos hicieron de mí una mejor persona. Y al grupo de investigación GIDIPA por permitirme ser parte del grupo de investigación.

Jorge

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. <b>DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA</b> .....	2
1.1. <b>Antecedentes</b> .....	2
1.2. <b>Planteamiento del problema</b> .....	2
1.3. <b>Justificación</b> .....	3
1.4. <b>Objetivos</b> .....	3
1.4.1. <i>General</i> .....	3
1.4.2. <i>Específicos</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2. <b>MARCO TEORICO</b> .....	5
2.1. <b>Barras de cereal</b> .....	5
2.1.1. <i>Definición</i> .....	5
2.1.2. <i>Generalidades de las barras de cereal a base de avena (Avena sativa)</i> .....	5
2.2. <b>Avena</b> .....	5
2.2.1. <i>Origen</i> .....	5
2.2.2. <i>Clasificación</i> .....	6
2.2.3. <i>Contenido nutrimental</i> .....	6
2.3. <b>Piña (Ananás como sus)</b> .....	7
2.3.1. <i>Definición botánica</i> .....	7
2.3.2. <i>Definición</i> .....	8
2.3.3. <i>Variedades de cultivo</i> .....	8
2.3.4. <i>Producción</i> .....	8
2.3.5. <i>Composición</i> .....	9
2.4. <b>Tuna (Opuntia ficus)</b> .....	9

2.4.1.	<i>Definición botánica</i> .....	9
2.4.2.	<i>Definición</i> .....	10
2.4.3.	<i>Variedad de cultivo</i> .....	10
2.4.4.	<i>Producción</i> .....	10
2.4.5.	<i>Composición</i> .....	11
2.5.	<b>Miel de abeja</b> .....	11
2.5.1.	<i>Definición</i> .....	11
2.5.2.	<i>Propiedades fisicoquímicas de la miel</i> .....	12
2.6.	<b>Crema de maní</b> .....	12
2.6.1.	<i>Definición</i> .....	12
2.6.2.	<i>Propiedades nutritivas</i> .....	13
2.7.	<b>Deshidratación</b> .....	13
2.7.1.	<i>Definición</i> .....	13
2.7.2.	<i>Deshidratación con aire caliente</i> .....	14
2.7.3.	<i>Fuentes de energía utilizadas en deshidratación de alimentos</i> .....	14
2.8.	<b>Tipos de secadores</b> .....	15
2.8.1.	<i>Directos o por convección</i> .....	15
2.8.2.	<i>Secadores de horno o estufa</i> .....	15
2.8.3.	<i>Secador de bandeja o de armario</i> .....	15
2.8.3.1.	<i>Secador de túnel</i> .....	16
2.8.3.2.	<i>Secador mixto o híbrido</i> .....	16
2.8.4.	<i>Secadores indirectos</i> .....	16
2.8.4.1.	<i>Secadores de bandejas a vacío</i> .....	16
2.8.4.2.	<i>Secadores por sublimación (liofilizadores)</i> .....	17
2.9.	<b>Diseño de procesos</b> .....	17
2.9.1.	<i>Definición</i> .....	17
2.10.	<b>Diagramas de proceso</b> .....	18
2.10.1.	<i>Diagrama de bloques</i> .....	18
2.10.2.	<i>Diagrama de flujo de proceso (PFD)</i> .....	18
2.10.3.	<i>Diagramas de tuberías e instrumentos (P&amp;ID)</i> .....	19
2.10.4.	<i>Flujograma de proceso</i> .....	19
2.10.5.	<i>Diagrama de operaciones</i> .....	19

### **CAPÍTULO III**

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	21
3.1.	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	21

3.2.	Unidades experimentales.....	21
3.3.	Materiales equipos e instalaciones.....	21
3.4.	Tratamiento y diseño experimental.....	23
3.5.	Esquema de experimento empleado .....	23
3.6.	Mediciones experimentales .....	23
3.6.1.	<i>Variables del proceso de deshidratación</i> .....	23
3.6.2.	<i>Valoración bromatológica (producto elaborado)</i> .....	23
3.6.3.	<i>Valoración microbiológica (producto elaborado)</i> .....	24
3.6.4.	<i>Valoración sensorial</i> .....	24
3.7.	Análisis estadístico y prueba de significancia.....	24
3.8.	Procedimiento experimental .....	25
3.9.	Metodología de evaluación .....	26
3.9.1.	<i>Determinación de las variables de proceso</i> .....	26
3.9.2.	<i>Determinación bromatológica de la barra de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña</i> .....	27
3.9.3.	<i>Determinación microbiológica</i> .....	32
3.9.4.	<i>Valoración sensorial</i> .....	32

## CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	34
4.1.	Temperatura, tiempo y rendimiento en la deshidratación de tuna y piña. ....	34
4.2.	Resultados del análisis bromatológico de la barra de cereal elaborado con frutas deshidratadas .....	35
4.3.	Análisis microbiológico barra de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña ...	36
4.4.	Análisis sensorial barra de cereal aplicando una escala hedónica de 7 puntos. ....	37
4.5.	Diseño de un proceso agroindustrial para la obtención de barras de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña (Diagrama de bloques) .....	39
4.5.1.	<i>Identificación de las etapas del proceso</i> .....	40
4.5.2.	<i>Balance general de materia</i> .....	41

CONCLUSIONES .....	43
--------------------	----

RECOMENDACIONES .....	44
-----------------------	----

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Contenido nutrimental de la avena.....	7
<b>Tabla 2-2:</b>	Contenido nutricional de la piña.....	9
<b>Tabla 3-2:</b>	Contenido nutricional tuna .....	11
<b>Tabla 4-2:</b>	Composición media de la miel .....	12
<b>Tabla 5-2:</b>	Composición nutritiva crema de maní.....	13
<b>Tabla 1-3:</b>	Esquema del experimento .....	23
<b>Tabla 2-3:</b>	Escala hedónica verbal de 7 puntos de caracterización para datos no paramétricos 33	
<b>Tabla 1-4:</b>	Resultados de temperatura, tiempo y rendimiento del proceso de deshidratación de tuna y piña. ....	34
<b>Tabla 2-4:</b>	Resultados del análisis bromatológico de la barra de cereal .....	36
<b>Tabla 3-4:</b>	Resultados de análisis de Mohos y E-Coli .....	37
<b>Tabla 4-4:</b>	Resultados de la evaluación sensorial de barra de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña .....	37
<b>Tabla 5-4:</b>	Balance general de materia.....	41

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-2:</b>	Esquema de un secador de horno o estufa.....	15
<b>Ilustración 2-2:</b>	Secador de bandejas o armario .....	15
<b>Ilustración 3-2:</b>	Secador de túnel .....	16
<b>Ilustración 4-2:</b>	El problema del diseño de proceso .....	17
<b>Ilustración 5-2:</b>	Flujo de proceso .....	20
<b>Ilustración 1-3:</b>	Diagrama de flujo para obtener barras de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña. ....	26
<b>Ilustración 1-4:</b>	Diagrama de bloques de proceso de elaboración de barras de cereal con frutas deshidratadas .....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** CURVATURA DE DESHIDRATADO DE TUNA A TEMPERATURA DE 65 °C EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS Y ESTUFA.
- ANEXO B:** CURVATURA DE DESHIDRATADO DE PIÑA A TEMPERATURA DE 60 °C EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS Y ESTUFA.
- ANEXO C:** DATOS DE REPETICIONES EN DESHIDRATADOR DE BANDEJA Y ESTUFA
- ANEXO D:** PRUEBA T PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS CON RELACIÓN AL RENDIMIENTO DE TUNA Y PIÑA DESHIDRATADA.
- ANEXO E:** DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (PFD)
- ANEXO F:** CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN PARA EL DIAGRAMA PFD PARA ELABORAR BARRAS DE CEREAL CON FRUTAS DESHIDRATADAS TUNA Y PIÑA.
- ANEXO G:** DIAGRAMA P&ID
- ANEXO H:** CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN PARA EL DIAGRAMA P&ID PARA ELABORAR BARRAS DE CEREAL CON FRUTAS DESHIDRATADAS TUNA Y PIÑA.
- ANEXO I:** FLUJOGRAMA DE PROCESO
- ANEXO J:** DIAGRAMA FÍSICO
- ANEXO K:** DIAGRAMA DE OPERACIONES
- ANEXO L:** PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA
- ANEXO M:** FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL
- ANEXO N:** BALANCE DE MATERIA PARA BARRAS DE CEREAL CON FRUTAS DESHIDRATADAS
- ANEXO O:** PREPARACIÓN DE LAS FRUTAS TUNA Y PIÑA PARA SU DESHIDRATACIÓN
- ANEXO P:** ELABORACIÓN DE LA BARRA DE CEREAL CON FRUTAS DESHIDRATADAS
- ANEXO Q:** ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE LA BARRA DE CEREAL
- ANEXO R:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BARRA DE CEREAL
- ANEXO S:** EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA BARRA DE CEREAL

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo el diseño de un proceso agroindustrial para elaborar barras de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña. Se evaluaron dos tratamientos experimentales correspondientes al deshidratador de bandejas y estufa, utilizando 5 repeticiones a temperaturas de 50, 55, 60, 65 y 70 grados centígrados obteniendo tuna y piña deshidratada, utilizando un diseño de dos muestras pareadas comparando la eficiencia de dos métodos de deshidratación entre el deshidratador de bandejas y estufa. Estableciendo parámetros como temperatura, tiempo y rendimiento; siendo el deshidratador de bandejas el mejor método para deshidratar tuna y piña, obteniendo un rendimiento del 19,75% para tuna por un tiempo de 15 horas a una temperatura de 65 grados centígrados y para piña un rendimiento del 15,01% por un tiempo de 16 horas a una temperatura de 60 grados centígrados. Deshidratada las frutas se elaboró la barra de cereal realizando análisis bromatológicos, microbiológicos y sensoriales, presentando un contenido del 13 % de proteína, 8,88 % de grasa, 6,81 % de fibra y 1,18 % de cenizas. En lo que respecta al análisis microbiológico se determinó ausencia en mohos y E. coli. Presentando una valoración sensorial de me gusta moderadamente. Se realizó los diferentes diagramas de proceso agroindustrial, como son el diagrama de bloques, diagrama de flujo de proceso, diagrama de tuberías e instrumentación, diagrama físico, flujograma y el diagrama de operaciones para una capacidad de producción de 400 kg al día de barra de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña. Se concluye que el deshidratador de bandejas es el mejor método para deshidratar tuna y piña obteniendo mejores rendimientos de fruta deshidratada, recomendando deshidratar a temperatura de 65 ° grados centígrados para tuna y 60 grados centígrados para piña, para ser empleadas en la elaboración de barras de cereal.

**Palabras clave:** <TUNA (*Opuntia Ficus*)>, <PIÑA (*Ananas Comosus*)>, <PROCESO AGROINDUSTRIAL>, <DESHIDRATACIÓN>, <ESTUFA DE SECADO>, <DESHIDRATADOR DE BANDEJAS>, <CEREAL>.

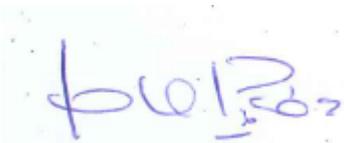


0205-DBRA-UPT-2023

## ABSTRACT

The objective of this research was the design of an agro-industrial process to elaborate cereal bars with dehydrated fruits, tuna, and pineapple. Two experimental treatments corresponding to the tray and oven dehydrator were evaluated by using five repetitions at temperatures of 50, 55, 60, 65 and 70 degrees centigrade obtaining dehydrated prickly pear and pineapple, using a two paired sample design comparing the efficiency of two dehydration methods between the tray dehydrator and the oven. Establishing parameters such as temperature, time, and yield; being the tray dehydrator the best method to dehydrate prickly pear and pineapple, obtaining a yield of 19.75% for prickly pear for a time of 15 hours at a temperature of 65 degrees Celsius and for pineapple a yield of 15.01% for a time of 16 hours at a temperature of 60 degrees Celsius. Once the fruits were dehydrated, the cereal bar was prepared by performing bromatological, microbiological and sensory analyses, showing a content of 13% protein, 8.88% fat, 6.81% fiber and 1.18% ash. The microbiological analysis determined the absence of molds and E. coli. It presented a sensory evaluation of moderately liked. The different agro-industrial process diagrams were made, such as the block diagram, process flow diagram, piping and instrumentation diagram, physical diagram, flow diagram and operations diagram for a production capacity of 400 kg per day of cereal bar with dehydrated fruits tuna and pineapple. It is concluded that the tray dehydrator is the best method to dehydrate prickly pear and pineapple obtaining better yields of dehydrated fruit, recommending dehydration at a temperature of 65 ° Celsius degrees for prickly pear and 60 degrees Celsius degrees for pineapple, to be used in the production of cereal bars.

Keywords: <TUNA (Opuntia Ficus)>, <PINEAPPLE (Ananas Comosus)>, <AGROINDUSTRIAL PROCESS>, <DEHYDRATION>, <DRYING STUFF>, <DRYING PAN DEHYDRATER>, <CEREAL>.



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco

CI. 0602698904



## INTRODUCCIÓN

El fuerte interés de los consumidores por alimentos y productos deshidratados; las frutas deshidratadas han tomado relevancia en los últimos años, pudiendo no ser solo consumidas en snacks, sino también en nuevos modelos de presentación, como es el caso de barras de cereal ya sean elaboradas a base de maíz, arroz o avena adaptándose a los cambios de estilo de vida y las necesidades de los consumidores actuales, logrando importantes beneficios en cuanto a complementos nutricionales y variedades.

La deshidratación de alimentos es una de las operaciones unitarias más importantes y destacadas del proceso de secado de alimentos, consiste en eliminar la mayor cantidad de agua, lo que lleva a dificultar el crecimiento microbiano, pero es necesario distinguir entre el secado natural al sol y la deshidratación propiamente dicha, que es una técnica artificial basada en la exposición a una corriente de aire caliente (DURÁN, 2015, p. 194). Así mismo los alimentos deshidratados han cambiado la forma habitual de consumir, como en el caso de las frutas que ha logrado romper el estigma de los consumidores, que pensaban que el consumo de fruta se hace solo de la manera tradicional, demostrando que, con este proceso, el producto terminado no pierde sus propiedades sensoriales y sus excelentes beneficios (Gudiño & Osorio , 2017, p. 13).

La aplicación del deshidratado a los alimentos cambia la estructura de la matriz alimentaria y cambia la conformación espacial del tejido. La eliminación de la humedad da rigidez a la capa exterior del producto, crea un gradiente de humedad en la capa interior y crea tensión y retracción e incluso daños estructurales. Las propiedades físicas de los alimentos se correlacionan muy a menudo con su estructura morfológica. Las características de la ultra estructura, como los cambios en la forma y el tamaño de los espacios intercelulares y los cambios y deformaciones de las paredes celulares dentro de los tejidos, se registran utilizando técnicas microscópicas. Un cambio físico importante en los productos deshidratados es la contracción por calor. Esto se define como una disminución en el volumen de alimentos durante la deshidratación. Sin embargo, también se ha informado como una relación entre el área y el espesor final e inicial del alimento ( Sanabria, et al., 2018, p. 25)

La deshidratación es un proceso que involucra la transferencia simultánea de calor y masa, por lo que la cantidad de energía requerida para secar un alimento depende de factores, como el contenido de humedad inicial, el contenido de humedad final, temperatura de secado, la humedad relativa y la velocidad del aire (Karim & Hawlader, 2005, pp. 35-45)

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1. Antecedentes

Las barras elaboradas a base de cereales y frutas deshidratadas poseen de cualidades nutricionales, siendo una alternativa para ser consumidas en cualquier momento del día, adaptándose a las necesidades y estilo de vida de los consumidores actuales, permitiendo lograr ventajas con relación a suplementos alimenticios llevando a una tendencia de interés de los consumidores por productos que prevengan enfermedades y beneficios a funciones fisiológicas además de su valor nutritivo (Attorp, et al., 2014, p. 13).

Las frutas deshidratadas poseen sustancias bioactivas como fibra que permite una normal función intestinal y la prevención del estreñimiento, vitaminas como la vitamina A, vitaminas del grupo B y antioxidantes, siendo favorables para la salud , permitiendo así con la combinación en barras de cereales permita a la población el consumo de alimentos sanos que sustituyan a alimentos tradicionales ricos en grasas, aditivos y saborizantes artificiales, brindando así oportunidades en la industria alimentaria elaborar productos más sanos destinados a satisfacer las necesidades del considere (Orrego , et al., 2014, p. 19).

### 1.2. Planteamiento del problema

La demanda de fruta aumenta constantemente, sin embargo, en el mercado se dificulta muchas veces su consumo por ser un producto altamente perecedero, comúnmente hasta un 23 por ciento de las frutas y hortalizas se pierden debido a deterioros fisiológicos y microbiológicos, , daño mecánico durante la cosecha, pérdida de agua envasado y transporte, o a las inadecuadas condiciones de traslado (Borja & Saltos, 2010 p. 20).

Al tratar de satisfacer las exigencias de los consumidores la industria alimentaria ha impulsado el diseño y desarrollo de nuevas tecnologías, equipos, procesos y metodologías que permitan obtener productos semejantes a los alimentos frescos y con una vida útil similar a los productos procesados (Borja & Saltos, 2010 p. 17).

Es por lo que el presente trabajo busca un nuevo concepto de consumir las frutas, siendo deshidratadas y adicionadas en barritas de cereales, manteniendo así su calidad y buena presentación mediante un diseño de un proceso agroindustrial.

### **1.3. Justificación**

Los deshidratadores para alimentos son equipos, que están formados por un ventilador, termostato y en algunos casos de un temporizador, que tienen como principal objetivo evaporar el agua presente en los alimentos, el tiempo de deshidratado dependerá del alimento que se desee secar, permitiendo conservar el alimento por mucho más tiempo o ser empleado en la producción de nuevos productos como en el caso de barras de cereal permitiendo tener nuevas texturas y sabores muy concentrados.

Las barras de cereal son nutritivas y energéticas, siendo alimentos de consumo masivo y de alta aceptabilidad permitiendo tener una dieta balanceada previniendo problemas de salud, son elaboradas mediante la aglutinación de diversos ingredientes destacando los cereales, permitiendo abrir nuevos horizontes hacia la innovación con la aplicación de frutas deshidratadas, desarrollando nuevos productos en base a necesidades del consumidor permitiendo el aprovechamiento de las frutas lo cual brinda a las personas nuevas alternativas de consumo de alimentos nutritivos (Alcivar, 2019, p. 23).

El perfil de consumo de nuevos alimentos por parte de los consumidores ha cambiado en los últimos años, brindando así nuevas oportunidades a la industria alimentaria en impulsar e innovar en nuevos productos destinados a satisfacer necesidades específicas del consumidor. Por tal motivo se produce un mayor consumo e interés por la producción de alimentos naturales y saludables con la introducción de alimentos tradicionales como los cereales y frutas permitiendo crear productos de nueva era (Osuna , et al., 2006, p. 15).

### **1.4. Objetivos**

#### ***1.4.1.General***

- Diseñar un proceso agroindustrial para elaborar barras de cereal con frutas deshidratadas tuna (*Opuntia Ficus*) y piña (*Ananas Comosus*).

#### ***1.4.2.Específicos***

- Determinar las variables del proceso de deshidratación para la obtención de tuna y piña deshidratada evaluando dos métodos diferentes (deshidratador de bandejas y Estufa).
- Evaluar las características bromatológicas, microbiológicas y sensoriales para determinar la aceptabilidad de la tuna y piña deshidratada aplicado en barras de cereal.
- Realizar el diseño de proceso agroindustrial, para la elaboración de barras de cereal con la adición de tuna y piña deshidratadas.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEORICO

#### 2.1. Barras de cereal

##### *2.1.1. Definición*

Las barras de cereal o barras energéticas, es una masa moldeada compuesta básicamente de distintos tipos de cereales, pudiendo ser inflados o tostados, en los últimos años se ha posicionado en el mercado como un producto versátil en el cual se puede adicionar, trozos de frutas, miel, algunas semillas, chocolate entre otros, (Inti 2011), citado en (Cappella, 2016, pp. 21-22).

##### *2.1.2. Generalidades de las barras de cereal a base de avena (Avena sativa)*

Gracias a su valor nutricional, como es su contenido de fibra la avena es un cereal utilizado como parte principal en la producción de barras de cereal, pudiendo utilizar el salvado, harina y hojuelas de avena. El contenido primordial de la fibra son los B-glucanos que se encuentran presentes en las paredes celulares del grano de avena (Zenteno , 2014, pp. 50-60).

Las barras de cereal elaboradas a base de avena, es un alimento saludable y nutritivo que hoy en día se producen a gran escala, por su alto contenido de fibra brindando saciedad y permitiendo mejorar el rendimiento físico a personas quienes las consuman. En los últimos años se han incorporado nuevos ingredientes a la formulación base, como viene siendo las frutas deshidratadas y en algunos casos pudiendo mejorar su calidad nutricional gracias a su combinación de ingredientes como la miel, aceite que puede ser de soya, palma o maíz y saborizantes. Las barras de cereal vienen siendo un alimento que se digiera muy fácilmente, además de ser practicas debido a su peso ligero que oscila de entre 25 y 30 gramos por lo que puede caber en cualquier bolsillo siendo perfectas para llevar a cualquier lugar alimentándose saludable y nutritivamente (Fernández & Fariño, 2011, pp. 63-64).

#### 2.2. Avena

##### *2.2.1. Origen*

Tiene sus orígenes en Asia central, considerándose como una planta de estación fría siendo muy sensible a la sequía y temperaturas altas, principalmente durante la floración y formación del

grano. La avena es una planta que está adaptada a suelos ácidos de un pH de 5 y 7, por tal motivo suele sembrarse en tierras ricas en materia orgánica y recién roturadas, teniendo su mayor producción en climas templados más fríos, por lo cual es un cereal con mayor importancia del hemisferio norte en los climas fríos. Considerándose como uno de los principales productores Rusia, Canadá, EUA y Argentina (Mendoza, 2010, p. 229).

### **2.2.2. Clasificación**

El género avena esta por todo el mundo, específicamente distribuida en regiones templadas frías, existiendo alrededor de 25 especies cultivadas, el grano de avena está formado por la envoltura y la semilla que es muy fácil de digerir, siendo utilizada tanto para la alimentación animal como la utilización del forraje y para el consumo humano en forma de cereal formando parte de muchas preparaciones de alimentos principalmente para los desayunos (Mendoza, 2010, pp. 229-230).

La avena propiamente dicha es *Avena sativa* y la avena silvestre *Avena fatua*, siendo una mala hierba que crece en América del Norte, Asia y Europa sembrada a principios de la primavera para ser cosechado a finales o mediados del verano. Forma el género avena de la familia de las gramíneas, siendo uno de los cereales utilizado como la base de la alimentación de pueblos y civilizaciones por sus cualidades nutricionales y energéticas, considerándolo en los últimos años uno de los cereales más completos (Mendoza, 2010, p. 230)

### **2.2.3. Contenido nutrimental**

La avena contiene los ocho aminoácidos esenciales para la síntesis de proteína indispensable para el organismo, hidratos de carbono de absorción lenta y fácil asimilación proporcionando energía. Además de poseer sustancias insolubles como la fibra que no se absorbe en el intestino, pero sirve para mantener una buena digestión ayudando a prevenir o eliminar el estreñimiento. Es un cereal que posee un alto porcentaje de grasa vegetal, formado por un 65 % de ácidos grasos insaturados y 35 % de ácido linoleico (Mendoza, 2010, pp. 230-131)

**Tabla 1-2:** Contenido nutrimental de la avena

<b>Nutrimento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Avena en hojuelas</b>
Energía	Kcal	389
Humedad	%	6.30
Fibra dietética	g	6.60
Hidratos de carbono	g	66.27
Proteínas	g	16.89
Lípidos totales	g	6.90
Calcio	Mg	52.00
Fósforo	Mg	264.00
Hierro	Mg	4.72
Magnesio	Mg	148.00
Sodio	Mg	4.00
Potasio	mg	350.00
Cinc	mg	3.97
Vitamina A (RAE)	µg	0.00
Ácido ascórbico	mg	0.00
Tiamina	mg	0.73
Riboflavina	mg	0.14
Niacina	mg	0.80
Piridoxina	mg	0.12
Ácido fólico	µg	32.00
Cobalamina	µg	0.00

Fuente: (Mendoza, 2010, p. 230)

## **2.3. Piña (*Ananás como sus*)**

### **2.3.1. Definición botánica**

La piña es una planta herbácea perenne pequeña, conocida también como *Ananas comosus* siendo su nombre científico perteneciente a la familia bromeliácea del grupo de las monocotiledóneas de origen tropical. Posee una base constituida compacta de varias hojas teniendo una longitud de entre 50 y 150 cm en forma de espada, formando una roseta siendo una planta de origen tropical con tallos cortos (Moreira , et al., 2021, pp. 3-4).

### **2.3.2. Definición**

Fruto de forma ovalada o cilíndrica de las plantas de la familia de las Bromeliáceas de color verde a anaranjado dependiendo de su estado de madurez, de sabor dulce levemente ácida. Tiene pulpa carnosa y jugosa de consistencia firme (INEN 1836, 2016, p. 1)

### **2.3.3. Variedades de cultivo**

- **Variedad Perolera**

Fruto cilíndrico de color amarillo anaranjado, variando su peso de entre 600 y 3000 con una pulpa medianamente fibrosa, con valores de 13 a 16 grados Brix. Esta variedad posee hijos sin espinas cultivadas en las localidades de el Empalme hacia Manabí y en la zona de Naranjito hacia Bucay (Moreira, 2018, p. 3).

- **Variedad Cayena lisa**

El fruto es alargado y cilíndrico de color amarillo que posee un peso promedio de 2.5 kg, con un alto contenido de azúcares cultivándose en menor proporción que la variedad Perolera. No posee espinas, su contenido de fibra es bajo y su pulpa posee un color amarillento a dorado (Moreira, 2018, p. 3).

- **Variedad MD-2 (*Golden sweet*)**

A nivel mundial se le conoce como Premium select, supersweet, pineapple, Golden sweety, entre otros. Esta variedad de piña alcanza cinco veces más de vitamina C (ácido ascórbico) a diferencia con las demás variedades. (Moreira, 2018, p. 3).

### **2.3.4. Producción**

La producción de piña desde el año 2019 ha sido creciente, encontrándose en 9 de las 24 provincias del Ecuador siendo así el sexto país exportador a nivel mundial, conformándose su producción por unidades de producción con una superficie menor o igual a 5 hectáreas, contribuyendo así al VAB Agropecuario con el 0.8 % y en el 2021 el 0.7 % fue la contribución de piña de las exportaciones agropecuarias, siendo la región Costa el principal productor como Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y Guayaquil (SIPA, 2022, p. 1).

### 2.3.5. Composición

El principal componente de la piña es el agua constituyendo un 86 %; los carbohidratos pueden representar un 85 % de los sólidos totales siendo los principales, la fructosa, glucosa y sacarosa. La piña contiene fibra entre el 2 y 3 % y minerales como el calcio, magnesio, fósforo, potasio, sodio y cobre mineral que ayuda a la absorción del hierro. De un 25 al 30 % son compuestos nitrogenados siendo proteínas, mientras que el 80 % aproximadamente posee una actividad proteolítica debido a la bromelina que es una proteasa, por lo cual la bromelina posee actividades anticancerígenas, antiinflamatorias (Padrón, 2019).

La piña fresca contiene vitamina C o ácido ascórbico, permitiendo combatir infecciones bacterianas y virales, además apoya a la formación de colágeno. Posee vitamina E y A exhibiendo propiedades antioxidantes; los ácidos orgánicos como el ácido cítrico está presente en un valor de 62 % siendo el más abundante, seguido del ácido málico con un valor del 14 % aproximadamente (Padrón, 2019).

**Tabla 2-2:** Contenido nutricional de la piña

Nutrientes	Unidad	Valor por 100 g
Energía	Kcal	49
Proteína	g	0,4
Grasa	g	0,4
Calcio	mg	7
Hierro	mg	0,40
Vitamina A	µg	2
Tiamina	mg	0,09
Riboflavina	mg	0,04
Niacina	mg	0,4
Folato	µg	11
Vitamina C	mg	15

Fuente: (FAO, 2005)

## 2.4. Tuna (*Opuntia ficus*)

### 2.4.1. Definición botánica

La tuna o también conocida como nopal, es una planta que se cultiva en suelos arenosos y calcáreos, logrando alcanzar hasta 5 m de altura. Formada de pencas con tallos aplastados y carnosos conformado por una serie de paletas espinosas, perteneciendo así a la familia de las

Cactáceas. La temperatura óptima para que se desarrolle la planta varía de 18 a 26 ° C, requiriendo una precipitación de entre 500 y 600 mm anual lo cual su cultivo no requiere de un cuidado exhaustivo, pero si se deberá realizar periódicamente podas a la planta (FAO, 2014, pp. 71-72).

#### **2.4.2. Definición**

La tuna es una fruta comestible proveniente de la planta nopal de forma ovoide, esférica, presentando coloraciones y dimensiones diferentes dependiendo de la especie, con espinas de 2 a 3 mm de longitud que pertenecen a la familia de las cactáceas del género opuntia especie Ficus (INEN, 2009, p. 1).

#### **2.4.3. Variedad de cultivo**

- **Tuna silvestre:** Crece libremente en el campo sin necesidad de cuidado, se caracteriza por sus hojas y fruto pequeño (El Comercio , 2011).
- **Amarilla con espinas:** Se caracteriza por ser su comida de color amarillo, siendo una mezcla entre la tuna blanca y la silvestre (El Comercio , 2011).
- **Tuna blanca:** Una de sus características más importante es que es resistente a plagas, su sabor es dulce y tiene pocas espinas (El Comercio , 2011).
- **Amarilla sin espinas:** Esta variedad no posee espinas a diferencia de las otras variedades, es muy aceptada por su color, pero requiere de mayores cuidados en su cultivo (El Comercio , 2011).

#### **2.4.4. Producción**

La planta de tuna comienza a producir a partir de un año y ocho meses, el tiempo de cosecha se da desde enero hasta mayo. Esta planta produce tuna todo el año, pero en menor producción, se puede cultivar tanto en la Costa como en la Sierra. La fruta madura puede resistir hasta diez días luego de la cosecha, mantiene su sabor y color, se puede consumir como alimento el fruto y las hojas una vez retirada la corteza. Se pueden elaborar néctar, tunas en almíbar y alcohol, en Ecuador principalmente se cultivan en las provincias de Imbabura, Loja, Santa Elena y Tungurahua, las variedades de tuna como la amarillas sin espina, la amarilla con espinas, la blanca y la silvestre (MAG, 2017).

### 2.4.5. Composición

El principal componente de la tuna es el agua un valor por cada 100 g de fruta de 90,6 g, seguido de sus calorías que acorta con un valor de 31 kcal. Los valores de sus sólidos solubles varían de acuerdo con su estado de madures teniendo valores de entre 13 y 15 ° Brix. La tuna indica ser un agente antidiabético por la presencia de saponinas, además posee minerales tales como el calcio, fósforo y hierro. Vitaminas del grupo B como la tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3) y vitamina C (FAO, 2014, pp. 71-72).

**Tabla 3-2:** Contenido nutricional tuna

Compuesto	Unidad	Valor por 100 g
Calorías	kcal	31
Agua	g	90.6
Carbohidratos	g	8
Grasa	g	0
Proteína	g	0,5
Fibra	g	0,5
Cenizas	g	0,4
Calcio	mg	22
Fósforo	mg	7
Hierro	mg	0,3
Tiamina	mg	0,01
Riboflavina	mg	0,02
Niacina	mg	0,3
Ácido ascórbico	mg	30

Fuente: (INEN, 2009)

## 2.5. Miel de abeja

### 2.5.1. Definición

La miel de abeja es producida por la abeja (*Apis mellifera*) o subespecies, a partir del néctar de las flores o de secreciones de las plantas de partes vivas, que las abejas se encargan de recoger, transportar transformar y combinar con otras sustancias, deshidratan, concentran y almacenan en paneles (INEN, 2016, p. 2).

### 2.5.2. *Propiedades fisicoquímicas de la miel*

Su composición dependerá de las condiciones ambientales, las prácticas de apicultura y el principal y más importante de la fuente del néctar. El 85 % son azúcares simples, siendo los principales monosacáridos como la fructosa y glucosa, además están presentes otros azúcares complejos, pero en niveles muy bajos. El contenido de humedad de la miel madura se encuentra por debajo del 18,5 % mientras que el contenido de proteínas y aminoácidos es de aproximadamente 0.5 %; su pH es bajo encontrándose en valores de 3,5 a 3,5 y una cantidad de minerales que varía de 0,02 a 1.0 %, estando presente en mayor cantidad el potasio (Ulloa, et al., 2010, pp. 12-14).

**Tabla 4-2:** Composición media de la miel

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Carbohidratos	75 a 80
Levulosa	41
Dextrosa	35
Sacarosa	2
Maltosa, isomaltosa y otros azúcares	1
Sustancias diversas	1 a 5
Ácidos glucónicos, succínico, málico, oxálico, fórmico, butírico	0,3
Proteínas y aminoácidos	0,4
Minerales	0,2
Agua	<b>20</b>

Fuente: (Fundación Hogares Juveniles Campesinos , 2002)

## 2.6. Crema de maní

### 2.6.1. *Definición*

La crema de maní es una pasta elaborada a partir de la mezcla de maní tostado, aceite vegetal hidrogenada, azúcares, antioxidantes y saborizantes, su proceso de elaboración es muy sencillo en el cual primero se descascará, tostado y blanqueado del maní, mezclado con los demás ingredientes molienda y empaclado de la pasta de maní (Publitec , 2013, p. 46).

### 2.6.2. Propiedades nutritivas

La crema de maní o también conocida como crema de cacahuete es rica en proteínas de buena calidad aportando aproximadamente 30 gr por cada 100 gramos, 10 gr de hidratos de carbono aportan alrededor de 620 kcal, siendo así un alimento de alto aporte nutritivo para quienes lo consumen. Además de ser rica en grasas saludables, especialmente en grasas monoinsaturadas ayudando a reducir enfermedades cardiovasculares. Las vitaminas principalmente del grupo B y en menor proporción las vitaminas A, C, D Y K, además posee minerales tales como el potasio, magnesio, fósforo calcio, hierro, yodo y zinc (naturesan , 2019).

**Tabla 5-2:** Composición nutritiva crema de maní

Componente	Unidad	Valor por 100 g
Proteína	gr	30
Carbohidratos	gr	10
Grasas	gr	50
Fibra	gr	7
Hierro	mg	2
Magnesio	mg	182
Calcio	mg	74
Sodio	mg	100
Vitamina E	mg	9
Vitamina B1	mg	0,3
Vitamina B3	mg	18
Vitaminas B6	mg	0,4

Fuente: (naturesan , 2019)

## 2.7. Deshidratación

### 2.7.1. Definición

Técnica utilizada ampliamente desde la antigüedad, para la conservación de alimentos pudiendo ser frutas, vegetales, granos, carnes y pescados, siendo utilizados para la supervivencia en épocas de carencia. En la actualidad la industria de alimentos deshidratados ha tomado gran importancia, teniendo instalaciones de secado desde secadores solares a instalaciones de secado sofisticados logrando obtener variedad de productos, obteniendo una reducción tanto del peso como del volumen del alimento deshidratado (Maupoey, et al., 2020, pp. 7-8).

### ***2.7.2. Deshidratación con aire caliente***

Este es el método más utilizado, también conocido como evaporación superficial en el cual el alimento se somete a una corriente de aire caliente evaporándose el agua que lo contiene produciéndose así una desecación del alimento (Maupoey, et al., 2020, p. 10) .

### ***2.7.3. Fuentes de energía utilizadas en deshidratación de alimentos***

Las fuentes de energía tienen distintos mecanismos implicados en el secado, basándose en la forma de transmitir el calor, como el secado convectivo donde se evaluarán los aspectos energéticos, atendiendo a la fuente de energía utilizada para transferir el calor al alimento que se esté secando mediante corriente de aire caliente, debiendo transmitir el calor necesario para lograr la evaporación del agua (Maupoey, et al., 2020, p. 12).

- **Generación de aire caliente**

Se pueden usar diferentes fuentes para calentar el aire, siendo calentados con vapor o el uso de gas natural que ofrece una flexibilidad y respuesta más rápida con un menor coste, siendo impulsada el aire caliente a través del secador por ventiladores, permitiendo trabajar a altas temperaturas (Maupoey, et al., 2020, pp. 12-13).

- **Transporte de calor por conducción**

Conocido también como secadores indirectos usadas principalmente para productos finos o solidos como, los secadores rotatorios, secadores de tambor y secadores de palas que son usados para el secado de pastas donde el calor de evaporación es proporcionado a través de superficies calentadas pudiendo estar en reposo o en movimiento, directamente colocadas con el material a secar (Maupoey, et al., 2020, p. 13)..

- **Utilización de energía radiante (energía solar)**

Utilizado para secar alimentos como carne, pescado y otros productos agrícolas siendo una energía limpia, renovable y que no puede ser monopolizada, teniendo aspectos importantes para su utilización como es el coste y la rentabilidad siempre y cuando sea para secar a menor escala (Maupoey, et al., 2020, pp. 13-14)..

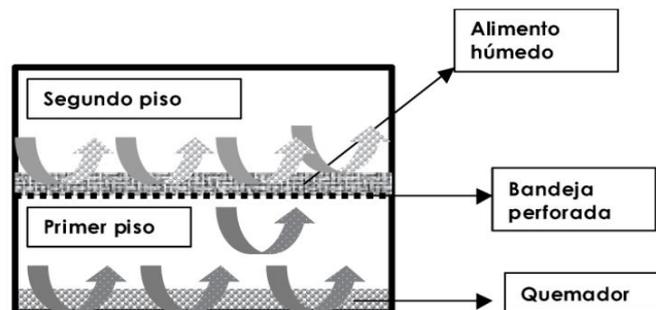
## 2.8. Tipos de secadores

### 2.8.1. Directos o por convección

Son los más usados por ser equipos de fácil manejo, principalmente en la industria alimentaria que constan de un: recinto, sistema de calefacción y un sistema de impulsión de aire (Maupoey, et al., 2020, p. 21).

### 2.8.2. Secadores de horno o estufa

En la actualidad se lo utiliza para secar frutas, lúpulo y forrajes; de forma paralelepípedica de dos pisos donde el aire de secado se calienta en el piso inferior y atraviesa por convección al segundo piso perforado donde se coloca el alimento (Maupoey, et al., 2020, p. 21).

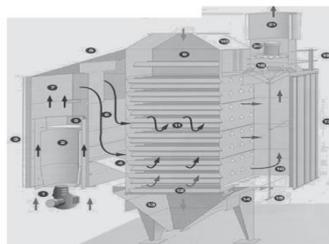


**Ilustración 1-2:** Esquema de un secador de horno o estufa

Fuente: (Maupoey, et al., 2020).

### 2.8.3. Secador de bandeja o de armario

El secado puede ser de flujo horizontal o flujo transversal, pudiendo secar cualquier material por el cual se hace circular aire caliente entre las bandejas por medio de ventiladores. Formado por una cámara rectangular metálica con soportes móviles, el cual sirven como apoyo para los bastidores donde se colocará las bandejas separadas una de otras (Maupoey, et al., 2020, pp. 21-22).

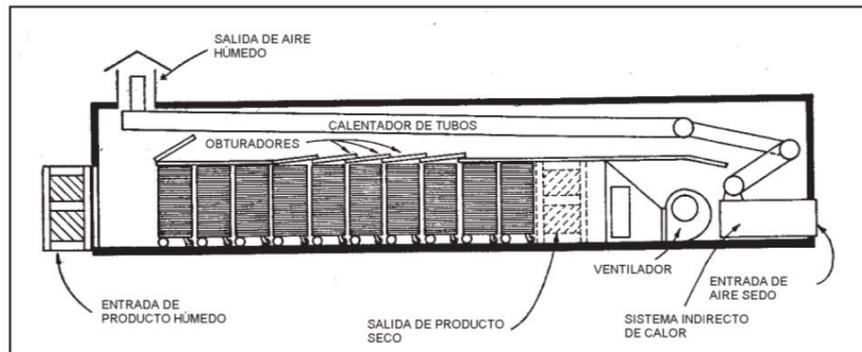


**Ilustración 2-2:** Secador de bandejas o armario

Fuente: (Maupoey, et al., 2020)

### 2.8.3.1. Secador de túnel

Consta de bandejas que se colocan sobre carretillas donde serán trasladadas a lo largo del túnel de secado, siendo semejantes así a los secadores de bandejas, pero con un funcionamiento semicontinuo. La circulación de aire en un mismo túnel puede ser en paralelo al principio u finalizar en contra corriente. Además, que por su estructura permiten un funcionamiento de deshidratado continuo y a elevadas capacidades de producción (Maupoey, et al., 2020, pp. 23-24).



**Ilustración 3-2:** Secador de túnel

**Fuente:** (Miranda Carreño, 2020, p. 35)

### 2.8.3.2. Secador mixto o híbrido

Consta de una cámara de deshidratado, además de un colector solar el cual se encarga de absorber la energía y transferir a la cámara de secado ( Camacho Martinez , et al., 2019, p. 28). El equipo tiene la capacidad de para conservar el calor donde conta de una estructura metálica y colectores planos donde desciende el aire caliente y llega hasta una resistencia eléctrica que permite el aumento de la temperatura; un ventilador que distribuye uniformemente el calor en la cámara de secado.

### 2.8.4. Secadores indirectos

#### 2.8.4.1. Secadores de bandejas a vacío

Son utilizados para deshidratar productos sensibles a la temperatura o fácil oxidables, provistas de placas calefactoras colocadas dentro de una cámara herméticamente cerrada y conectada a una bomba de vacío por medio de un condensador. Sobre la superficie calefactora se dispondrá de bandejas metálicas donde se colocará el producto a secar. Este tipo de secadores se puede utilizar para la recuperación de disolventes altamente valioso, su eficiencia térmica requiriere de entre 1,3

y 1,7 kg de vapor por kilogramo de agua evaporada siendo así mayor que los aparatos convectivos (Maupoey, et al., 2020, pp. 36-37).

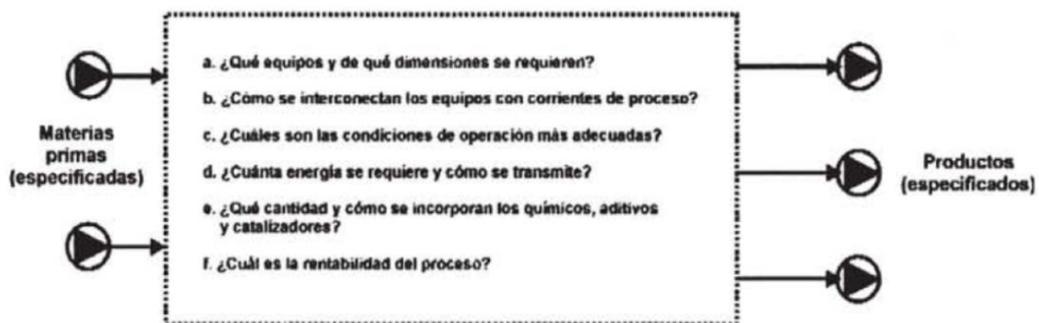
#### 2.8.4.2. Secadores por sublimación (liofilizadores)

Trabajan a temperaturas por debajo de 0 °C, en donde la eliminación de la humedad se da por sublimación del vapor de agua a partir del hielo a alto vacío. Las operaciones fundamentales que se utiliza en el proceso de liofilización es la congelación y sublimación, teniendo así liofilizadores que constan de una cámara a vacío, serpentines refrigerantes dotados para la condensación del vapor de agua, con el fin de mantener libres de hielo manteniendo así la capacidad de condensación (Maupoey, et al., 2020, pp. 37-38).

## 2.9. Diseño de procesos

### 2.9.1. Definición

Establece el desarrollo de actividades productivas, para que sea posible transformar materias primas en productos establecidos específicamente permitiendo mantener criterios de rentabilidad económica (Aguilar Rodríguez , 2010, p. 25).



**Ilustración 4-2:** El problema del diseño de proceso

**Fuente:** (Aguilar Rodríguez , 2010, p. 25).

Un diseño de proceso para establecer topologías orientadas, para un adecuado diseño parte de ideas que logran detectar una necesidad que si se logra cubrir adecuadamente con un producto se lograra introducir en el mercado, seguido de la elaboración de esquemas con las cantidades y calidades adecuadas para elaborar el producto. En otra de sus etapas se debe establecer esquemas de procesamientos, consumo de energía, características del producto que permitan determinar una idea viable. Para llevar a cabo la propuesta se debe realizar elecciones de todos los elementos que llevaran a cabo las pruebas de puesta en marcha (Aguilar Rodríguez , 2010, pp. 27-28).

## **2.10. Diagramas de proceso**

Permiten representar diferentes tipos de diagramas, dependiendo el detalle del proceso a representar, debiendo ser clara, exacta y completa que permita una interpretación de los diagramas. Entre los diagramas más importantes se pueden mencionar: diagrama de bloques, diagrama de flujo (PFD), diagramas de tuberías e instrumentos (P&ID) (Miranda Carreño, 2020, pp. 35-37).

### **2.10.1. Diagrama de bloques**

Consiste en una serie conectada de bloques, donde cada bloque representa una etapa completa u operación del proceso, mientras que las flechas representan los flujos de materia dentro de un proceso industrial pudiendo emplear diferentes programas gráficos como Draw, Microsoft visor, OpenOffice (Miranda Carreño, 2020, p. 35).

- a) Se mostrarán en forma de bloques las etapas u operaciones más importantes en forma.
- b) Se representará por flechas las líneas de flujo.
- c) Ira de izquierda a derecha el sentido de flujo.
- d) Por la parte superior del bloque deberán salir las corrientes ligeras (gases) y por la parte inferior las corrientes pesadas (líquidos y sólidos).
- e) Se deberá incluir la información más imprescindible.
- f) Se puede incluir los resultados de los cálculos del balance de materia.

### **2.10.2. Diagrama de flujo de proceso (PFD)**

En este tipo de diagramas se representará las condiciones de operación, los caudales, las conexiones de las corrientes y todos los equipos necesarios del proceso (Miranda Carreño, 2020, p. 37).

- a) Debera colocarse los equipos importantes del proceso asignando un numero de codigo de equipo y un nombre que lo describa
- b) Identificar mediante un numero las corrientes principales y todas las demas corrientes o flujos auxiliares
- c) Descripciones de las condiciones del proceso

### ***2.10.3. Diagramas de tuberías e instrumentos (P&ID)***

Conocido también como diagramas de flujos de ingeniería o diagramas de líneas de ingeniería, muestran la disposición del equipo del proceso, instrumentación, bombas, válvulas, tuberías y accesorios (Sinnott & Towler, 2012, p. 230).

1. Identificar todo el equipo por un número de equipos mostrando las localizaciones de las boquillas y se deberá dibujar en proporción el equipo.
2. En las tuberías se deben mostrar el material de construcción y ser identificadas por un número de línea incluyendo como parte del número de identificación de línea, además del tamaño de la tubería.
3. Identificar con un número todas las válvulas mostrando su tipo con un símbolo o código que se utilice para la válvula con su respectivo tamaño.
4. Los indicadores de nivel en línea, purgas de vapor y filtros deberán ir con un número de identificación que son accesorios auxiliares que forman parte del sistema de tuberías.
5. Identificar por un número de código adecuado a las bombas.
6. Identificar con un número todos los circuitos de control.

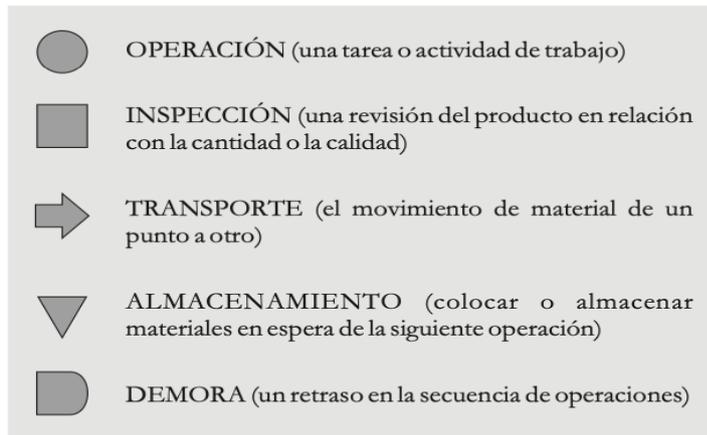
### ***2.10.4. Flujograma de proceso***

Según Gómez Cejas, Guillermo 1997, citado en (Acosta, 2009, p. 6), son gráficos que representan operaciones que se efectúan en cada una de las actividades secuenciales en el que se descompone un procedimiento con toda la información necesaria usándolo de forma vertical de arriba hacia abajo de operaciones de un proceso con toda la información necesaria.

### ***2.10.5. Diagrama de operaciones***

Se utiliza para mejorar la efectividad o eficiencia de los procesos productivos permitiendo así mejorar los sistemas productivos de los procesos de transformación. Pudiendo cambiarse algunos de los sistemas de proceso como equipos o herramientas, diseño de los puestos, pasos de procesamiento, materia prima, información entre otros (Carro & Gónzales, 2012, pp. 14-15).

Para proporcionar el análisis se construye una gráfica donde se desglosa el proceso mediante símbolos especiales para las operaciones, transporte, inspección, demora y almacenamiento del proceso (Carro & Gónzales, 2012, pp. 14-15).



**Ilustración 5-2:** Flujo de proceso

Fuente: (Carro & Gónzales, 2012)

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Localización y duración del experimento

Para la determinación del mejor método de deshidratación se realizó en Planta de Procesamiento de Alimentos, los análisis del producto elaborado en el laboratorio de Bromatología y nutrición animal y los análisis microbiológicos en el laboratorio de Ciencias Biológicas con una duración de 120 días, desarrollado en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicado en el kilómetro 1 1/2 de la Panamericana Sur, de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo.

#### 3.2. Unidades experimentales

Se utilizaron dos tratamientos experimentales correspondientes al deshidratador de bandejas y estufa con un tamaño experimental de 300 g de barra de cereal elaborados con la mezcla de frutas deshidratadas de tuna y piña.

#### 3.3. Materiales equipos e instalaciones

##### *Materias primas e insumos*

- Tuna
- Piña
- Avena
- Miel
- Pasta de maní

##### *Materiales*

- Cuchillos
- Bowl
- Ollas
- Cucharas
- Fundas ziploc
- Tabla de picar
- Rebanador

### ***Equipos***

- Deshidratador de Bandejas
- Estufa
- Horno
- Mufla
- Equipo Kjeldhal
- Equipo de extracción Goldfish
- Incubadora
- Computadora

### ***Reactivos***

- Solución de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ )
- Solución de hidróxido de sodio (NaOH)
- Alcohol etílico ( $C_2H_6O$ )
- Eter ( $C_2H_5)_2O$
- Solución de ácido clorhídrico al 1 % (HCl)
- Agua destilada
- Fenolftaleína

### ***Instrumentos***

- Balanza digital
- Refractómetro
- pHmetro
- Termobalanza
- Bureta

### ***Equipos de protección personal***

- Mandil
- Cofia
- Mascarilla
- Guantes

## Instalaciones

- Laboratorio de Procesamiento de Alimentos
- Laboratorio de Bromatología y Nutrición animal
- Laboratorio de Ciencias Biológicas

### 3.4. Tratamiento y diseño experimental

Para el desarrollo de la investigación se emplearon dos tratamientos experimentales, siendo el deshidratador de bandejas y estufa. Empleando 5 repeticiones a diferentes temperaturas para la obtención de frutas deshidratadas tuna y piña, utilizando un diseño experimental no definido porque se compara la eficiencia de dos métodos de deshidratación.

### 3.5. Esquema de experimento empleado

**Tabla 1-3:** Esquema del experimento

Método de deshidratación	Código	Número de repeticiones	TUE*(g)	Total, g/tratamientos
Deshidratador de Bandejas	T1	5	300	1500
Estufa	T2	5	300	1500

\*T.U.E: tamaño de la unidad experimental 300

Realizado por: Auquilla, Jorge, 2022

### 3.6. Mediciones experimentales

Las variables experimentales son:

#### 3.6.1. Variables del proceso de deshidratación

- Pérdida de peso (%)
- Temperatura (° C)
- Tiempo (h)
- Rendimiento (%)

#### 3.6.2. Valoración bromatológica (producto elaborado)

- Proteína (%)

- Grasa (extracto etéreo) (%)
- Índice de peróxidos meq O<sub>2</sub>/Kg
- Cenizas (%)
- Fibra (%)

### 3.6.3. Valoración microbiológica (producto elaborado)

- Escherichia coli (UFC/g)
- Mohos (UFC/g)

### 3.6.4. Valoración sensorial

Escala hedónica de (7 puntos)

- Apariencia
- Color
- Olor
- Sabor

### 3.7. Análisis estadístico y prueba de significancia

Para los resultados de deshidratación, peso final se analizó mediante la prueba t-Suden para la diferencia significativa entre la media de dos grupos, aplicando el siguiente modelo matemático.

$$t^* = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{Sd}$$

Grados de libertad df = n-1

**Donde:**

$\bar{x}$  = media

$\mu$  = Valor a analizar

**Sd** = desviación estándar de las diferencias

**n** = tamaño de muestra

Lo que respecta a las variables no paramétricas como es análisis bromatológicos y sensoriales al producto laborado barras de cereal con frutas deshidratadas, se realizó con una estadística no descriptiva.

### 3.8. Procedimiento experimental

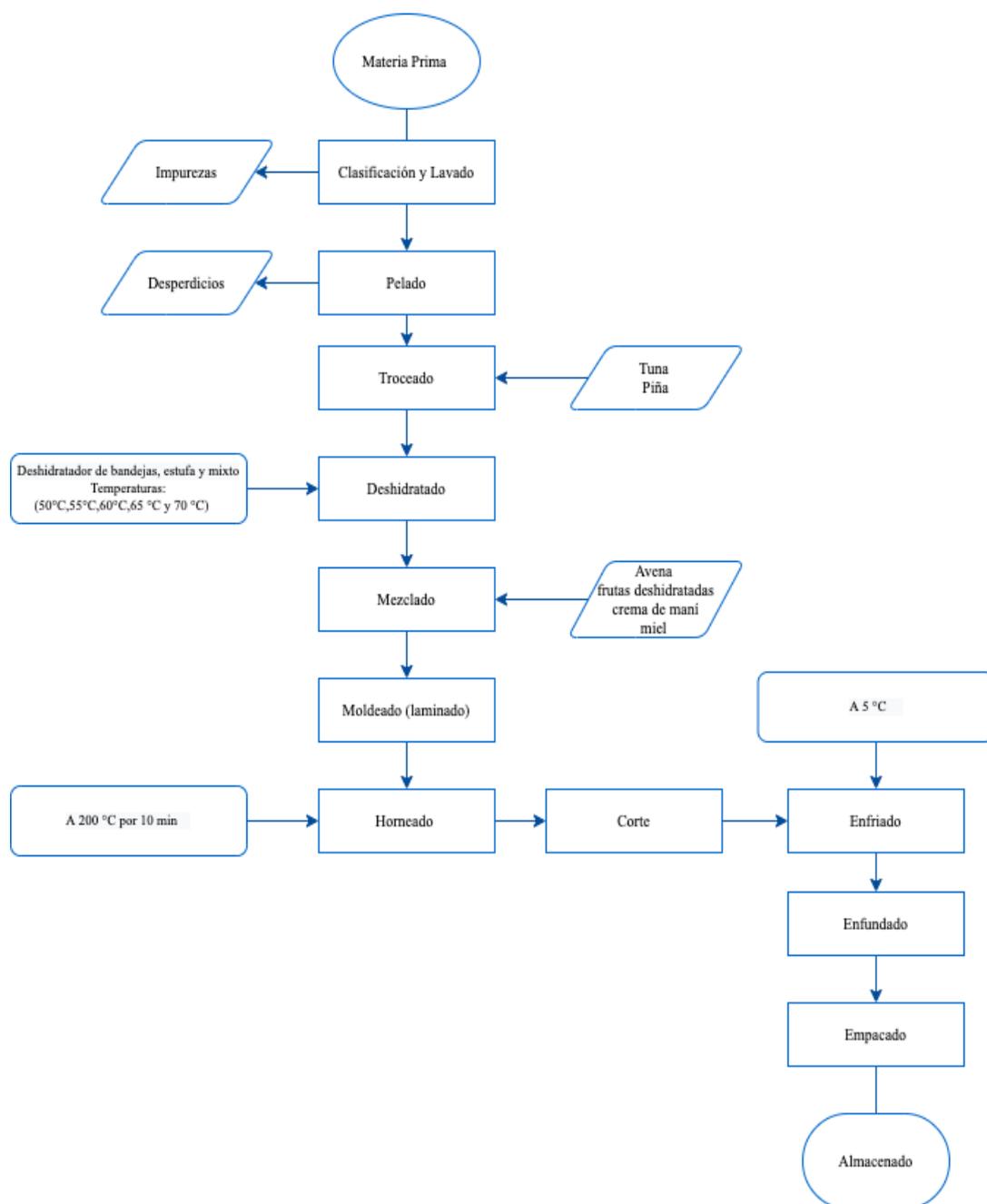
#### 3.8.1. Adquisición y preparación de las materias primas

Para el desarrollo del experimento se adquirió frutas en buen estado de madurez previamente seleccionadas. Los materiales y equipos se adecuaron tanto para el laboratorio de Procesamiento de alimentos, el laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal y laboratorio de microbiología.

#### 3.8.2. Obtención de barras de cereal con frutas deshidratadas

1. **Recepción de materias primas:** La fruta tuna y piña deben estar en su óptimo estado de madurez y condiciones adecuadas.
2. **Lavado:** Se sumerge las frutas en una solución de 2,5 ml de star-bac en 1 litro de agua por 5 min, con el objetivo de eliminar impurezas y microorganismos. Pasado los 5 min se escurren las frutas.
3. **Pelado:** Para lo que respecta la piña se retira la corteza, con la ayuda de un cuchillo, para posterior retirar el centro de la piña con un descorazonador y realizar cortes rectangulares de 6x4 cm y un espesor de 6 mm con la ayuda de un rebanador.
4. **Troceado:** Se realizó cortes con un espesor de 6 mm  $\pm$  01, con la ayuda de un rebanador tanto para tuna y piña.
5. **Deshidratación:** Se utilizaron 5 diferentes temperaturas a **50, 55, 60, 65 y 70 °C**, mientras que para la determinación del tiempo se lo realizó mediante la toma de pesos al paso de cada hora hasta que la fruta haya perdido total humedad y tener un peso constante.

Una vez deshidratada las frutas tuna y piña por los diferentes métodos se eligió el mejor método con sus respectivos tiempos y temperaturas para cada fruta y se procede a realizar 1500 g de barra de cereal añadiendo los ingredientes como la avena 500 g, las frutas deshidratadas troceadas tuna 250 g, piña 250 g, pasta de maní 50 g y miel 450 g, luego se procede a mezclar y colocar en un molde para posterior llevarle al horno a 210 ° C por 10 minutos y dejar enfriar, finalmente se realizó cortes transversales y longitudinal para obtener barras con un peso de 30 g, Para el empacado se realizó en bolsas de plástico ziploc, para su posterior evaluación bromatológica, microbiológica y sensorial para determinar la aceptabilidad del producto.



**Ilustración 1-3:** Diagrama de flujo para obtener barras de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña.

Realizado por: Auquilla, Jorge, 2022.

### 3.9. Metodología de evaluación

#### 3.9.1. Determinación de las variables de proceso

Para lo que respecta la deshidratación de frutas se determinó, peso final, rendimiento, tiempo y temperatura, los datos obtenidos se realizó mediante indicadores digitales instalados en el deshidratador de bandeja y estufa. Para la toma de datos de pérdida de peso se lo realizo con la

ayuda de una balanza digital al transcurrir una hora hasta obtener un peso constante en el cual sería el indicativo que las frutas han perdido su humedad.

**Fórmula empleada para pérdida de peso:**

$$PP = m1 - m2$$

**Donde:**

**PP** = pérdida de peso

**M1** = peso inicial (g)

**M2** = peso final (g)

**Formula de perdida de humedad**

$$Xi = \frac{Ws - Wf}{Wf}$$

**Dónde:**

Xi = humedad del sólido

Ws = peso (inicial)

Wf = peso del sólido (final)

**Formula % de humedad**

$$\%H = \frac{Wi - Wf}{Wi} \times 100\%$$

**3.9.2. Determinación bromatológica de la barra de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña**

**Determinación de proteína (Método Kjeldahl)**

**Procedimiento**

- Pesarse el papel (W1), seguido de pesarse 1 g de muestra (W2) peso papel y muestra más papel. Añadir 8 gramos de sulfato de sodio más 0.1 gramos de sulfato cúprico en el contenido del papel.
- Colocar todo el contenido en un balón al cual se le añade 25 ml de H2SO4 concentrado.
- El balón con todo el contenido se lleva al digestor por 45 minutos desde el momento que se clarifica la digestión.
- Para dar fin al tiempo de dejar enfriar hasta que se cristalice el contenido.
- Finalmente se realiza una destilación, colocando 50 ml de H3BO3 al 25 % en un matraz Erlenmeyer y colocarlo en las terminales del equipo de destilación,
- En el balón con la muestra cristalizada se coloca 250 ml de agua destilada y 80 ml de hidróxido de sodio al 50 %, añadiendo 3 lentejas de zinc y llevar a las hornillas para la fase de destilación.

- En un matraz es receptado el amoníaco producto de la destilación hasta un volumen de 200 ml.
- Retirá el matraz y el residuo del balón desechar recuperando las lentejas de zinc.
- Armar el soporte universal con la bureta y el agitador magnético, para la fase de titulación.
- Se coloca 3 gotas de indicador Macro Kjeldahl, colocar en el matraz las barras de agitación magnética y 0,1 N de HCL para ser llenada la bureta.
  - Titular hasta obtener un color grisáceo transparente con la ayuda de ácido clorhídrico.
- Registrar el valor de ml de HCL al 0,1 N para el respectivo cálculo.

### **Cálculo porcentaje de proteína**

$$\%P = \frac{NHCL \times 0,014 \times 100 \times 6,25 \times mlHCL}{W2 - W1}$$

#### **Dónde:**

- %P = % Proteína Bruta
- W1 = Peso papel
- W2 = Peso papel (muestra)
- 0.014 = Valor constante
- 6.25 = Valor constante
- ml HCL = Solución utilizada (titulación)

### **Proteína en Base seca:**

$$\%P. B. S = \frac{100 \times PB}{M. S}$$

#### **Dónde:**

- % Proteína base seca = % P.B.S
- % Proteína bruta = % PB
- % Materia seca. = % M.S

### **Determinación de fibra (Técnica AOAC 7)**

#### **Procedimiento**

- Pesar un grano de muestra desengrasada y registrar el peso (W1).
- Se coloca la muestra en el vaso y pesar el papel con el sobrante y registrar este peso (W2).

- Se coloca 20 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 7 % más 2 ml de alcohol amílico en el vaso con la muestra, seguido poner el vaso en las hornillas del digestor.
- Regulando la temperatura de la perilla en 7 de deja por 25 minutos, controlando que esté funcionando adecuadamente el reflujo de agua.
- Pasado el tiempo de 25 minutos se baja la temperatura a 2.5 y se añade 20 ml de NaOH al 22 por ciento y tomando el tiempo desde la ebullición por unos 30 minutos.
- Proceder a filtrar los crisoles colocando lana de vidrio respectivamente.
- Filtrar los crisoles en la bomba y lavar con agua destilada caliente.
- Para el lavado se ocupa 200 ml de agua realizando con cuidado la filtración para evitar derramamientos.
- Luego sobre la sustancia retenidas en la lana de vidrio se añade acetona hasta que cubra el contenido en el crisol para eliminar pigmentos, materia orgánica y agua.
- Se registra el primer peso una vez transcurrida 8 horas a 105 °C en la estufa, pasado el tiempo retirar de la estufa y pasar al desecador .
- Luego de ser pesado llevarlo a la mufla por un tiempo de 4 horas a una temperatura de 600 °C.
- Para el segundo peso del crisol más cenizas (w4), se debe dejar en la mufla 4 horas al finalizado el tiempo pasar al desecador por 30 minutos.
- Finalmente se realiza los cálculos por diferencia de pesos.

### **Cálculos**

$$\%F = \frac{W3 - W4}{W2 - W1} \times 100$$

### **Dónde:**

F = Fibra

W1 = Peso del papel solo

W2 = Peso papel más muestra húmeda

W3 = Peso crisol más muestra seca

W4 = Peso del crisol más cenizas

### **Fibra bruta en base seca**

$$\%F.B.S = \frac{100 \times FB}{MS}$$

### **Dónde**

% F.B.S

% F.B

% M.S

### **Determinación de grasa (Método de Soxhlet)**

#### **Procedimiento**

- Se pesa 2 g de muestra seca para colocar en la cámara de sifonación, colocando la muestra en el dedal.
- Añadir 50 ml de C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> (hexano) en el balón previamente tarado y embonar el balón en la cámara de sifonación.
- Se debe colocar el condensador con las maguera.
- Se procede a encender la parrilla para extraer por 8 horas controlando la entrada y salida de agua.
- Completado las 8 horas se retira el balón con el solvente más exacto
- Colocar en la estufa el balón con la grasa bruta por media hora. Desecar y realizar el pesado.

#### **Cálculos:**

$$\%G = ((P1 - P)/(m)) \times 100$$

#### **Dónde:**

%G = porcentaje de grasa cruda en muestra seca

P1 = peso grasa cruda extraída mas balón en g

m = peso muestra seca en g

### **Determinación de Cenizas (Método en mufla)**

#### **Procedimiento**

- La cápsula se coloca sobre un mechero y calcinar la muestra seca.
- Colocar en la mufla e incinerar a 500 °C, hasta tener residuos carbónicos de cenizas por un tiempo de 3 horas.
- Retirar la cápsula y enfriar en el desecador.
- Realizar el pesado de la cápsula.

#### **Cálculos:**

$$\%C = ((m1 - m2)/(m1 - m)) \times 100$$

#### **Dónde:**

- %C = porcentaje ceniza en masa  
 m = masa en gramos de la cápsula vacía  
 m1 = masa de la cápsula inicial en gramos de la muestra  
 m2. = masa en gramos de la cápsula con cenizas

### **Determinación de Índice de peróxidos (NTE INEN 277)**

#### **Procedimiento**

- Pesar la muestra aproximadamente 5 gramos
- Poner la muestra y agregar 30 ml de solución de CH<sub>3</sub>-COOH (ácido acético) y CHCl<sub>3</sub> (cloroformo) en el matraz Erlenmeyer de tapa esmerilada de 250 ml.
- Disolver la disolución agitando el matraz y añadir la solución saturada de yoduro de potasio 0,5 mililitros.
- Agitar por 5 min el matraz y añadir agua destilada (30 ml).
- Titular usando la solución 0,1 N de tiosulfato de sodio agitando constantemente hasta que casi haya desaparecido el color amarillo.
- Añadir una solución indicadora de almidón (0,5 ml), titular para liberar todo el yodo, agitar constantemente, seguido añadir el tiosulfato de sodio gota a gota hasta que desaparezca el color azul.

#### **Cálculos**

$$I = \frac{vN}{m} \times 100$$

#### **Donde:**

- I = Índice de peróxido en meq  
 v = cantidad de (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) empleado  
 N = normalidad de (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)  
 m = peso de la muestra analizada (g)

### **3.9.3. Determinación microbiológica**

#### **Determinación de mohos y levaduras recuento en placa por siembra en profundidad (NTE INEN 1529-10).**

##### **Procedimiento:**

- Con la ayuda de una pipeta estéril pipetear por duplicado alícuotas de 1 ml de cada disolución decimal en la placa petri identificada adecuadamente.
- Se inicia por la disolución menos concentrada.
- Seguido colocar en cada placa inoculada aproximadamente 20 ml del cultivo y no debe pasar más de 15 minutos.
- Con mucha precaución mezclar el inóculo de siembra en el medio de cultivo con leves movimientos a la placa en sentido de las agujas del reloj.
- Se deja las placas en reposo hasta que el agar se solidifique.
- Las placas se deben invertir e incubarlas por 5 días de 22 a 25 °C.
- Finalmente examinar a los dos días para comprobar si existe micelio aéreo.

#### **Determinación de microorganismos coliformes (Técnica recuento de colonias NTE INEN 1529-7).**

##### **Procedimiento**

- Con la ayuda de una pipeta estéril pipetear por duplicado alícuotas de 1 ml de cada disolución decimal en la placa petri identificada adecuadamente.
- Se inicia por la disolución menos concentrada.
- Seguido colocar en cada placa inoculada aproximadamente 20 ml del agar cristal violeta-rojo netro-bilis (VRB) y no debe pasar más de 15 minutos.
- Con mucha precaución mezclar el inóculo de siembra en el medio de cultivo con leves movimientos a la placa en sentido de las agujas del reloj.
- Se deja las placas en reposo hasta que el agar se solidifique.
- Las placas se deben invertir e incubarlas por 5 días de 22 a 25 °C.
- Finalmente examinar a los dos días para comprobar si existe micelio aéreo.

### **3.9.4. Valoración sensorial**

Se realizó a 35 panelistas quienes fueron estudiantes de la carrera de industrias pecuarias siendo catadores no calificados, los mismos que debían cumplir con normas como: individualidad entre los catadores, disposición de agua el cual se les proporcionó a cada catador esto para equiparar los sentidos. Se procede a la evaluación sensorial de la barra de cereal, entregándolo a cada catador

la encuesta correspondiente, en donde se debe valorar la muestra en una escala numérica bajo los siguientes parámetros como se muestra en la tabla 8-3.

**Tabla 2-3:** Escala hedónica verbal de 7 puntos de caracterización para datos no paramétricos

**Parámetros para evaluar:** Apariencia, Color, Olor y Sabor

---

7	me gusta mucho
6	me gusta moderadamente
5	me gusta poco
4	no me gusta ni me disgusta
3	me disgusta poco
2	me disgusta moderadamente
1	me disgusta mucho

---

**Realizado por:** Auquilla, Jorge, 2022.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Temperatura, tiempo y rendimiento en la deshidratación de tuna y piña.

Los resultados de las frutas deshidratadas se basan en temperatura, tiempo y rendimiento reportados en la tabla 1-4.

**Tabla 1-4:** Resultados de temperatura, tiempo y rendimiento del proceso de deshidratación de tuna y piña.

Parámetros	Deshidratador de bandejas			Estufa			Tcal	Probabilidad
	$\bar{x}$	DS		$\bar{x}$	DS			
<b>Tuna:</b>								
Temperatura (°C)	65			65				
Tiempo (horas)	15			14				
Rendimiento (%)	19,75	±	0,24	18,21	±	0,18	24,56	0,0000163
<b>Piña:</b>								
Temperatura (°C)	60			60				
Tiempo (horas)	16			15				
Rendimiento (%)	15,04	±	0,17	13,06	±	0,88	4,33	0,012

**Prob.** < 0.01 existe diferencias altamente significativas

**Realizado por:** Auquilla, Jorge, 2022.

##### 4.1.1. Tuna

Se estableció una temperatura de 65 °C para el deshidratador de bandejas, siendo la que mejor resultado se obtuvo, ya que a temperaturas más altas la capa externa de la fruta se endurece evitando la eliminación del agua. Como menciona (Chávez, 2010. P.35), que el rango de temperatura es de 50 a 65 °C para una óptima deshidratación, establecido en el manual de deshidratación de alimentos.

Se estableció un tiempo de 14 horas para el método de estufa y de 15 horas para el método de deshidratado en bandejas; determinado con la ayuda de curvaturas de secado (Anexo A). Siendo el tiempo en que la fruta llega a un peso constante dejando de perder humedad. Como menciona (Ohaco & De Michelis, 2015), en el manual de deshidratación y secado de frutas, hortalizas y hongos el cual indica un tiempo mínimo de 12 horas de secado.

El rendimiento del método de bandejas presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en comparación al método de estufa. Alcanzando el método de bandejas un rendimiento del  $19,75 \pm 0,24$  %, mientras que el rendimiento con el método de la estufa fue de  $18,21 \pm 0,18$  %, demostrando que al aplicar el método de deshidratador de bandejas se obtiene mejor rendimiento. Teniendo relación a los valores obtenidos con respecto al estudio de (Ohaco & De Michelis, 2015) en el manual de deshidratación y secado de frutas, hortalizas y hongos que las frutas tienden a perder el 75 % de su rendimiento.

#### **4.1.2. Piña**

La temperatura establecida para piña fue de  $60$  °C en el método deshidratador de bandejas, en la cual se conserva el color de la fruta, apariencia y brillantes de textura, tal como menciona (FIAGRO, 2016, p. 50) en el estudio de estrategias en productos deshidratados de frutas, vegetales y hierbas que el secado óptimo para piña es de  $60$  °C.

Se establecido un tiempo de 15 horas para el método de estufa y 16 horas para el método de deshidratado en bandejas, determinado mediante curvaturas de secado (Anexo B), como menciona (Cabascango, 2018, p. 16) en el manual de deshidratación, que el tiempo se encuentra en un rango de 12 a 20 horas dependiendo del espesor de la fruta a deshidratar.

El rendimiento del deshidratador de bandejas presentó diferencias significativas ( $P < 0,01$ ), en comparación al método de estufa, ya que al utilizar el deshidratador de bandejas alcanzó un rendimiento del  $15,04 \pm 0,17$  %, mientras que el método de la estufa fue de  $13,06 \pm 0,88$  %, demostrando que al aplicar el método de deshidratador de bandejas se obtiene mejor rendimiento. Como reporta (Maupoey , et al., 2001, p. 25) en Introducción al secado de alimentos por aire caliente, que la fruta deshidratada tiene un rendimiento del 15 al 20 %.

#### **4.2. Resultados del análisis bromatológico de la barra de cereal elaborado con frutas deshidratadas**

Los resultados bromatológicos obtenidos de la barra de cereal, se reporta en la tabla 2-4

**Tabla 2-4:** Resultados del análisis bromatológico de la barra de cereal

Parámetros	Barra de cereal				
	$\bar{x}$		DS	Min	Max
Ceniza (%)	1,18	±	0,06	1,12	1,24
Proteína (%)	13,00	±	0,68	12,32	13,68
Fibra (%)	6,81	±	0,59	6,21	7,40
Grasa (%)	8,88	±	1,07	7,80	9,95
Indice de peróxidos (%)	9,00	±	0,99	8,00	9,99

Realizado por: Auquilla, Jorge, 2022

La barra de cereal presentó un % de ceniza de  $1,18 \pm 0,06$  %, con una variación entre 1,12 y 1,24 %, esto debido a que en su formulación la barra de cereal posee de frutas deshidratadas, porcentaje que concuerda con (Cappella , 2016, p. 40), en su estudio desarrollo de barra de cereal con ingredientes regionales, saludables nutricionalmente presentando un valor idéntico de 1,18 %.

Para proteína se obtuvo un porcentaje de  $13 \pm 0,68$  % con valores que varían entre 12,32 y 13,68 %, mientras que (Cappella , 2016, p. 40) obtuvo un valor de 10,61 %; esta variación se debe al tipo de ingredientes utilizados y porcentajes empleados para la elaboración de la barra de cereal.

Dentro del parámetro de fibra se obtuvo un valor de  $6,81 \pm 0,59$  % con valores entre 6,21 y 7,40 %, valor idéntico al obtenido (Alcivar, 2019, p. 54) en su estudio de aplicación de la deshidratación adiabática en la elaboración de barras de frutas deshidratadas que fue de 6,81%.

Para el resultado de grasa obtuvo un valor de  $8,88 \pm 1,07$  % con variaciones de entre 7,80 y 9,95 % esto se debe a que en su formulación se utilizó solo pasta de maní, siendo un valor inferior al que presento (Cappella , 2016, p. 40) de 18,77 % esto debido a que en su estudio desarrollo de barra de cereal con ingredientes regionales, saludables nutricionalmente, contiene altos porcentajes de aceite de oliva y pasta de maní en su composición.

Para el parámetro índice de peróxido se obtuvo un valor de  $9,00 \pm 0,99$  % con una variación de 8,00 y 9,99 % encontrándose dentro del valor establecido por la normativa (NTE INEN 2 561, 2010), en la cual nos menciona que no debe superar el valor de 10 m.eq de O<sub>2</sub> para productos horneados que se elaboren a partir de cereales y frutas horneadas.

#### 4.3. Análisis microbiológico de barra de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña

Los resultados obtenidos de la barra de cereal, se reporta en la tabla 3-4

**Tabla 3-4:** Resultados de análisis de Mohos y E-Coli

	Mohos (UFC/g)	E-coli (UFC/g)
Muestra	Resultado	Resultado
Barra de cereal	Ausencia	Ausencia

Realizado por: Auquilla, Jorge, 2022.

Con respecto a los resultados microbiológicos se obtuvo ausencia tanto para mohos y E. coli realizando el conteo a los 2 días (48 h), esta ausencia se debe a que como menciona (Valdez, 2008) citado en (Cabascango, 2018), que el proceso de deshidratado de la fruta y horneado de la barra de cereal logra eliminar la humedad del alimento, logrando detener la proliferación de microorganismos por la disminución de la actividad de agua (aw). La ausencia de los microorganismos se debe a que se realizó con las buenas prácticas de manufactura obteniendo un producto inocuo.

#### 4.4. Análisis sensorial de barra de cereal aplicando una escala hedónica de 7 puntos.

Los resultados del análisis sensorial de la barra de cereal con frutas deshidratadas se reportan a continuación en la tabla 4-4.

**Tabla 4-4:** Resultados de la evaluación sensorial de barra de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña

Parámetros	Barra de cereal				
	$\bar{x}$	$\pm$	DS	Min	Max
Apariencia	6,17	$\pm$	0,12	6	6,29
	MGm				
Color	5,91	$\pm$	0,16	5,71	6,14
	MGm				
Olor	6,46	$\pm$	0,23	6,29	6,86
	MGm				
Sabor	5,54	$\pm$	0,27	5,29	6
	MGm				

MGM: Me gusta mucho

MGm: Me gusta moderadamente

NMGNM: No me gusta ni me disgusta

MDP: Me disgusta poco

MDM: Me disgusta moderadamente

MDm: Me disgusta mucho

Realizado por: Auquilla, Jorge. 2022

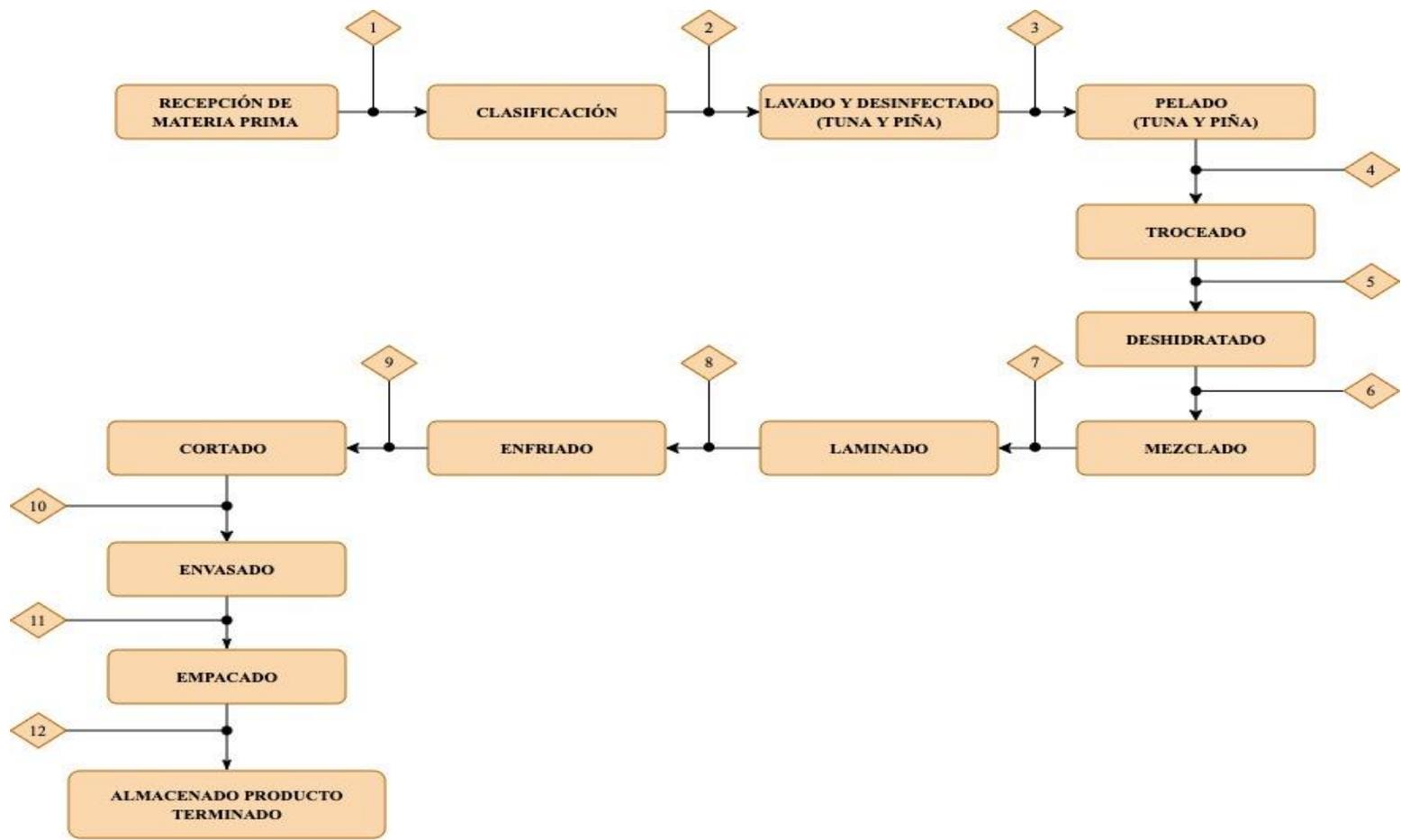
Para la variable apariencia se observa un valor de  $6,17 \pm 0,12$ , con valores que varían de 6 a 6,29, alcanzando una puntuación de 6 es decir una calificación de “Me gusta moderadamente”, debiéndose a que se presentaban partes de color negro en ciertas zonas de la barra de cereal.

El parámetro color obtuvo un valor de  $5,91 \pm 0,16$ , con valores entre 5,71 y 6,14, teniendo una puntuación de 6, es decir una calificación de “Me gusta moderadamente”, ya que obtuvo un color café claro, debido a que la fruta sufrió una reacción de maillard, producida por reacciones químicas entre las proteínas y azúcares al ser expuesta a altas temperaturas.

Con respecto al parámetro olor, presento un valor de  $6,46 \pm 0,23$ , con una variación de 6,29 y 6,86, correspondiéndole una puntuación de 6, es decir una calificación de “Me gusta moderadamente”, esto debiendo a que la barra en su formulación posee frutas deshidratadas destacando el olor característico de las frutas al ser evaluado por parte de los catadores.

Para el sabor presento un valor de  $5,54 \pm 0,27$ , con valores que varían de 5,29 y 6, correspondiéndole una puntuación de 6, es decir una calificación de “Me gusta moderadamente” esto se debe a que el sabor que predomina es el de la piña deshidratada siendo agradable al momento de ser consumida.

4.5. Diseño de un proceso agroindustrial para la obtención de barras de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña (Diagrama de bloques)



**Ilustración 1-4:** Diagrama de bloques de proceso de elaboración de barras de cereal con frutas deshidratadas

Realizado por: Auquilla, Jorge. 2022.

Para lo que respecta el diseño del proceso agroindustrial, para elaborar barras de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña se requiere de 12 pasos de proceso cada uno con sus propios parámetros de control, además se desarrolló un diagrama PFD o también conocido como diagrama de flujo de procesos (Anexo E), codificadas de cada elemento para el proceso permitiendo identificar equipos, tuberías, conexiones de maquinarias y caudales utilizados. Además se realizó el diagramas P&ID (Anexo G) el cual nos permite identificar los puntos de control requeridos en cada una de las etapa del proceso, complementándose con un diagrama físico (Anexo J) que visualiza la maquinaria utilizada y finalmente con un flujograma de proceso (Anexo I) indicando las condicionales requeridas en el proceso agroindustrial.

#### ***4.5.1. Identificación de las etapas del proceso***

##### **1) Recepción de materia prima**

Consiste en controlar la adquisición de la materia prima como su empaque y temperatura en el cual se controla características organolépticas, parámetros como apariencia, color y textura de la fruta.

##### **2) Clasificación lavado y desinfectado**

Permite preparar la materia prima donde constara de una estación de clasificado el cual controlara si existen golpes o malluga duras, además del grado de maduras de la fruta. Para él tiene como objetivo eliminar la presencia de microorganismos donde el agua deberá cubrir toda la fruta y con el desinfectante en la cantidad adecuada.

##### **3) Pelado**

Tiene como objetivo eliminar la cáscara o piel de la fruta, controlando el peso y la uniformidad del pelado.

##### **4) Troceado**

Consiste en realizar cortes uniformes en la fruta, donde se deberá controlar la uniformidad del corte y espesor adecuado siendo del mismo tamaño para un adecuado deshidratado.

##### **5) Deshidratado**

Proceso mediante el cual se elimina en su totalidad el agua que posee un alimento, mediante la circulación de aire caliente a temperatura y tiempo óptimo dependiendo de la fruta a deshidratar, donde se deberá controlar el porcentaje de humedad, para que posea una adecuada textura, color y apariencia después del deshidratado.

##### **6) Mezclado**

Tiene como finalidad mezclar el cereal, con las frutas deshidratadas, pasta de maní y miel o jarabe, permitiendo ligar los ingredientes teniendo homogeneidad en la mezcla con todos los ingredientes, para posterior darle forma, debiendo tener una calidad del mezclado, tanto con los ingredientes secos y líquidos

### 7) Laminado

Consiste en que la masa (mezcla de cereales con la miel o jarabe), pasa la masa a través de cilindros siendo laminados uniformemente con el grosos requerido y uniformidad, controlando la variación de altura de la capa de la masa pudiendo ser variada.

### 8) Enfriado

Permite estabilizar a una temperatura adecuada de 5 °C, preparando la masa para posterior pasar a la etapa del cortado, donde se deberá controlar la temperatura del túnel de enfriado ya que si la masa está caliente se desarmará.

### 9) Cortado

Consiste en realizar un corte longitudinal, por medio de ejes con discos de acero, permitiendo tener una barra de cereal de ancho y largo uniformes. Los parámetros de control en el cortado la limpieza, seguridad y exactitud en el corte.

### 10) Envasado

Se realiza una envoltura, introduciendo el producto donde realiza sellados longitudinales y transversales, donde se deberá controlar que las unidades estén completamente selladas. El material de envasado como el polipropileno violentado, películas de celulosa.

### 11) Empacado

Permite la protección y la fácil manipulación de las barras de cereal, siendo recomendable colocar 24 barras de cereal por empaque (caja), en cartón litografiado.

### 12) Almacenado

Permite la adecuada conservación del producto, manteniéndolo en buen estado y libre de humedad, siendo almacenado en un lugar fresco y seco, libre de contaminantes a temperatura ambiente.

#### 4.5.2. Balance general de materia

**Tabla 5-4:** Balance general de materia

<b>FRUTAS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2A</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4A</b>	<b>5</b>	<b>5A</b>	<b>6</b>	<b>6A</b>
Tuna(kg)	500	0,5	499,5	0	49,9	449,5	4,5	445	356	89
Piña(kg)	500	0,5	499,5	0	49,9	449,5	4,5	445	373,8	71,2
<b>Total(kg)</b>	<b>1000</b>	<b>1</b>	<b>999</b>	<b>0</b>	<b>99,8</b>	<b>899</b>	<b>9</b>	<b>890</b>	<b>729,8</b>	<b>160,2</b>
<b>Presión(atm)</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Temperatura(°C)</b>	17	17	17	17	17	17	17	17	17	65-60
<b>Barra de cereal</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10A</b>	<b>11</b>	<b>12</b>			
Avena	140	0	0	1,4	138,6	0	0			
Tuna(kg)	64	0	0	0,64	63,4	0	0			
Piña(kg)	64	0	0	0,64	63,4	0	0			
Jarabe de maíz	120	0	0	1,2	118,7	0	0			

Crema de maní	12	0	0	0,12	11,9	0	0
<b>Total(kg)</b>	<b>400</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>396</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Presión(atm)</b>	1	1	1	1	1	1	1
<b>Temperatura(°C)</b>	17	17	17	17	17	17	17

**Realizado por:** Auquilla, Jorge. 2022

El balance de materia representado en la tabla 5-4 nos indica las pérdidas en cada etapa del proceso, la cual se puede visualizar en la ilustración 1-4. Con una producción inicial de 500 kg para la fruta deshidratada a una temperatura de 17 °C a una presión de 1 atm, con sus respectivas pérdidas para cada etapa expresadas en porcentaje (ANEXO N), determinando que en la etapa 6 correspondiente a la deshidratación es el punto más críticos, con una temperatura de 65 °C para tuna con una pérdida del 80% (80.92 kg) para la piña un 84% (64.74 kg), siendo estos sus pesos finales. Para lo que respecta la barra de cereal se inició con una producción de 400 kg, teniendo una producción final de 396 kg equivalente a 15.840 barras/día de 0,025 kg (25 g) cada una.

## **CONCLUSIONES**

El mejor método de deshidratado de las frutas fue el deshidratador de bandejas, requiriendo para tuna una temperatura de 65 °C por 15 horas con un rendimiento del 19,75 % y para piña una temperatura de 60 °C por un tiempo de 16 horas con un rendimiento del 15,01%.

La barra de cereal con tuna y piña deshidratada, contiene 13 % de proteína, 8,88 % de grasa, 6,81 % de fibra y 1,18 % de cenizas. En lo que respecta al análisis microbiológico se determinó ausencia en mohos y E. coli. Presentando una valoración sensorial de me gusta moderadamente.

Mediante la utilización de diagramas como son el de bloques, diagrama de flujo de proceso, diagrama P&ID, diagrama físico, flujograma y el diagrama de operaciones se logró el diseño de proceso agroindustrial para una capacidad de producción de 400 kg al día de barra de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña.

## **RECOMENDACIONES**

Emplear el deshidratador de bandejas para el secado de tuna a una temperatura de 65 °C por un tiempo de 15 horas y para la piña una temperatura de 60 °C por un tiempo de 16 horas.

Continuar con el proceso de deshidratado, pero tomando en cuenta que el espesor de las frutas sea igual, debido a que al momento del proceso de deshidratado no se va a realizar una deshidratación uniforme.

Realizar estudios para que se logre determinar el tiempo de vida útil de la barra de cereal con tuna y piña deshidratada.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACOSTA, Robert.** *Flujograma*. [en línea]. El Cid Editor | apuntes 2009. [Consulta: 8 septiembre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/28942>

**AGUILAR RODRIGUEZ , Enrique.** *Diseño de proceso en ingeniería química*. [en línea]. Instituto Politécnico Nacional, 2010. [Consulta: 6 septiembre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/72430>

**ALCÍVAR LUNA, Amanda Suay.** Aplicación de la deshidratación adiabática en la elaboración de barras de frutas deshidratadas. [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Agraria del Ecuador, Milagro-Ecuador. 2021. Pp 23. [Consulta: 15 noviembre 2022]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALCIVAR%20LUNA%20AMANDA%20SUANY.pdf>

**ATTORP, Adrienne. Et al.** *Asociaciones entre factores socioeconómicos, de los padres y del entorno del hogar y el consumo de frutas y verduras de niños de quinto y sexto grado en Columbia Británica*. [en línea]. *bmcpublichealth.biomedcentral* 2014. [Consulta: 15 septiembre 2022]. Disponible en: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-14-150>.

**CABASCANGO, Omar.** Manual de deshidrtación. [en línea]. Ibarra-Ecuador: *Universidad Técnica del Norte* 2018. [Consulta: 22 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.ppd-ecuador.org/wp-content/uploads/2019/FondoBecas/SierraNorte/UTN-Omar-Uso-Deshidratador-solar-vf.pdf>

**CAMACHO, Humberto. Et al.** “Deshidratador solar híbrido para el secado de plátano”. *Revista de Sistemas Experimentales* [en línea], 2019, (México) 21 26-33, pp. 268-273. [Consulta: 9 septiembre 2022]. ISSN 2410-3950. Disponible en: [https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Sistemas\\_Experimentales/vol6num21/Revista\\_de\\_Sistemas\\_Experimentales\\_V6\\_N21\\_4.pdf](https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Sistemas_Experimentales/vol6num21/Revista_de_Sistemas_Experimentales_V6_N21_4.pdf)

**CAPPELLA, Agostina N.** Desarrollo de barra de cereal con ingredientes regionales, saludable nutricionalmente. [en línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura) Universidad Nacional de Cuyo Mendoza, Argentina. 2016. pp. 21-22. [Consulta: 10 agosto 2022]. Disponible en: [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/8188/tesis-brom.-cappella-agostina-24-10-16.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/8188/tesis-brom.-cappella-agostina-24-10-16.pdf).

**CARRO , Roberto & Gónzales, Daniel.** *Diseño y selección de procesos.* [en línea]. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales 2012. [Consulta: 8 septiembre 2022]. Disponible en: [http://nulan.mdp.edu.ar/1613/1/08\\_diseno\\_procesos.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1613/1/08_diseno_procesos.pdf).

**DURAN, Felipe.** Manual del Ingeniero de Alimento [en línea]. Bogota-Colombia: Grupo Latino Ltda, 2015. [Consulta: 17 junio 2022]. Disponible en: <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/1202/MANUAL%20DEL%20INGENIERO%28Digital%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**EL COMERCIO.** *La tuna cuatro variedades se producen en el país.* [blog]. [Consulta: 4 septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/tuna-cuatro-variedades-se-producen.html>.

**FAO Anexo 3.** *Contenido de nutrientes en alimentos seleccionados.* Contenido de nutrientes en alimentos seleccionados.

**FAO.** *Ficha técnica. Productos frescos de frutas.* Ficha técnica. Productos frescos de frutas 2014.

**FERNÁNDEZ SOLÍS, Tania Noelia, & FARIÑO ROSERO, Marco Vinicio,** Elaboración de una barra alimenticia rica en macronutrientes para reemplazar la comida chatarra. [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 2011. pp. 63-64. [Consulta: 16 agosto 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2062/1/1063.pdf>.

**FIAGRO 2016.** *Estrategias en Productos Deshidratados.* [en línea] ISSUU 2016. [Consulta: 8 septiembre 2022]. Disponible en: [https://issuu.com/fiagro/docs/estrategias\\_en\\_productos\\_deshidrata](https://issuu.com/fiagro/docs/estrategias_en_productos_deshidrata).

**FUNDACIÓN HOGARES, Juveniles Campesinos.** *Manual agropecuario, tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente.* Bogotá-Colombia: Fundación Hogares Juveniles Campesinos de Colombia, 2002. pp. 527.

**GUDINO RIASCOS, Ingrid Adriana, & OSORIO LASCANO, Veronica Ivette.** Plan de negocio para la comercialización de frutas deshidratadas de la empresa Fruandor S.A. en la ciudad de Guayaquil. [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 2017. pp. 13. [Consulta: 15 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20520/1/PLAN%20DE%20NEGOCIO%20PARA%20FRUTAS%20DESHIDRATADAS%20DE%20LA%20EMPRESA%20FRUANDOR%20S.A.%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20GUAYAQUIL.pdf>.

20LA%20COMERCIALIZACI%C3%93N%20DE%20FRUTAS%20DESHIDRATADAS%20DE%20LA%20EMPRESA%20FRUANDOR%20S.A.%20EN%20L.pdf.

**KARIM, Azharul.; &HAWLADER, Nurul A.** “Drying characteristics of banana: theoretical modelling and experimental validation”. *ScienceDirect* [en línea], (2005), (Singapur) 7(1), pp. 35-45. [Consulta: 15 junio 2022]. ISSN 0260-8774. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877404004315?via%3Dihub>

**MAG.** *Producción de tuna, una actividad rentable.* [blog]. [Consulta: 4 septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/la-produccion-de-tuna-una-actividad-rentable/>.

**MAUPOEY, Pedro. et al.** *Introducción al secado de alimentos por aire caliente.* [en línea]. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2020. [Consulta: 5 septiembre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/129677>

**MENDOZA MARTÍNEZ, Eduardo.** *Composición y propiedades de los alimentos.* México,- México: Mc Graw Hill, 2010, pp. 229.

**MICHELIS, Antonio & OHACO, Elizabeth.** *Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos.* [en línea]. Buenos Aires-Argentina: *inta.gob.ar* 2015. [Consulta: 22 noviembre 2022]. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_cartilla\\_secado.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf)

**MIRANDA CARREÑO, Rubén.** *Ingeniería de procesos.* [en línea]. Dextra Editorial, 2020. [Consulta: 6 septiembre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/133352>

**MOREIRA MACÍAS, ROBERT. Et al.** *Frutas Tropicales Diversidad, Procesos y Beneficios para la Salud.* [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo-Ecuador. 2021. Pp 3. [Consulta: 18 agosto 2022]. Disponible en: [https://sga.uteq.edu.ec/media/evidenciasiv/2022/12/05/evidencia\\_articulo\\_202212516427\\_KLy8IFs.pdf](https://sga.uteq.edu.ec/media/evidenciasiv/2022/12/05/evidencia_articulo_202212516427_KLy8IFs.pdf)

**MOREIRA, Macías. Et al.** *Frutas tropicales diversidad, procesos y beneficios para la salud.* [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador 2021. pp. 3-4. [Consulta: 18 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.uteq.edu.ec/doc/investigacion/libros/60.pdf>. ISBN: 978-9942-33-398-8.\

**MOREIRA, Ricardo.** *Diagnóstico base del cultivo de piña en Ecuador con énfasis en el cultivo del cultivar “criolla o milagreña.* [Consulta: 22 agosto 2018]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/322665769\\_diagnostico\\_base\\_del\\_cultivo\\_de\\_pina\\_en\\_necuador\\_con\\_énfasis\\_en\\_el\\_cultivo\\_del\\_cultivar\\_criolla\\_o\\_milagrena](https://www.researchgate.net/publication/322665769_diagnostico_base_del_cultivo_de_pina_en_necuador_con_énfasis_en_el_cultivo_del_cultivar_criolla_o_milagrena)

**NATURSAN.** *Las cualidades nutritivas de la crema de cacahuete y sus beneficios.* [blog]. [Consulta: 5 septiembre 2022]. Disponible en: [https://www.natursan.net/las-cualidades-nutritivas-de-la-crema-de-cacahuete-y-sus-beneficios/#google\\_vignette](https://www.natursan.net/las-cualidades-nutritivas-de-la-crema-de-cacahuete-y-sus-beneficios/#google_vignette).

**NTE INEN 1572.** *Miel de abeja. Requisitos. Primera revisión.* Miel de abeja. Requisitos. Primera revisión

**NTE INEN 1836.** *Frutas Frescas. Piña. Requisitos. Segunda revisión 2016-09. Frutas Frescas. Piña. Requisitos. Segunda revisión 2016-09.*

**NTE INEN 1978.** *Frutas frescas. Tuna. Requisitos. Primera Edición. Frutas frescas. Tuna. Requisitos. Primera Edición.*

**ORREGO, Ce. Et al.** *Crir Rev Food Csi Nutr* “Developments and trends in fruit bar production and characterization”. [en línea], 2014, pp. 84-97. [Consulta: 10 octubre 2022]. DOI. 10.1080/10408398.2011.571798. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24188234/>

**OSUNA, Mariana. Et al.** *nanopdf* “Elaboración de pan fortificado con ácidos grasos Omega 3 y 6 ”. [en línea], 2006, (Argentina) 1, pp. 15. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: [https://nanopdf.com/download/elaboracion-de-pan-fortificado-con-acidos-grasos-omegas-3-y-6\\_pdf](https://nanopdf.com/download/elaboracion-de-pan-fortificado-con-acidos-grasos-omegas-3-y-6_pdf)

**PADRÓN, Carlos.** *Composición química de la piña y beneficios que aporta.* [blog]. [Consulta: 23 agosto 2022]. Disponible en: <https://hive.blog/hive-196387/@capp/composicion-quimica-de-la-pi-a-y-beneficios-que-ap-1595086638>.

**PUBLITEC.** *La mantequilla de maní.* [blog]. [Consulta: 5 septiembre 2022]. Disponible en: <http://www.publitec.com.ar/contenido/objetos/Lamantequillademan.pdf>.

**SANABRIA, N. Et al.** *Acta microscopica* “Textura y microestructura en semirodajas de piña deshidratada variedad roja española”. [en línea], 2018, 27, pp. 1-7. [Consulta: 9 septiembre 2022]. Disponible en: <https://acta-microscopica.org/acta/article/view/92/45>

**SANABRIA, N. Et al.** *Textura y microestructura en semirodajas de piña deshidratada variedad roja española. (Acta microscopica)* [en línea], 2018 (Venezuela) 27(1), pp. 1-7. [Consulta: 15 junio 2022]. <https://acta-microscopica.org/acta/article/view/92/45>.

**SINNOTT, Ray & TOWLER, Gavin.** *Diseño en ingeniería química.* [en línea]. Editorial Reverté 2012. [Consulta: 8 septiembre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/106547>

**SIPA.** *Boletín situacional de piña.* [Consulta: 22 de agosto 2022]. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-agricolas/situacional-pina>.

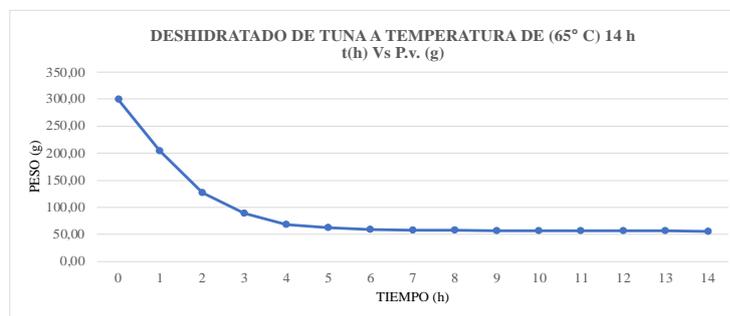
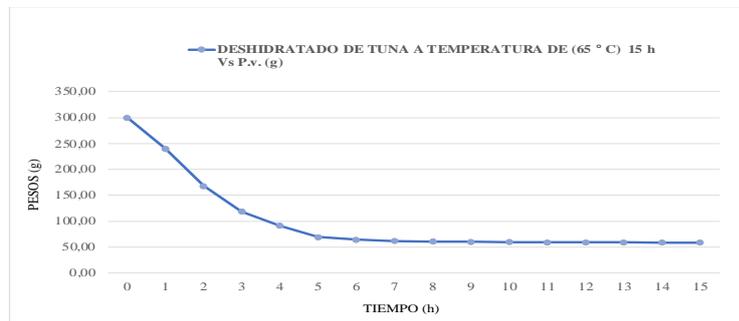
**ULLOA, José. Et al.** *“La miel de abeja y su importancia”.* Fuente [en línea], 2010 (España), pp. 12-14. [Consulta: 5 septiembre 2022]. ISSN 2007-0713. Disponible en: <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/01-04/2.pdf>

**ZENTENO, Sonia.** *Investigación Universitaria “Barras de cereales energéticas y enriquecidas con otras fuentes vegetales”.* [en línea], 2014, (Perú) 3(2), pp 58-66 [Consulta: 11 agosto 2022]. ISSN 2312-4253. Disponible en: <https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/riu/article/view/678>



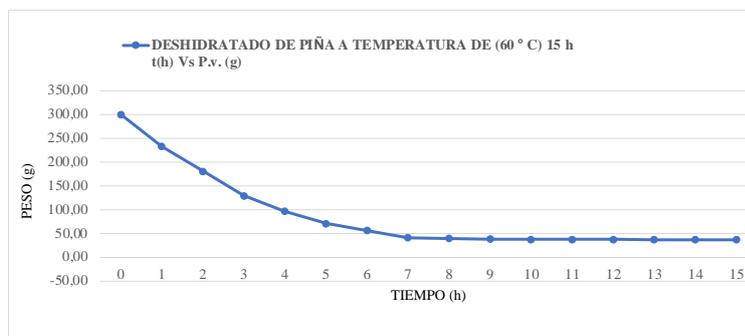
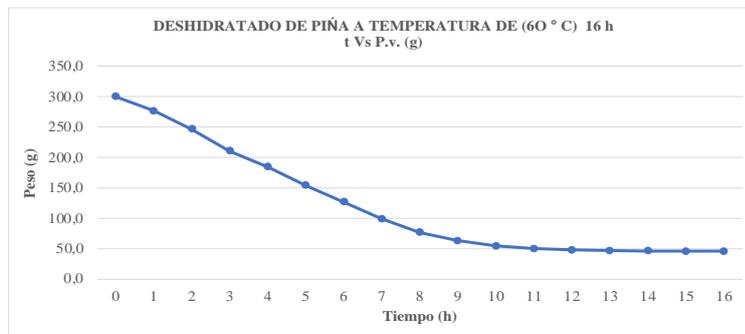
## ANEXOS

### ANEXO A: CURVATURA DE DESHIDRATADO DE TUNA A TEMPERATURA DE 65 °C EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS Y ESTUFA.



Realizado por: Auquilla, Jorge, 2022

### ANEXO B: CURVATURA DE DESHIDRATADO DE PIÑA A TEMPERATURA DE 60 °C EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS Y ESTUFA.



Realizado por: Auquilla, Jorge, 2022

**ANEXO C: DATOS DE REPETICIONES EN DESHIDRATADOR DE BANDEJA Y ESTUFA**

<b>Deshidratador de bandejas</b>					
<b>Fruta</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Código</b>	<b>Peso muestra (g)</b>	<b>Peso final (g)</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
Tuna	65	R1	300,00	58,40	19,47
		R2	300,00	58,70	19,57
		R3	300,00	59,30	19,77
		R4	300,00	59,70	19,90
		R5	300,00	60,15	20,05
Piña	60	R1	300,00	44,40	17,93
		R2	300,00	45,60	18,27
		R3	300,00	44,80	18,13
		R4	300,00	45,33	18,31
		R5	300,00	45,53	18,41

<b>Estufa</b>					
<b>Fruta</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Código</b>	<b>Peso muestra (g)</b>	<b>Peso final (g)</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
Tuna	65	R1	300,00	53,80	14,80
		R2	300,00	54,80	15,20
		R3	300,00	54,40	14,93
		R4	300,00	54,93	15,11
		R5	300,00	55,23	15,18
Piña	60	R1	300,00	43,00	14,33
		R2	300,00	39,50	13,17
		R3	300,00	39,80	13,27
		R4	300,00	37,57	12,52
		R5	300,00	35,97	11,99

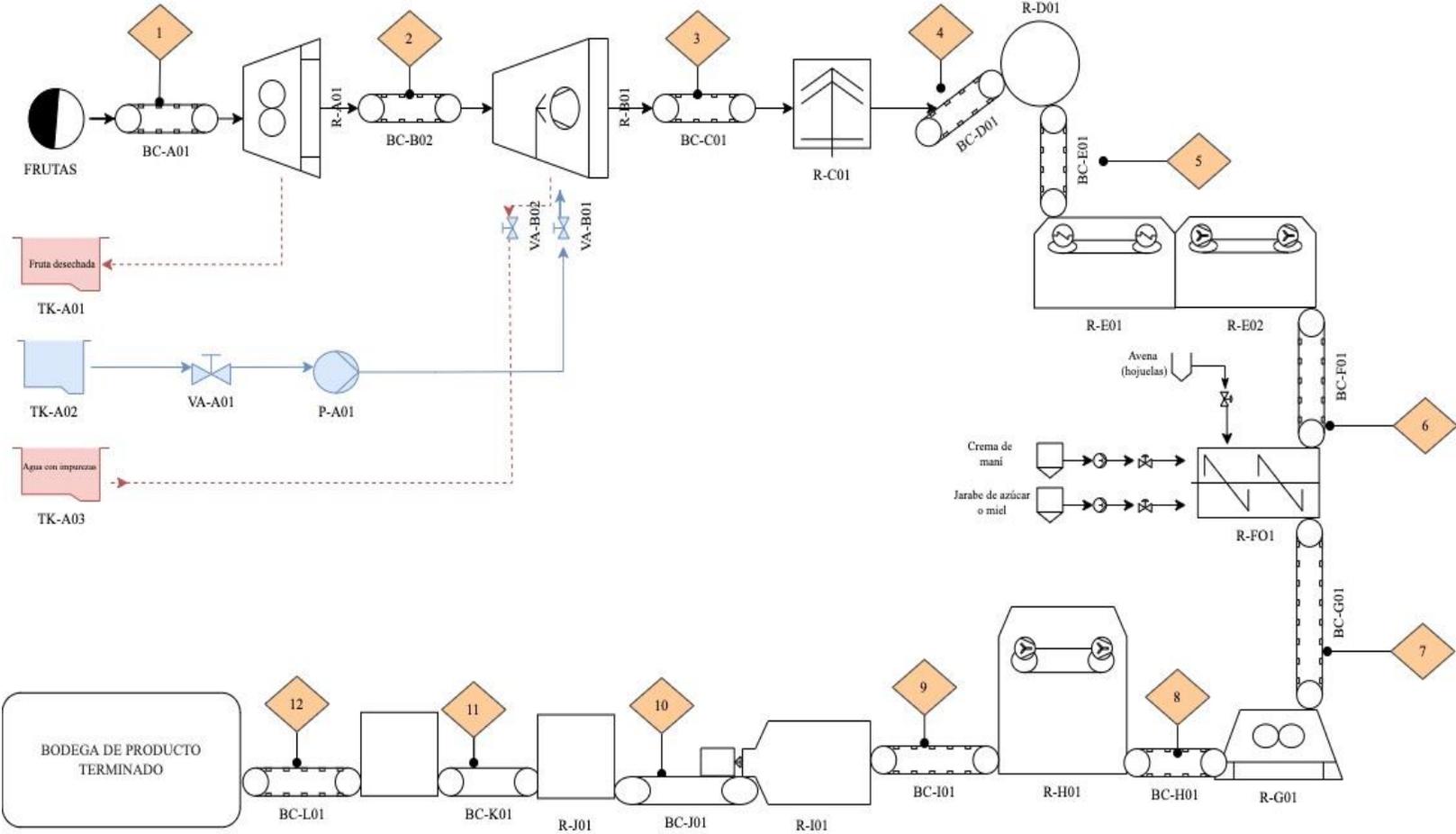
**ANEXO D: PRUEBA T PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS CON RELACIÓN AL RENDIMIENTO DE TUNA Y PIÑA DESHIDRATADA.**

<b>Prueba t para medias de dos muestras emparejadas</b>		
<b>(Tuna deshidratada)</b>		
	<i>Bandejas</i>	<i>Estufa</i>
Media	59,25	54,63
Varianza	0,51	0,31
Desviación estandar	0,71	0,55
Observaciones	5	5
Coeficiente de correlación de Pearson	0,80915478	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	24,56	
P(T<=t) una cola	8,1544E-06	
Valor crítico de t (una cola)	2,132	
P(T<=t) dos colas	0,0000163	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776445105	

<b>Prueba t para medias de dos muestras emparejadas</b>		
<b>(Piña deshidratada)</b>		
	<i>Bandejas</i>	<i>Estufa</i>
Media	45,13	39,17
Varianza	0,27	7,00
Desviación estandar	0,52	2,65
Observaciones	5	5
Coeficiente de correlación de Pearson	-0,8172190	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	4,33	
P(T<=t) una cola	0,006183	
Valor crítico de t (una cola)	2,132	
P(T<=t) dos colas	0,0124	
Valor crítico de t (dos colas)	2,7764	

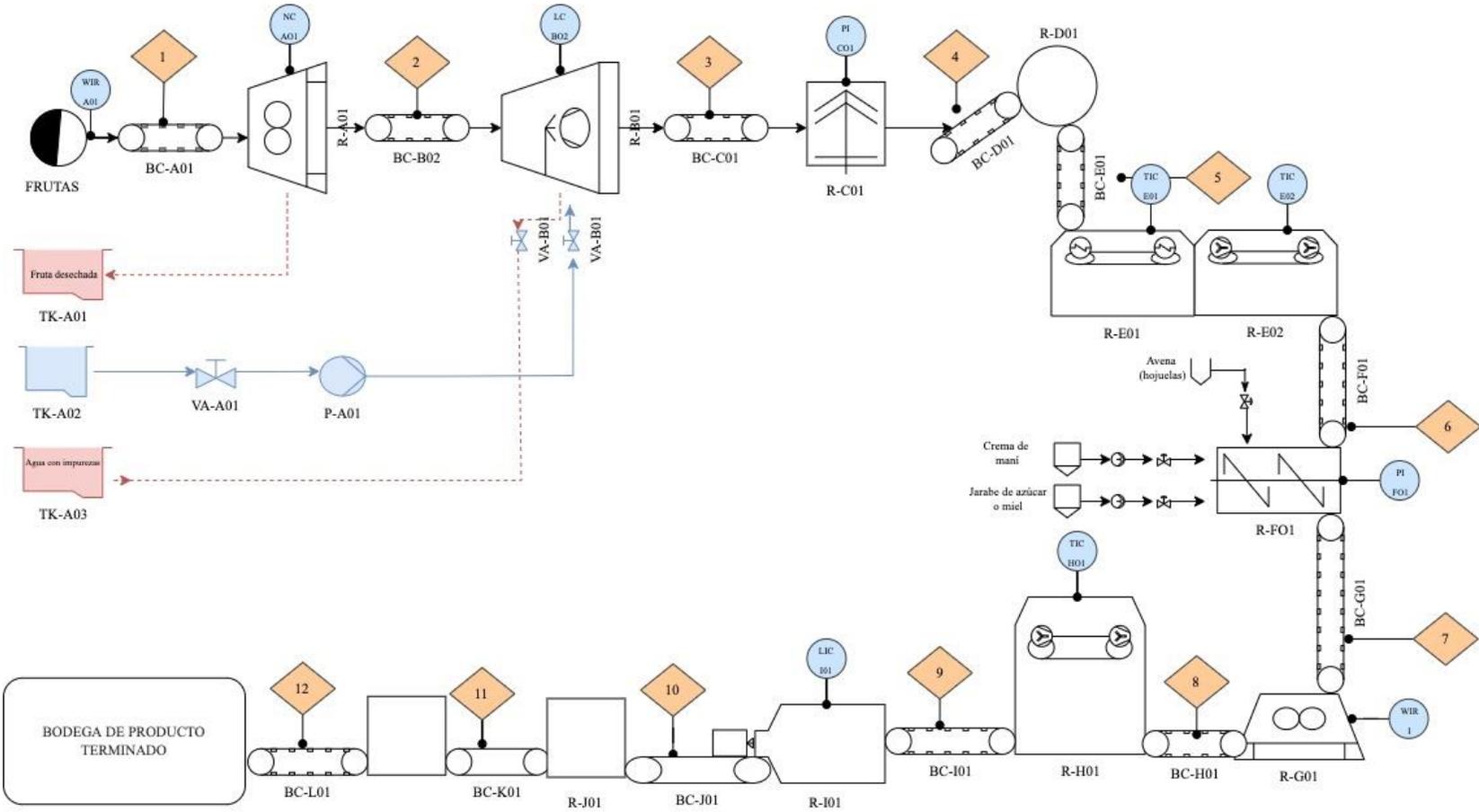
**ANEXO E: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (PFD)**



**ANEXO F: CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN PARA EL DIAGRAMA PFD PARA ELABORAR BARRAS DE CEREAL CON FRUTAS DESHIDRATADAS TUNA Y PIÑA.**

<b>Código</b>	<b>Identificación del equipo</b>
<b>BC-A01</b>	Banda transportadora n.º 1 en el área A
<b>R-A01</b>	Maquina seleccionadora de fruta N.º 1 en el área A
<b>BC-B02</b>	Banda transportadora n.º 2 en el área B
<b>R-B01</b>	Lavadora de frutas n.º 1 en el área B
<b>TK-A01</b>	Tanque de frutas desechadas n.º 1 en el área A
<b>TK-A02</b>	Tanque de frutas desechadas n.º 2 en el área A
<b>TK-A03</b>	Tanque de frutas desechadas n.º 3 en el área A
<b>VA-A01</b>	Válvula de agua tipo globo n.º 1 en el área A
<b>P-A01</b>	Bomba de agua n.º 1 en el área A
<b>VA-B01</b>	Válvula de agua tipo globo n.º 1 en el área B
<b>VA-B02</b>	Válvula de agua tipo globo n.º 2 en el área B
<b>BC-CO1</b>	Banda transportadora n.º 1 en el área C
<b>R-C01</b>	Peladora de frutas n.º 1 en el área C
<b>BC-D01</b>	Banda transportadora n.º 1 en el área D
<b>R-D01</b>	Cortadora de frutas n.º 1 en el área D
<b>BC-E01</b>	Banda transportadora n.º 1 en el área E
<b>R-E01</b>	Deshidratador de bandejas n.º 1 en el área E
<b>R-E02</b>	Enfriador de deshidratados n.º 2 en el área E
<b>BC-F01</b>	Banda transportadora n.º 1 en el área F
<b>R-F01</b>	Mezcladora n.º 1 en el área F
<b>BC-G01</b>	Banda transportadora n.º 1 en el área G
<b>R-G01</b>	Laminadora tipo rodillo n.º 1 en el área G
<b>BC-H01</b>	Banda transportadora n.º 1 en el área H
<b>R-H01</b>	Enfriador n.º 1 en el área H
<b>BC-I01</b>	Banda transportadora n.º 1 en el área I
<b>R-I01</b>	Cortadora n.º 1 en el área I
<b>BC-J01</b>	Banda transportadora n.º 1 en el área J
<b>R-J01</b>	Empacadora horizontal n.º 1 en el área J
<b>BC-K01</b>	Banda transportadora n.º 1 en el área K
<b>BC-L01</b>	Banda transportadora n.º 1 en el área L

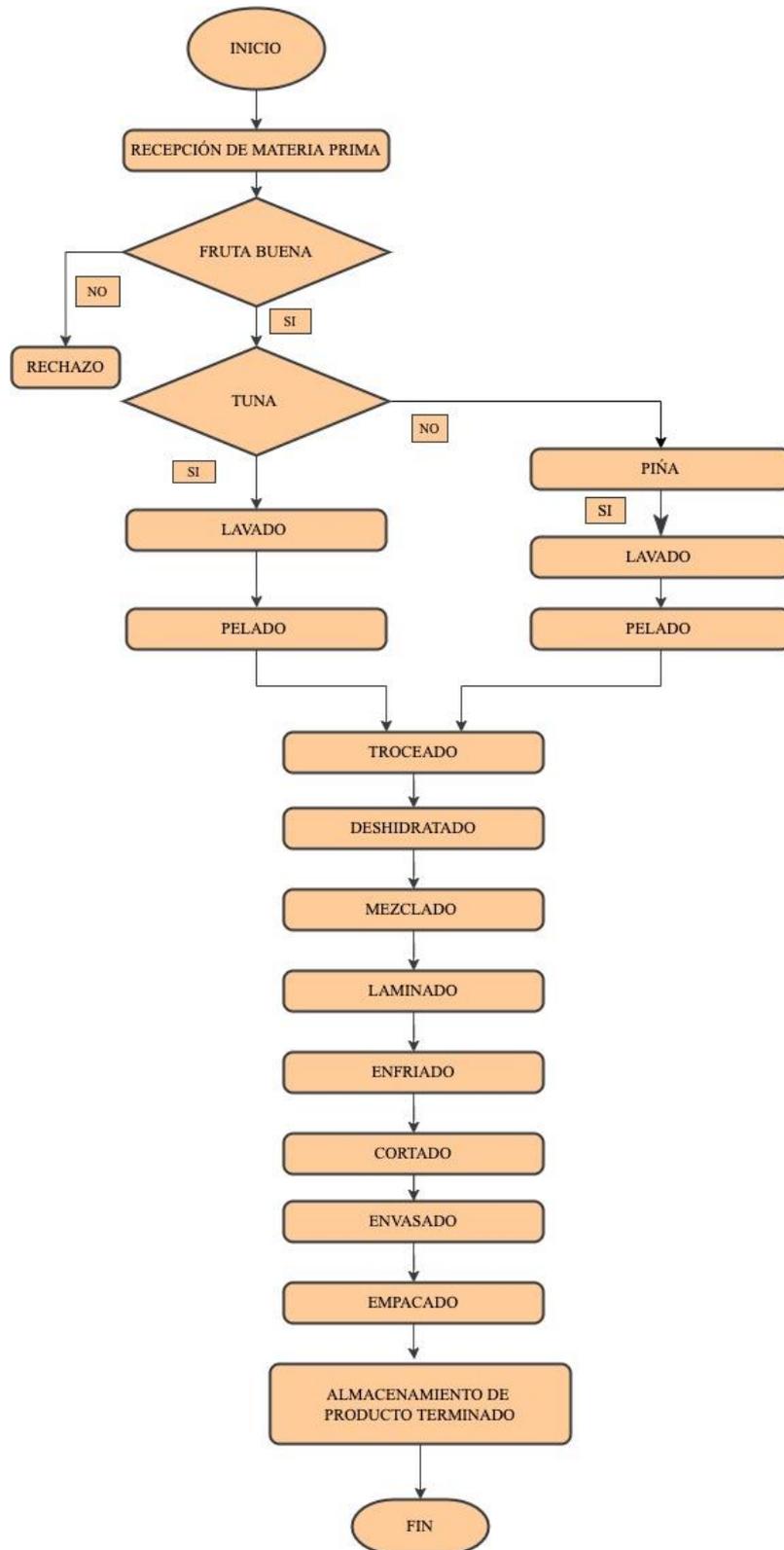
**ANEXO G: DIAGRAMA P&ID**



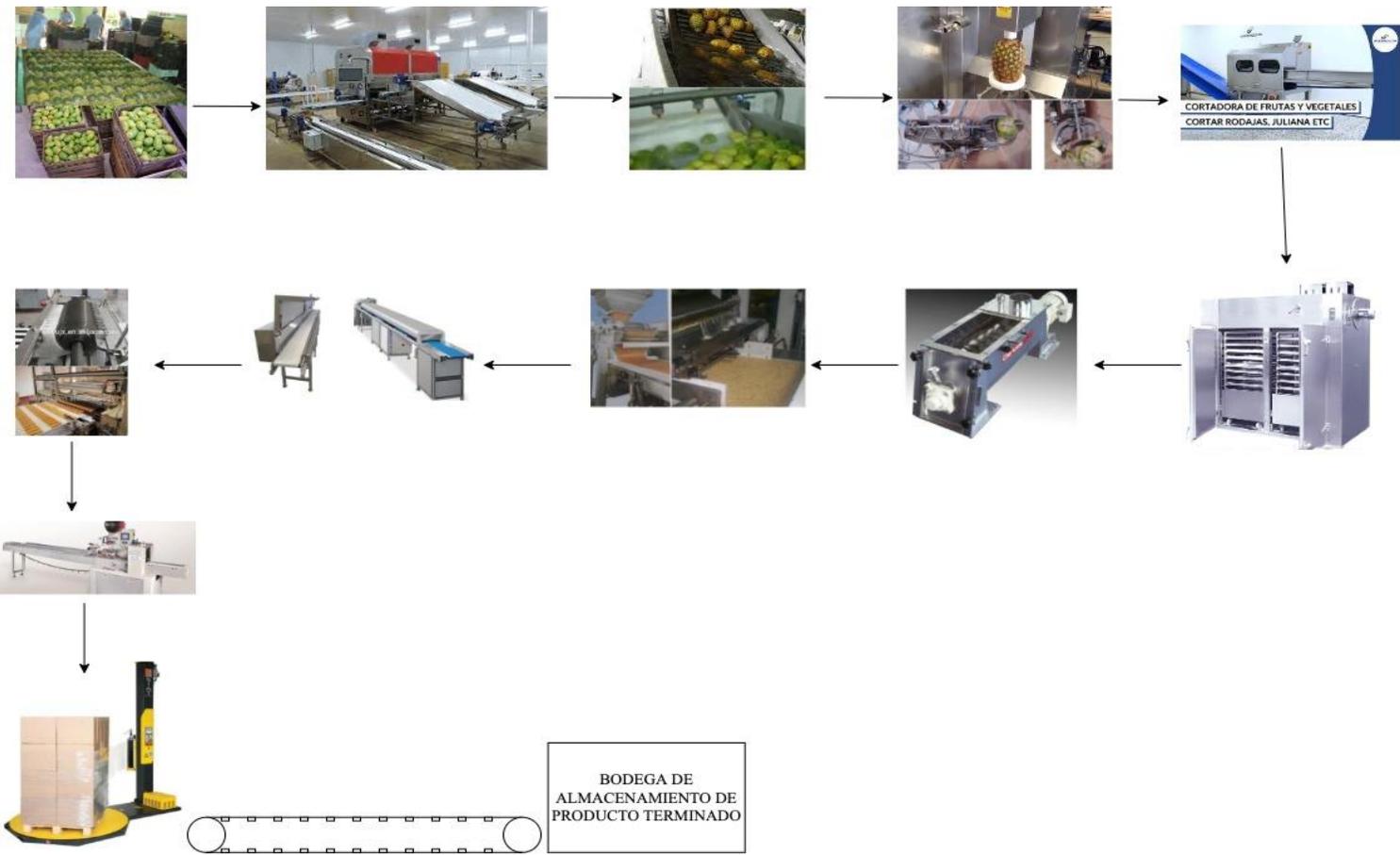
**ANEXO H: CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN PARA EL DIAGRAMA P&ID PARA ELABORAR BARRAS DE CEREAL CON FRUTAS DESHIDRATADAS TUNA Y PIÑA.**

<b>Código</b>	<b>Identificación del equipo</b>
<b>WIR-AO1</b>	Registrador, indicador de peso n.º 1 en el área A
<b>NC-A01</b>	Maquina seleccionadora de fruta n.º 1 en el área A
<b>LC-B01</b>	Controlador de nivel n.º 1 en el área B
<b>PI-C01</b>	Indicador de presión n.º 1 en el área C
<b>TIC-E01</b>	Controlador indicador de temperatura n.º 1 en el área E
<b>TIC-E02</b>	Controlador indicador de temperatura n.º 2 en el área E
<b>PI-F01</b>	Indicador de presión n.º 1 en el área F
<b>WIR-G01</b>	Registrador, indicador de peso n.º 1 en el área G
<b>TIC-H01</b>	Controlador indicador de temperatura n.º 2 en el área H
<b>LIC-B01</b>	Controlador indicador de presión n.º 1 en el área I

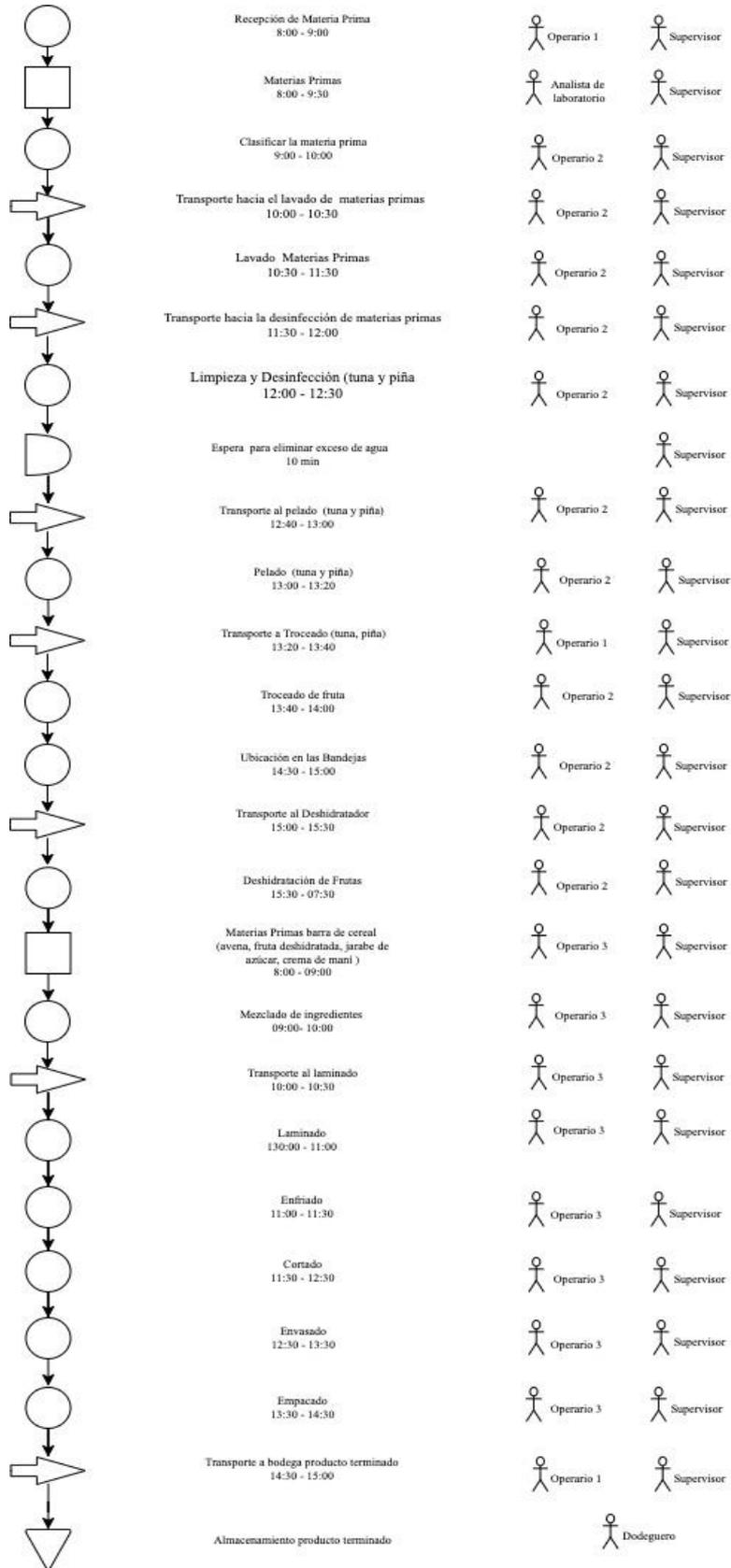
# ANEXO I: FLUJOGRAMA DE PROCESO



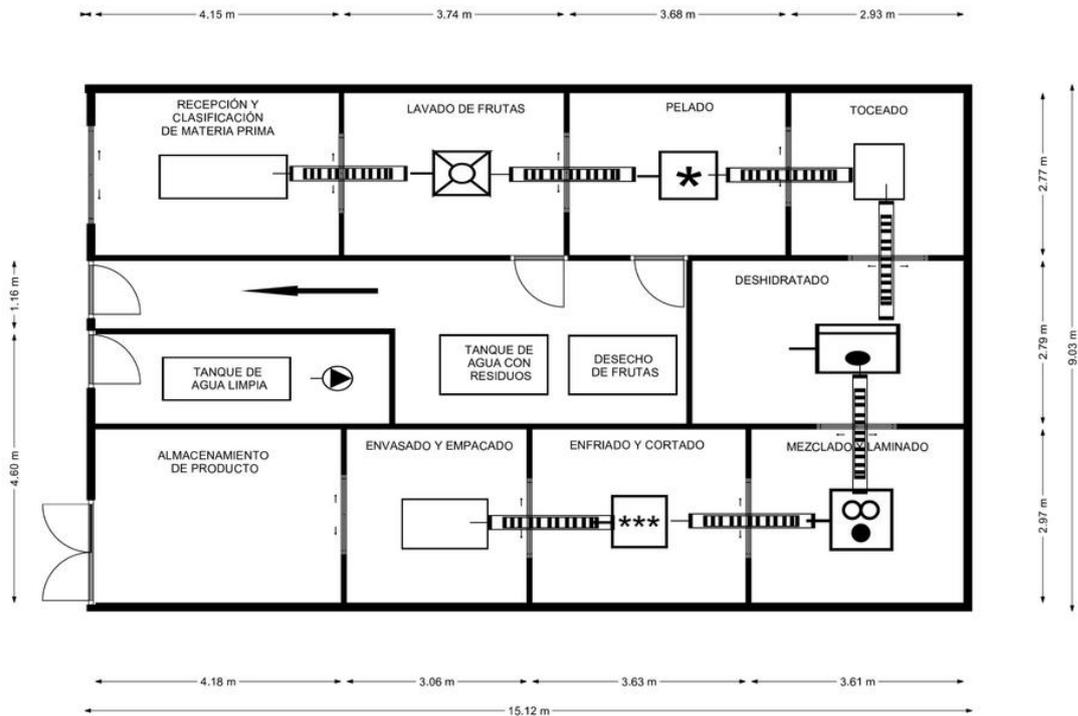
**ANEXO J: DIAGRAMA FÍSICO**



# ANEXO K: DIAGRAMA DE OPERACIONES



## ANEXO L: PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA



## ANEXO M: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

### FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

**PRODUCTO:** Barra de cereal con frutas deshidratadas tuna y piña.

NOMBRE:.....FECHA:.....HORA: .....

**INSTRUCCIONES:** Pruebe por favor la muestra de barra de cereal, e indique su nivel de agrado para la muestra marcando con una "X" la opción que describe su sentir con el producto presentado, considerando que la evaluación corresponde a; (7) me gusta mucho, (6) me gusta moderadamente, (5) me gusta poco, (4) no me gusta ni me disgusta, (3) me disgusta poco, (2) me disgusta moderadamente, (1) me disgusta mucho.

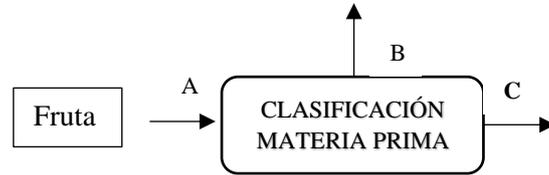
Categorización	Barra de cereal con frutas deshidratadas (tuna y piña)			
	Apariencia	Color	Olor	Sabor
me gusta mucho				
me gusta moderadamente				
me gusta poco				
no me gusta ni me disgusta				
me disgusta poco				
me disgusta moderadamente				
me disgusta mucho				

¡Gracias por su colaboración!

**ANEXO N: BALANCE DE MATERIA PARA BARRAS DE CEREAL CON FRUTAS DESHIDRATADAS**

**Clasificación de materia prima**

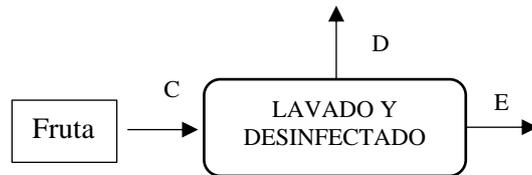
Perdida: 0,1 %



<b>TUNA</b>	<b>PIÑA</b>
$A=B+C$	$A=B+C$
$500\text{kg} = 0,5 \text{ Kg/día} + C$	$500\text{kg} = 0,5\text{Kg/día} + C$
$C = 499,5\text{Kg/día}$	$C = 499,5\text{Kg/día}$

**Lavado y desinfectado**

Perdidas: 0 %



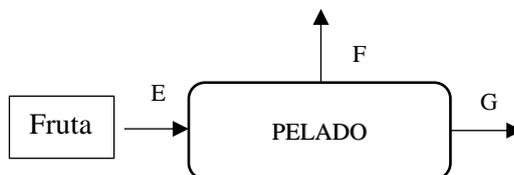
<b>TUNA</b>	<b>PIÑA</b>
$C=D+E$	$C=D+E$
$499,5\text{kg/día} = 0 \text{ Kg/día} + E$	$500\text{kg/día} = 0/\text{día} + E$
$E = 499,5\text{Kg/día}$	$E = 499,5\text{Kg/día}$

**Pelado**

Perdidas:

Tuna: 10 %

Piña: 10 %



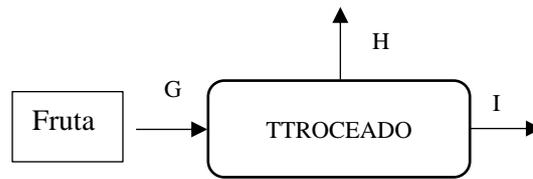
<b>TUNA</b>	<b>PIÑA</b>
$E=F+G$	$E=F+G$
$499,5\text{kg/día} = 49,95\text{Kg/día} + G$	$499,5\text{kg/día} = 49,95/\text{día} + G$
$G = 449,55\text{Kg/día}$	$G = 449,55\text{Kg/día}$

### Troceado

Perdidas:

Tuna: 1 %

Piña: 1 %



**TUNA**

$$G=H+I$$

$$449,55\text{kg/día} = 4,5\text{Kg/día}+G$$

$$I= 445 \text{ Kg/día}$$

**PIÑA**

$$G=H+I$$

$$449,55\text{kg/día} = 4,5 \text{ Kg/día}+G$$

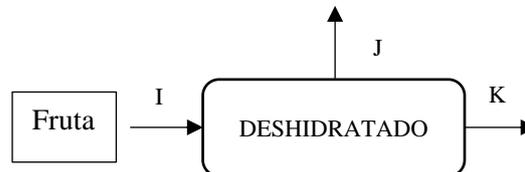
$$I= 445 \text{ Kg/día}$$

### Deshidratado

Perdidas

Tuna: 80 %

Piña: 84 %



**TUNA**

$$I=J+K$$

$$445\text{kg/día} = 356\text{Kg/día}+K$$

$$K= 89 \text{ Kg/día}$$

**PIÑA**

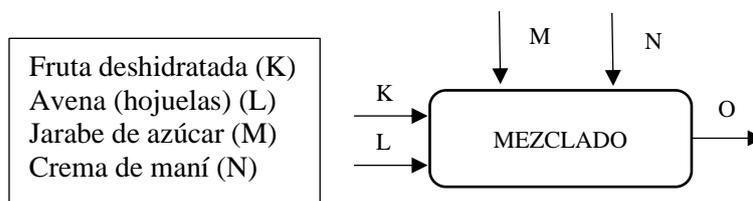
$$I=J+K$$

$$445\text{kg/día} = 373,8\text{Kg/día}+K$$

$$K= 71,2 \text{ Kg/día}$$

### Mezclado

Perdidas 0 %



**Barra de cereal**

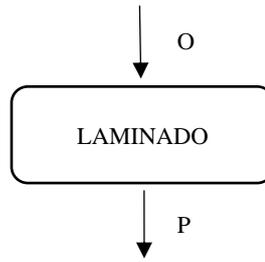
$$K+L+M+N=O$$

$$O= 140 \text{ Kg/día}+64 \text{ Kg/día}+ 64 \text{ Kg/día}+ 12 \text{ Kg/día}+ 120 \text{ Kg/día}$$

$$O= 400 \text{ Kg/día}$$

### Laminado

Perdidas 0 %

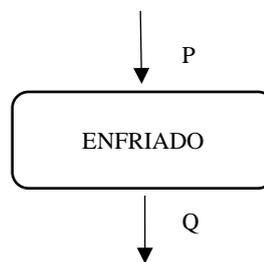


$$O=P$$

$$P= 400 \text{ Kg/día}$$

### Enfriado

Perdidas 0 %

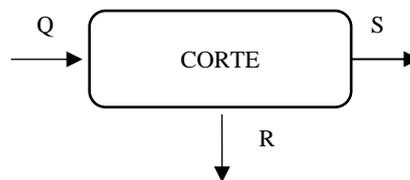


$$P=Q$$

$$Q= 400 \text{ Kg/día}$$

### Corte

Perdidas 1 %

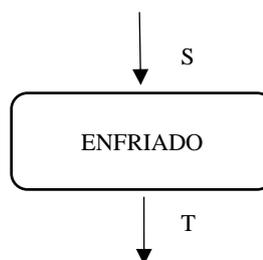


$$Q=R+S$$

$$S= 400 \text{ Kg/día} - 4 \text{ kg/día}$$

$$S= 396 \text{ Kg/día}$$

### Envasado



$$T= 396 \text{ Kg/día}$$

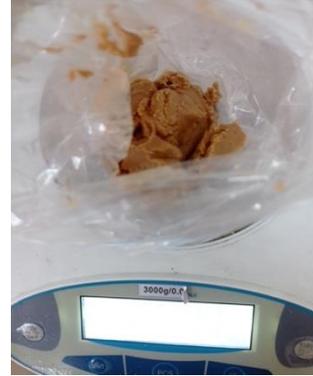
$$0,025 \text{ Kg} \text{ -----} 1 \text{ Barra}$$

$$396 \text{ kg} \text{ -----} x= 15.840 \text{ Barras/día}$$

**ANEXO O: PREPARACIÓN DE LAS FRUTAS TUNA Y PIÑA PARA SU DESHIDRATACIÓN**



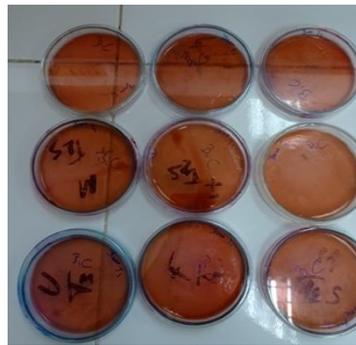
**ANEXO P: ELABORACIÓN DE LA BARRA DE CEREAL CON FRUTAS DESHIDRATADAS**



## ANEXO Q: ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE LA BARRA DE CEREAL



## ANEXO R: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BARRA DE CEREAL



## ANEXO S: EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA BARRA DE CEREAL





esPOCH

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 25 / 01 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> JORGE LUIS AUQUILLA CAYAMBE
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> CIENCIAS PECUARIAS
<b>Carrera:</b> INDUSTRIAS PECUARIAS
<b>Título a optar:</b> INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS
<b>f. responsable:</b> Ing. Crithian Fernando Castillo Ruiz



0205-DBRA-UTP-2023