



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA
ELABORACIÓN DE UNA BARRA PROTEICA CON SOYA (*Glycine
max*) GERMINADA Y SEMILLAS DE ZAPALLO (*Cucurbit max*)**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: KERLY MALENA VARGAS PIURI

DIRECTORA: Ing. SILVANA PAOLA OCAÑA COELLO

Riobamba - Ecuador

2022

© 2022, Kerly Malena Vargas Piuri

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

Yo, KERLY MALENA VARGAS PIURI, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que proviene de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora 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, 30 de noviembre de 2021

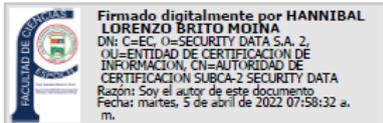


Kelry Malena Vargas Piuri

1105423410

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAS DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal de trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BARRA PROTEICA CON SOYA (*Glycine max*) GERMINADA Y SEMILLAS DE ZAPALLO (*Cucurbit max*)**, realizado por la señorita: **KERLY MALENA VARGAS PIURI**, 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.

	FIRMA	FECHA
Ing. Marco Raúl Chuiza Rojas, Mgs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: MARCO RAUL CHUIZA	2022-03-22
Ing. Silvana Paola Ocaña Coello DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 Firmado electrónicamente por: SILVANA PAOLA OCANA COELLO	2022-03-22
Ing. Hanníbal Lorenzo Brito Moína, PhD. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 Firmado digitalmente por HANNIBAL LORENZO BRITO MOÍNA DN: C=EC, O=SECURITY DATA S.A. 2, (O)=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, CN=AUTORIDAD DE CERTIFICACION SUBCA-2 SECURITY DATA Razón: Soy el autor de este documento. Fecha: martes, 5 de abril de 2022 07:58:32 a. m.	2022-03-22

DEDICATORIA

Con el más profundo amor, admiración y ser mi mayor motivación dedico a mi madre Isabel Piuri por sus innumerables bendiciones, su trabajo constante para demostrarme el valor, sencillez y humildad del ser humano y por las duras batallas de la vida que tuvimos que pasar para levantarnos con más ganas de triunfar. Ahora juntas y en compañía de Dios subiremos un peldaño más en nuestras vidas.

Kerly

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud más grande a Dios por ser mi guía y maestro para con la sociedad, a mi familia por ser pilar de mi vida y el motivo de mis triunfos, a mis amigos por ser parte de risas, compañeros de estudio y consejeros, finalmente; le agradezco a la ESPOCH y maestros por ser los intermediarios de mi formación académica y permitirme ser un profesional capacitado y capaz de generar una huella con esta investigación a futuras generaciones.

Kerly

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.	Identificación del problema.....	1
1.2.	Justificación del proyecto.....	1
1.3.	Beneficiarios directos e indirectos.....	2
1.3.1.	<i>Directos</i>	2
1.3.2.	<i>Indirectos</i>	2
1.4.	Localización.....	2
1.5.	Objetivos.....	3
1.5.1.	<i>General</i>	3
1.5.2.	<i>Específicos</i>	3

CAPÍTULO II

2.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	4
2.1.	Antecedentes.....	4
2.2.	Bases teóricas.....	4
2.2.1.	<i>Macronutrientes</i>	4
2.2.1.1.	<i>Proteína</i>	5
2.2.1.2.	<i>Carbohidratos</i>	7
2.2.1.3.	<i>Lípidos</i>	8
2.2.2.	<i>Requerimientos nutricionales en las personas</i>	9
2.2.3.	<i>Generalidad de las barras proteicas</i>	10
2.2.3.1.	<i>Procesos de elaboración</i>	10
2.2.4.	<i>Soya (Glycine max)</i>	11
2.2.4.1.	<i>Morfología y taxonomía</i>	11

2.2.4.2.	<i>Características nutricionales</i>	12
2.2.5.	Zapallo (<i>Cucúrbita max</i>)	13
2.2.5.1.	<i>Morfología y taxonomía</i>	14
2.2.5.2.	<i>Características nutricionales</i>	15
2.2.6.	<i>Germinado se semillas</i>	15
2.2.7.	<i>Programación lineal para mezcla de alimento</i>	15

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	16
3.1.	Ingeniería del proyecto	16
3.1.1.	<i>Tipo de estudio</i>	16
3.1.2.	<i>Métodos y técnicas</i>	16
3.1.2.1.	<i>Métodos</i>	16
3.1.2.2.	<i>Técnicas</i>	17
3.1.3.	Parámetros de investigación de la soya germinada	20
3.1.3.1.	<i>Descripción de procedimiento a nivel de laboratorio de la soya germinada</i>	21
3.1.3.2.	<i>Resultados de la proteína de la soya por tiempo de germinación</i>	23
3.1.4.	Análisis de formulación	24
3.1.4.1.	<i>Resultados de formulación</i>	26
3.1.4.2.	<i>Análisis de sensibilidad para la formulación</i>	26
3.1.4.3.	<i>Aporte energético para la barra nutritiva</i>	27
3.1.5.	Procedimiento a nivel de laboratorio de la barra proteica	29
3.1.6.	Variables del proceso	32
3.1.7.	Balances de masa y energía	33
3.1.7.1.	<i>Balance de masa</i>	33
3.1.7.2.	<i>Balance de energía</i>	37
3.1.8.	Dimensionamiento de equipos	42
3.1.8.1.	<i>Diseño de tostador</i>	42
3.1.8.2.	<i>Diseño del picador</i>	46
3.1.8.3.	<i>Diseño de marmita</i>	52

CAPÍTULO VI

4.	RESULTADOS	60
4.1.	Validación del producto	60

4.2.	Propuesta del diseño de equipos	61
4.3.	Proceso de producción	62
4.3.1.	<i>Diagrama del proceso</i>	62
4.3.2.	<i>Descripción del proceso a nivel experimental.....</i>	63
4.3.3.	<i>Capacidad de obtención del producto</i>	64
4.4.	Requerimientos de tecnología, equipos y maquinarias	65
4.4.1.	<i>Requerimientos de equipos</i>	65
4.4.2.	<i>Requerimientos para el funcionamiento del proceso</i>	66
4.5.	Análisis de resultados	66

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS 75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Características que las proteínas en los alimentos.....	6
Tabla 2-2: Características de los lípidos en los alimentos	8
Tabla 3-2: Rangos aceptables de distribución de macronutrientes (RAM) para dietas saludables, según el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU	9
Tabla 4-2: Requerimientos estimados de energía para individuos saludables moderadamente activos	10
Tabla 5-2: Taxonomía de la soya	12
Tabla 6-2: Composición de la soya y sus partes por cada 100g en base seca	12
Tabla 7-2: Variedades de zapallo más comunes en Ecuador	13
Tabla 8-2: Taxonomía del zapallo	14
Tabla 9-2: Composición nutricional de todas las partes del zapallo por cada 100g.....	15
Tabla 1-3: Determinación de la humedad.....	17
Tabla 2-3: Determinación de la ceniza	17
Tabla 3-3: Determinación de la Proteína.....	18
Tabla 4-3: Determinación de la Grasa.....	18
Tabla 5-3: Determinación de la Fibra.....	19
Tabla 6-3: Determinación de Carbohidratos	19
Tabla 7-3: Requisitos microbiológicos para las granolas	20
Tabla 8-3: Requisito físico para las granolas.....	20
Tabla 9-3: Tiempo y temperatura de remojo	21
Tabla 10-3: Tiempo y temperatura de germinación.....	21
Tabla 11-3: Contenido de proteína cruda en diferentes días de germinación de la soya.....	23
Tabla 12-3: Información nutricional para 1Kg de producto	28
Tabla 13-3: Variables del proceso de obtención de la barra proteica	32
Tabla 14-3: Formulación a nivel de laboratorio	33
Tabla 1-4: Resultados microbiológicos para las barras nutritivas.....	60
Tabla 2-4: Resultado físico para las barras nutritivas.....	60
Tabla 3-4: Resultado del dimensionamiento del tostador	61
Tabla 4-4: Resultado del dimensionamiento del picador.....	61
Tabla 5-3: Resultado del dimensionamiento de la marmita.....	62
Tabla 6-4: Requerimientos del proceso de elaboración de la barra proteica.....	65
Tabla 7-4: Requerimientos en la elaboración del producto	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Localización de Bromatología y Procesos industriales en la ESPOCH.....	3
Figura 1-2. Estructura del alfa aminoácidos	6
Figura 2-2. Diagrama del proceso de elaboración de barras alimenticias.	11
Figura 1-3. Diagrama del proceso de la soya germinada.	21
Figura 2-3. Recepción y pesado de la materia prima.	22
Figura 3-3. Remojado.	22
Figura 4-3. Germinado.	23
Figura 5-3. Secado.	23
Figura 6-3. Formulación de la barra nutritiva en la hoja de Microsoft Excel.	24
Figura 7-3. Parámetros de Solver para la formulación de la barra nutritiva en.....	25
la hoja de Microsoft Excel.	25
Figura 8-3. Resultado de Solver para la formulación de la barra nutritiva en la hoja de Microsoft Excel.	25
Figura 9-3. Resultado de la formulación de la barra nutritiva.	26
Figura 10-3. Resultado del análisis de sensibilidad en la hoja de Microsoft Excel.....	27
Figura 11-3. Tostado de soya.	29
Figura 12-3. Descascarillado de las semillas de zapallo.	29
Figura 13-3. Picado ciruelas pasas.	30
Figura 14-3. Peso de ingredientes secos.	30
Figura 15-3. Control de temperatura del aglutinante.	31
Figura 16-3. Incorporación de ingredientes secos	31
Figura 17-3. Compactación de mezcla.	32
Figura 18-3. Cortar de las barras nutritivas.	32
Figura 19-3. Esquema del tostador.....	44
Figura 20-3. Esquema de la picadora.	48
Figura 21-3. Esquema de la marmita de chaqueta.	58
Figura 1-4. Diagrama del proceso de elaboración de las barras nutritivas.....	63
Figura 2-4. Capacidad de producción.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2595:2011 GRANOLAS.
REQUISITOS

ANEXO B: RESULTADO DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA EN LA SOYA

ANEXO C: RESULTADO DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA SOYA

ANEXO D: RESULTADO DE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS SEMILLAS DE
ZAPALLO

ANEXO E: RESULTADO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO

ANEXO F: TABLAS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ACERO 304

ANEXO G: DISEÑO DEL TOSTADOR

ANEXO H: DISEÑO DE AGITADOR DEL TOSTADOR

ANEXO I: DISEÑO DEL PICADOR

ANEXO J: DISEÑO DE CUCHILLAS DE PICADOR

ANEXO K: DISEÑO DE LA MARMITA

ANEXO L: DISEÑO DEL AGITADOR DE LA MARMITA

ANEXO M: DISTRIBUCIÓN DE LA PLATA

RESUMEN

Este trabajo de investigación se basó en el diseño del proceso industrial para la elaboración de una barra nutritiva con soya germinada (*Glycine max*) y semillas de zapallo (*Cucurbit max*), para ello se obtuvieron las variables del proceso de germinación de la soya controlando sus días a un tiempo de remojo, humedad, luz y temperatura constante; se seleccionó el tratamiento 3 con 1 día de remojo y 6 días de germinado ya que alcanzó el mayor porcentaje de proteína, se obtuvo la formulación de la composición nutricional del alimento mediante programación lineal utilizando como herramienta Solver para resolver por el método Simplex el costo de materia prima óptimo, además, se estableció como restricciones los rangos aceptables de distribución de macronutrientes para dietas saludables, dando como resultado 7,39 dólares por kilogramo de mezcla y se utilizó 384g de soya, 200g de semillas de zapallo, 50g de ajonjolí, 116g de ciruelas pasas y 250g de almidón y un aporte nutricional de 23% de proteína, 20% grasa, 30% carbohidratos y 7% de humedad, valores utilizados para desarrollar a escala industrial las principales operaciones unitarias y el diseño de un picador, un tostador y una marmita semiesférica de chaqueta. Finalmente, la validación del proceso se efectuó según la normativa INEN 2595:2011 Granolas. Requisitos, donde se obtuvo que los parámetros microbiológicos y humedad están dentro de lo estipulado, obteniendo un producto con niveles de buena calidad para el consumo humano. Se recomienda continuar implementando nuevas tecnologías en los alimentos con el propósito de potencializar la composición nutricional y generar nuevos hábitos alimenticios a gusto de las personas.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE INGENIERÍA>, <BARRA NUTRITIVA>, <SOYA GERMINADA (*Glycine max*) >, <SEMILLAS DE ZAPALLO (*Cucurbit max*)>, <PROGRAMACIÓN LINEAL>.

LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO FABIO
MEDINA NUSTE
Número de reconocimiento (DN): c=EC,
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION-ECIBCE, i=QUITO,
serialNumber=0000621485, cn=LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.04.06 11:15:40 -05'00'



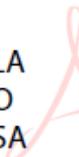
0612-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

This research work was based on the design of the industrial process for the elaboration of a nutritional bar with germinated soybean (*Glycine max*) and pumpkin seeds (*Cucurbit max*), for which the variables of the soybean germination process were obtained by controlling its days at a constant soaking time, humidity, light and temperature; treatment 3 was selected with 1 day of soaking and 6 days of germination as it reached the highest percentage of protein. The formulation of the nutritional composition of the feed was obtained by linear programming using the Solver tool to solve by the Simplex method the optimal cost of raw material; in addition, the acceptable ranges of macronutrient distribution for healthy diets were established as restrictions resulting in 7.39 dollars per kilogram of mixture and 384g of soya, 200g of pumpkin seeds, 50g of sesame, 116g of prunes and 250g of agglutinate were used, with a nutritional contribution of 23% protein, 20% fat, 30% carbohydrates and 7% moisture, values used to develop the main unit operations and the design of a chopper, a roaster and a hemispherical jacket kettle on an industrial scale. Finally, the validation of the process was carried out according to INEN 2595:2011 Granolas. These are the requirements, where it was obtained that the microbiological parameters and moisture are within the stipulated, obtaining a product with good quality levels for human consumption. It is recommended to continue implementing new technologies in food in order to enhance the nutritional composition and generate new eating habits to people's preference.

Keywords: <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>, <NUTRITIONAL BAR>, <GERMINATED SOYBEAN (*Glycine max*) >, <ZAPALLO SEEDS (*Cucurbit max*)>, <LINEAR PROGRAMMING>

ANA
GABRIELA
REINOSO
ESPINOSA



Firmado
digitalmente por
ANA GABRIELA
REINOSO ESPINOSA
Fecha: 2022.04.19
23:11:39 -05'00'

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

El consumo de alimentos sanos está generando una brecha muy grande en nuevos mercados, pues la ingesta de suministros nutritivos y equilibrados en la dieta diaria permite prevenir un sinnúmero de enfermedades relacionadas con la desnutrición y obesidad, además la industria de alimentos saludables en Ecuador no es potencializada como en otros países, pues se suma que las cascaras y semillas de las verduras, legumbres y frutas son consideradas como desperdicio, es decir las industrias no generan un valor agregado a los subproductos de la materia prima, constituyendo una parte negativa no solo a la empresa sino también al país para buscar nuevos mercados.

Actualmente en el Ecuador el zapallo a sufriendo un vasto desperdicio, pues el desaprovechando de la fruta es notable ya que se eliminan las semillas y cascaras sin considera la gran cantidad de proteína y fibra que contienen respectivamente, además es una fruta que no tiene un valor agregado puesto que el desarrollo de nuevas tecnológicas para los alimentos nutritivos en el país es escaso (Arroyo, 2018).

Las barras proteicas representan un alimento alternativo que podría llegar a utilizarse en la dieta, sin embargo, trabajos muestran que el porcentaje de proteínas en la mayoría de los productos comerciales en promedio es tan sólo 5,5 en el 2012 (Olivera *et al.*, 2012), 17% en 2015 y 33% en 2019 (Kerry, 2020).

1.2. Justificación del proyecto

La gran cantidad de proteína que tiene la semilla de zapallo y la soya (30% y 40% respectivamente), se convierten en una fuente potencial para desarrollar la barra nutritiva con alto valor proteico a un bajo costo, además considerar el uso de la soya germinada permite aumentar el porcentaje de proteína del alimento en un 4 a 6% (Warle *et al.*, 2015), (Pallavi and Kanika, 2016) mediante las reservas (carbohidratos, lípidos y proteínas) del eje embrionario de la semilla, que a su vez se puede llegar a alcanzar mejores condiciones organolépticas para la barra alimenticia.

La proteína de la soya es un excelente ejemplo de cómo la investigación puede aumentar la percepción por parte de los consumidores de los beneficios para la salud que representa el consumo de proteínas vegetales, y de cómo la innovación de nuevas tecnológicas pueden añadirles valor y diversificar el uso en una variedad de productos alimenticios (López, 2014).

1.3. Beneficiarios directos e indirectos

1.3.1. Directos

El principal sector beneficiario son los estudiantes de la carrera de Ingeniería Química de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ya que el trabajo recopila información del diseño de equipos y análisis de laboratorio información fundamental para la aplicación de las cátedras de operaciones unitarias, balance de masa y energía, ingeniería de alimentos, ingeniería de plantas entre otros.

Las industrias de alimentos en el Ecuador es otro sector que se puede beneficiar directamente porque el proyecto desarrolla nuevas tecnologías para disminuir gastos a través del uso de subproductos considerados como desperdicios, así mismo fomenta al desarrollo de productos saludables.

1.3.2. Indirectos

Estudiantes de otras carreras o universidad se pueden beneficiar con la información recopilada en el proyecto, así como el sector agropecuario del país puesto que el enfoque de la investigación es la innovación de nuevas tecnológicas pueden añadirles valor y diversificar el uso en una variedad de productos alimenticios.

1.4. Localización

El estudio se desarrollará en los laboratorios de la Facultas de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de la ciudad de Riobamba.

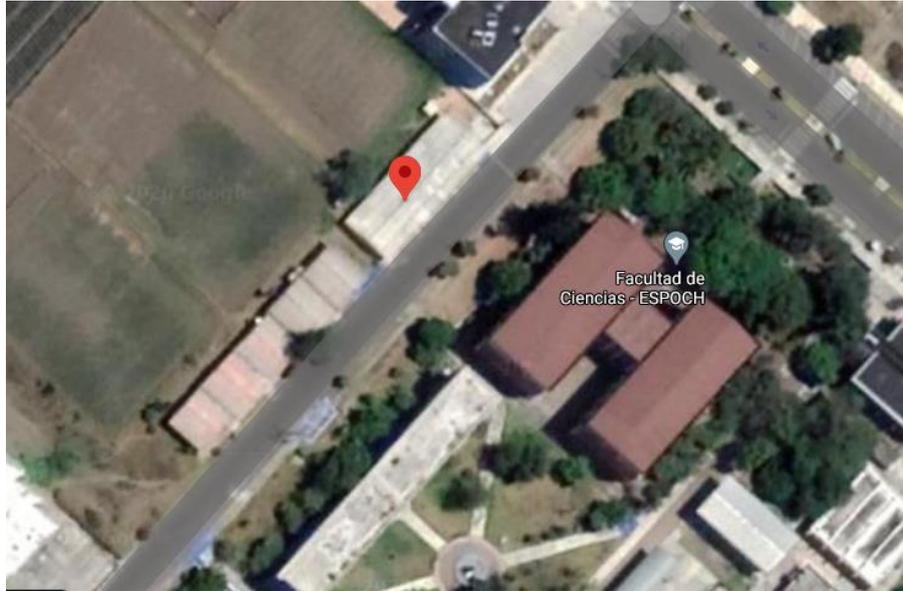


Figura 1-1. Localización de Bromatología y Procesos industriales en la ESPOCH.

Fuente: Google.

1.5. Objetivos

1.5.1. General

Diseñar un proceso industrial para la elaboración de una barra proteica con soya (*Glycine max*) germinada y semillas de zapallo (*Cucurbit max*).

1.5.2. Específicos

- Identificar los parámetros adecuados de la soya (*Glycine max*) germinada mediante el método Kjeldahl.
- Determinar la composición proximal de la materia prima para su posterior evaluación.
- Formular la composición nutricional de la barra proteica mediante programación lineal para la obtención del producto a escala de laboratorio.
- Realizar el diseño de ingeniería para la obtención de la barra proteica a escala industrial.
- Validar el proceso a través de la caracterización física y microbiológica de la barra nutritiva según la normativa INEN 2595.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes

Las nuevas tecnologías en alimentos sanos para maximizar el valor nutritivo de estos; se está incrementando notablemente, uno de ellos es el aumentar la concentración y digestibilidad de la proteína en la germinación de granos. Investigaciones relatan un incremento de la concentración de la proteína cruda en 1.76% para el amaranto, 2.26% para la soya y 2.48% para el guandul así mismo la digestibilidad de la proteína pasa de 79.40% a 90.35% en quinua, de 80.23% a 85.99% en soya y de 79.80% a 90.25% en guandul, esta investigación puede dar paso para crear alimentos nutritivos utilizando estas nuevas tecnologías (Chaparro *et al.*, 2010).

El propósito de crear alimentos nutritivos es disminuir las enfermedades por la malnutrición así lo relata una investigación de la Universidad Nacional de Trujillo, su propósito es elaborar una barra energética a base quinua germinada consiguiendo un mayor contenido proteico, es así que las condiciones óptimas de germinado de la quinua obtenidas son de 6 y 18 horas de remojo y tiempo de germinado respectivamente, así mismo se obtuvo una formulación de 8.52% de humedad, 14.95% de proteínas, 21.63% de grasas y 54.9% de carbohidratos que consto de utilizar 15, 25.5, 12.5, 10, 15, 10, 5, 5 y 5% de quinua, kiwicha, linaza, mano, pasas, miel, azúcar, mantequilla y agua se corresponda (Huamán *et al.*, 2019).

En la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador se elaboró una barra nutritiva dirigida a deportistas, en el cual se desarrolló 4 formulaciones basadas en investigación operativa con el módulo solver para determinar la formulación más económica y regida a especificaciones nutricionales recomendadas por el Comité Olímpico Internacional, obteniendo como resultado la formulación B como la más óptima con un aporte nutricional de 65, 20 y 15 % de carbohidratos, proteínas y lípidos respectivamente, utilizando avena, maní, banano, pasas, manzana, higos, glucosa, ácido cítrico y miel (Jijón, 2018).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Macronutrientes

El término "macromolécula" fue acuñado por primera vez en la década de 1920 por el premio Nobel "*Hermann Staudinger. Staudinger*" fue el primero en proponer que las macromoléculas

son polímeros, contruidos a partir de monómeros, así mismo un polímero es una molécula larga que consta de muchos bloques de construcción similares o idénticos unidos por enlaces covalentes (Beck, 2018).

Las macromoléculas orgánicas son aquello indispensable para el organismo y que se encuentra en mayor proporción en los alimentos, estos son carbohidratos, lípidos (o grasas) y proteínas además de estar conformados por polímeros con diferentes monómeros, tiene aun así los mismos mecanismos químicos mediante los cuales las células producen y descomponen (Royo, 2017).

2.2.1.1. Proteína

El químico holandés Gerardus J. Mulder introdujo el término proteína para designar la clase más abundante de biomoléculas en las células en 1838. Este se derivó de la palabra griega “*proteis*”, que significa primer rango de importancia. (Kurunczi and Oprea, 2002). En general las proteínas son macromoléculas formadas por alfa aminoácidos que indica que contiene un grupo funcional ácido carboxílico y un grupo funcional amina, en algunos casos se encuentra elementos como el hierro, cobalto o fósforo.

Las proteínas son importantes polímeros formados por varios aminoácidos unidos covalentemente o denominados enlaces peptídicos. El número y el orden secuencial de los aminoácidos en una cadena de proteínas determinan la estructura distintiva, el comportamiento químico característico y, en parte, la función biológica de cada proteína (Kurunczi and Oprea, 2002).

Los aminoácidos tienen un papel importante como elementos constitutivos de las proteínas, pero también son intermediarios en el metabolismo celular. Los seres humanos producen 10 de los 20 aminoácidos que forman las proteínas, los otros 10 deben ser tomados de la dieta diaria. Esto es debido a que no se cuenta con las enzimas requeridas para la biosíntesis de tales aminoácidos (Yruela and Sebastián, no date). Los 10 aminoácidos que se puede producir son alanina, asparagina, ácido aspártico (aspartato), cisteína, ácido glutámico (glutamato), glutamina, glicina, prolina, serina y tirosina. Los 10 aminoácidos esenciales o que no se biosintética en el organismo son: leucina, isoleucina, valina, metionina, lisina, fenilalanina, triptófano, treonina, histidina, arginina (Badui, 2006).

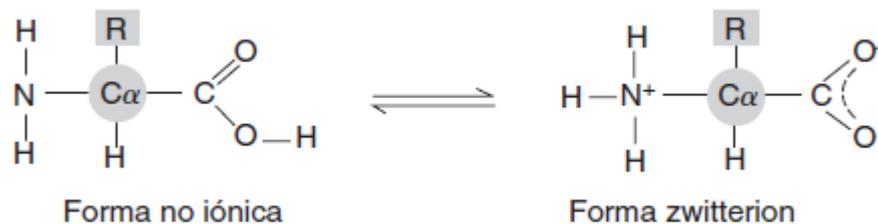


Figura 1-2. Estructura del alfa aminoácidos

Fuente: Badui 2006 p. 121.

Debido a la gran cantidad de aminoácidos que se pueden incorporar en cada posición dentro de la proteína, existen miles de millones de diferentes combinaciones de proteínas posibles que pueden usarse para crear nuevas estructuras proteicas (Badui 2006 p. 121).

- **Función**

Las proteínas en el organismo son estructurales, reguladoras, contráctiles o protectoras; pueden servir en transporte, almacenamiento o membranas; o pueden ser toxinas o enzimas.

Tabla 1-2: Características que las proteínas en los alimentos

FUNCIÓN	ALIMENTO	TIPO DE PROTEÍNA
SOLUBILIDAD	Bebidas	Proteínas del suero. carga neta, Proteínas aisladas de ajonjolí
VISCOSIDAD	Sopas, salsas postres y aderezos	Gelatina, soya.
ABSORCIÓN DE AGUA	Salchichas, pasteles y panes	Proteína musculares y huevo
GELACIÓN	Cárnicos, geles, pasteles, panadería, queso.	Proteínas musculares, proteínas de huevo y de leche.
ADHESIÓN-COHESIÓN	Cárnicos, salchichas, pastas, panificación.	Proteínas musculares, proteínas de huevo, proteínas de suero.
ELASTICIDAD	Panadería y cárnicos.	Proteínas musculares. Gluten y proteínas de cereales
EMULSIFICACIÓN Y ESPUMADO	Mayonesa, aderezos. Merengues, helados y productos batidos.	Proteínas musculares, huevo, leche, soya. Aislados proteicos de soya y ajonjolí. Leche y huevo.
CAPACIDAD DE LIGAR GRASA Y SABORES	Productos de panadería bajos en grasa, donas.	Proteínas lácteas, proteínas de huevo, gluten y proteína de cereales

Fuente: Badui, 2006 p. 188.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

- Fuentes alimentarias

Las proteínas se pueden encontrar en alimentos de origen vegetal y animal. Las proteínas de origen animal se las pueden encontrar en carnes, pescado, huevos, vísceras, leche y derivados. Los alimentos vegetales ricos en proteína son las legumbres, soja cacahuete y frutos secos (Instituto Tomás Pascual Sanz, 2010).

2.2.1.2. Carbohidratos

Los carbohidratos son polihidróxi aldehído o cetona es decir esta constituidos por carbono, hidrogeno y oxígeno de fórmula empírica $C(H_2O)_n$ de ahí proviene su otro nombre como hidratos de carbono. Estas macromoléculas son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza y también los más consumidos por las personas; en muchos países constituyen entre 50 y 80% de la dieta de la población (Marisela *et al.*, 2013).

Los alimentos ricos en carbohidratos son una parte importante de una dieta saludable. Los carbohidratos proporcionan al cuerpo glucosa, que se convierte en energía que se utiliza para apoyar las funciones corporales y la actividad física (Quirós, no date), además representan entre el 40 y el 80 por ciento de la ingesta energética total.

Los carbohidratos se pueden clasificar en azúcares simples como monosacáridos y oligosacáridos y en azúcares complejos como los polisacáridos.

Los monosacáridos son azúcares simples y son los partidarios de la formación de oligosacáridos y polisacáridos unidos a través de enlaces glucosídicos. Los polisacáridos se pueden su clasificar en digeribles y no digeribles, los primeros pueden ser utilizados de forma directa por el organismo ya que se descomponen en moléculas de azúcares y pueden constituir reservas glucídicas para vegetales el almidón y animales el glucógeno, mientras que los polisacáridos no digeribles conocidos como fibras no se puede descomponer en moléculas de azúcar y, en cambio, pasa por el cuerpo sin ser digerida pero ayudan a regular el uso de azúcares por parte del cuerpo, lo que ayuda a controlar el hambre y el azúcar en la sangre (Royo, 2017).

- Fuentes alimentarias

Las fuentes más saludables de carbohidratos (cereales integrales, verduras, frutas y frijoles sin procesar o mínimamente procesados) promueven la buena salud al proporcionar vitaminas, minerales, fibra y una gran cantidad de fitonutrientes importantes (Quirós, no date).

Las fuentes de carbohidratos menos saludables incluyen pan blanco, pasteles, refrescos y otros alimentos altamente procesados o refinados. Estos artículos contienen carbohidratos de fácil digestión que pueden contribuir al aumento de peso (Quirós, no date).

2.2.1.3. Lípidos

Los lípidos son grasas y aceites de origen animal y vegetal respectivamente y están constituidos en gran parte de triglicéridos es decir están formados por ésteres de una molécula de glicerol y tres moléculas de ácidos grasos en forma general contiene carbono, hidrógeno y oxígeno que integran cadenas hidrocarbonadas alifáticas o aromáticas, aunque también contienen fósforo y nitrógeno (Rios *et al.*, 2014). Los lípidos tienen la característica que son hidrófobos ("*temerosos del agua*") o insolubles en agua porque son moléculas apolares. Esto se debe a que son hidrocarburos que incluyen solo enlaces carbono-carbono o carbono-hidrógeno no polares (Cabezas, Hernández and Vargas, 2016).

- **Función**

Los lípidos constituyen la reserva energética más importante del organismo, aportan 9 kilocalorías por gramo (Kcal/g), transportan vitaminas liposolubles, desarrollan funciones fisiológicas, inmunológicas y estructurales (Cabezas, Hernández and Vargas, 2016).

Tabla 2-2: Características de los lípidos en los alimentos

Calidad
Textura, dan consistencia y estructura a muchos productos
Lubricación y saciedad al consumirlos
Color, debido a los carotenoides
Sabor, gracias a las cetonas, aldehídos y derivados carbonilos
Nutrición
Fuente de energía importante por la b-oxidación
Vehículo de vitaminas liposolubles
Son ácidos grasos indispensables, linoleico y linoléico
Promueven la síntesis de miscelas y de bilis
Facilitan la absorción de las vitaminas liposolubles
Biológico
Fuente de vitaminas A, D, E y K
El colesterol es precursor de la vitamina D3, de corticosteroides y de ácidos biliares
El ácido linoleico es componente de las acilglucoceramidas de la piel
El inositol favorece la transmisión de señales
El ácido araquidónico es precursor de eicosanoides y lipoxinas
El ácido docosahexanoico forma parte de las membranas celulares

Los ácidos poliinsaturados son moduladores en la síntesis de eicosanoides
Los fosfolípidos acetílicos ayudan a la agregación de las plaquetas

Fuente: Badui, 2006 p. 246.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

- Fuentes alimentarias

Sus principales fuentes son las semillas oleaginosas y los tejidos animales, terrestres y marinos, ya que las frutas y las hortalizas presentan normalmente muy bajas concentraciones, con algunas excepciones como el aguacate, las aceitunas y algunos tipos de nueces (Badui 2006 p. 247).

2.2.2. *Requerimientos nutricionales en las personas*

Las necesidades nutricionales es la cantidad de energía y nutrientes esenciales que cada persona requiere para lograr que su organismo se mantenga sano y pueda desarrollar sus variadas y complejas funciones (FAO, no date).

Tabla 3-2: Rangos aceptables de distribución de macronutrientes (RAM) para dietas saludables, según el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU

Macronutrientes	% Ingesta diaria de energía
Grasas	20-35
Carbohidratos	30-65
Proteínas	10-35
Ácido linoleico	5-10
Ácido linolénico	0.6-1.2
Relación linoleico/ linolénico	5,1-10,1
Ácido eicosapentaenoico	10
Ácido docosahexaenoico	10
Azúcares añadidos	≤ 25

Fuente: Hernández, 2004.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

La energía alimentaria que es requerida para el sostenimiento de la respiración, circulación sanguínea, trabajo físico y síntesis de proteínas corporales es suministrada por carbohidratos, proteínas y grasas estas proporcionan 4kcal/g carbohidratos, 4kcal/g proteínas y 9kcal/g lípidos (FAO, no date)

Tabla 4-2: Requerimientos estimados de energía para individuos saludables moderadamente activos

Grupo de edades	Kcal/día	
	Masculino	Femenino
0-6 meses	570	520
7-12 meses	743	676
1 a 2 años	1 046	992
2 a 8	1742	1642
9 a 13	2279	2071
14 a 18	2152	2368
>18	3067	2403

Fuente: Hernández, 2004.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

2.2.3. Generalidad de las barras proteicas

Las barritas alimenticias son snacks de buenas características sensoriales y nutricionales por su alto contenido en carbohidratos, proteínas, lípidos y minerales estas tienen una composición compuesta por varios ingredientes que, en proporciones adecuadas, proporciona la cantidad necesaria de nutrientes al cuerpo que se necesita para el óptimo funcionamiento del organismo y al mismo tiempo imparte un sabor delicioso (Fernández and Fariño, 2011).

Las barras nutritivas son productos que pueden adecuarse a la mayoría de las metas de la Organización Mundial de la Salud para dieta saludable: sustituir las grasas saturadas por insaturadas, eliminar los ácidos grasos trans, aumentar el consumo de granos enteros, legumbres y frutos secos etc. (Olivera *et al.*, 2012).

2.2.3.1. Procesos de elaboración

Los procesos de elaboración de las barras alimenticias varían entorno a la composición y la tecnología que se desee, sin embargo, existen dos partes importantes que abarca cualquier proceso; es la mezcla de alimentos secos y el jarabe o aglutinante que se utiliza para incorporar la barra nutritiva. En la Figura 2-2. se presenta el diagrama de un proceso para elaborar una barra alimenticia en la que se incorpora 60% de ingredientes secos y 40% de aglutinantes o ingredientes líquidos y luego se realiza el secado de la barra, sin embargo, se puede también presentar procesos en el que no se incorpora el secado al final de la mezcla únicamente se enfría a temperatura ambiente y el aglutinante permite compactar el alimento.

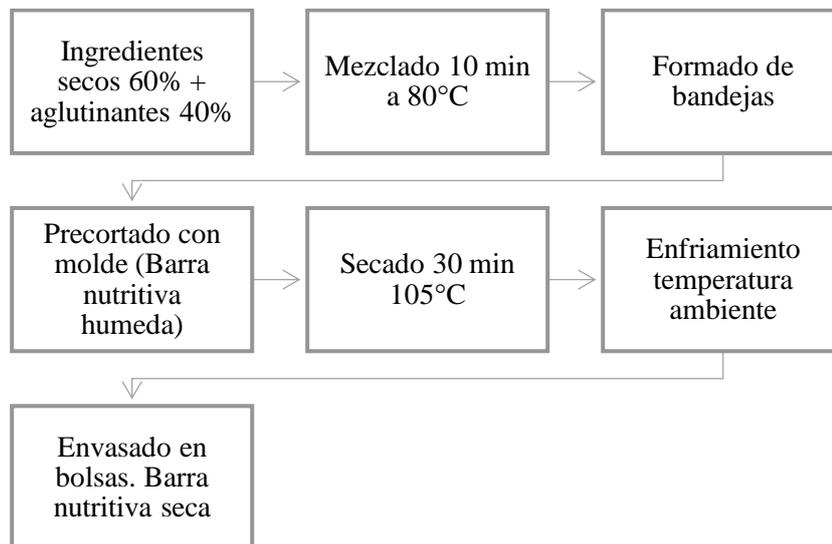


Figura 2-2. Diagrama del proceso de elaboración de barras alimenticias.

Fuente: Olivera et al., 2012.

2.2.4. Soya (*Glycine max*)

La soja es la semilla oleaginosa más importante y una de las fuentes de proteínas principales y menos costosas producidas en todo el mundo porque cuenta con un adecuado contenido de aminoácidos esenciales que representan beneficios importantes para la salud, entre ellos se encuentran la capacidad de reducir los niveles de colesterol en la sangre; principalmente la soja ha servido como fuente de proteína en la dieta de las culturas orientales, y en la actualidad se la puede encontrar en una variedad de alimentos tradicionales hechos a base de esta leguminosa como son: la leche, tofu, nata, soja verde, germinado y tempeh (Jiménez, 2006).

2.2.4.1. Morfología y taxonomía

La soja es una legumbre su producción es anual de verano de clima caluroso y húmedo, de porte erguido, que alcanza entre 0,50 y 1,5 metros de altura. Posee hojas grandes, trifoliadas y pubescentes. Sus flores se ubican en las axilas de las hojas, son pequeñas, de color blanco-amarillento o azul-violáceo. Esta planta herbácea posee vainas cortas, que contienen en su interior entre uno y cuatro Granos oleaginosos, con distintas variaciones de color: amarillo o negro, aunque existen otras especies con semillas de color verde o castaño (Ridner et.al., 2006)

Tabla 5-2: Taxonomía de la soya

Reino:	Plantae
Subreino:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Rosales
Familia:	Leguminosae
Subfamilia:	Faboideae
Género:	Glycine
Subgénero:	Soya
Especie:	G.max

Fuente: Napa, 2011.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

En forma general, la soya está anatómicamente constituida por tres fracciones principales: la cascarilla, que representa aproximadamente el 8% del peso total de la semilla, el hipocótilo (2%) y el cotiledón (90%). En el cotiledón se encuentra el aceite en pequeñas divisiones llamados esferosomas, que a su vez están dispersos entre los cuerpos proteínicos (aleuronas), compuestos por aproximadamente un 98% de proteínas y algo de lípidos y de ácido fítico. La función de la proteína es de reserva para la germinación y el crecimiento de la planta (Badui 2006 p. 634).

2.2.4.2. Características nutricionales

La soya es una semilla de alto valor biológico que ha ganado reconocimiento por parte del consumidor en todo el mundo sobre todo por el gran porcentaje de proteínas que contiene, además el uso de tecnología apropiada puede permitir el incremento de los niveles nutricionales del alimento, todo esto ha permitido que se produzcan grandes cantidades de cultivos a nivel del mundo (Vanegas, Restrepo and López, 2009).

Tabla 6-2: Composición de la soya y sus partes por cada 100g en base seca

	Soya total	Cotiledón	Cascarilla	Hipo cotiledón
Energía (Kcal)	398	-	-	-
Proteína	38-42	43	9	41
Grasas Total	17-20	23	1	11
Carbohidratos totales	34	29	86	43
Ceniza	4,9	5	4,4	4,3

Fuente: Badui, 2006; Astiasar & Mart, 2000.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

2.2.5. Zapallo (*Cucúrbita max*)

La especie del género *Cucúrbita* probablemente sean las plantas útiles más antiguas de América, específicamente en Mesoamérica (Tehuacán, México) y en los Andes Centrales (Huaca Prieta, Perú) razones que fueron efectuados por arqueológicos. El género *Cucúrbita* tiene de 20 a 27 especies, donde las más utilizadas domésticamente son: *Cucúrbita argyrosperma* Huber, *C. ficifolia* Bouché, *C. máxima* Duchesne, *C. pepo* L. y *C. moschata* (Duchesne ex lam) *Duchesne ex Poi* (Camayo *et al.*, 2020).

La calabaza (*Cucúrbita maxima*), conocida popularmente como zapallo (Silva *et al.*, 2014) es una fruta con un alto contenido de carbohidratos, vitaminas, fósforo y fibra, y sus semillas, ricas en aceites y proteínas (Rodríguez R, Valdés R and Ortiz G, 2018), nutrientes de alto valor biológico y lo que permite que sea un alimento propio para incorporarlo en producto innovadores y funcionales.

En Ecuador la producción de esta fruta se ubicada en 53% región Sierra, 37% Costa y 10% Amazonia, si es cierto que en otros países se distribuye y su consumo es abundan en Ecuador los datos son bajos, únicamente el 10% de la población ecuatoriana consume zapallo, sin embargo, la única época que la comercialización de este género es abundante llegando hasta un 80% es en Semana Santa (Arroyo, 2018). Según el Informe Nacional sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación las especies cultivadas de *Cucúrbitas* en Ecuador son *argyrosperma*, *ecuadorensis*, *faprafolia*, *ficifolia maxima*, y *moschata pepo sp* (INEAP, 2008) y algunas variedades de zapallo se describen en la Tabla 7-2.

Tabla 7-2: Variedades de zapallo más comunes en Ecuador

Nombre	Imagen
Zapallo tetsokabuto <i>Cucúrbita maxima</i>	

<p>Zapallo limeño o anco Cucúrbita moschata</p>	
<p>Zapallo de burro Cucúrbita ecuadorensis</p>	

Fuente: Ministerio de Cultura y Patrimonio de Ecuador, 2016; INEAP, 2008.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

2.2.5.1. Morfología y taxonomía

La planta *Cucúrbita máxima* es herbácea diclinomonoica anual, esta tiene un sistema radial que alcanza una profundidad de 1,8 m, pero la mayor parte se encuentra en los primeros 60 cm. os tallos son rugosos y redondos; con tendencia a enraizar en los nudos, hay tallos rastreros de entre 10 y 30 m de largo, tienen tallos semirectos con entrenudos cortos. Hojas redondas sin manchas blancas. Las semillas son planas, ovales, de color verde claro, dentro de un casco o cáscara tienen un peso aproximado entre 50 y 250 mg. Las flores son amarillas, comúnmente solitarias y ocasionalmente las masculinas se encuentran en fascículos. Las flores masculinas tienen pedúnculos largos, tres estambres, filamentos libres, anteras lineales, conniventes, siendo una de ellas monoteca. Las flores femeninas son cortas, pedunculadas, con ovario inferior, oblongo o unipolar. El fruto está conformado por 9% semillas, 61% pulpa y 10% placenta y 20% cascara (Arroyo, 2018; Rodríguez R, Valdés R and Ortiz G, 2018; Rossel *et al.*, 2018; Lemus *et al.*, 2019).

Tabla 8-2: Taxonomía del zapallo

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
Clase:	Magnoliophyta
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitaceae

Subfamilia:	Cucurbitaceae
Género:	Cucúrbita
Subgénero:	Zapallo
Especie:	C.max

Fuente: Napa, 2011.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

2.2.5.2. Características nutricionales

Las características nutricionales se encuentran en todas las partes que componen al fruto, corteza; pulpa y semillas.

Tabla 9-2: Composición nutricional de todas las partes del zapallo por cada 100g

	Pulpa húmeda	Semillas con cascara	Semillas sin cascara	Corteza
Energía (Kcal)	40	-	-	124,4
Proteína	2	28,92	24,36	11,61
Grasas Total	0,1	35	49	1,65
Carbohidratos totales	14,32	5,57	6,99	26,79
Humedad	87,78	4,45	5,58	89,53

Fuente: Arroyo, 2018; Amin et al., 2019; Rossel et al., 2018.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

2.2.6. Germinado se semillas

La germinación es un proceso biológico mediante el cual las semillas emergen de una etapa latente, luego de que se les proporciona la humedad, temperatura y condiciones de nutrientes adecuadas que son necesarias para el crecimiento y desarrollo (Ramos *et al.*, 2020). Durante la germinación, se desencadena una secuencia de cambios metabólicos, debido al uso de sus reservas (carbohidratos, lípidos y proteínas) para el desarrollo de su eje embrionario (Chaparro *et al.*, 2010), aumentando la digestibilidad de los nutrientes y reduciendo los niveles o actividades de los compuestos antinutricionales.

2.2.7. Programación lineal para mezcla de alimento

La programación lineal es una técnica con sustento matemático usada para optimizar algunas funciones como el costo, al tiempo que se cumplen con una serie de especificaciones o restricciones (Sharma, Mulvaney and Rizvi, 2003).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ingeniería del proyecto

3.1.1. Tipo de estudio

El proyecto es de tipo técnico porque a más de considerar el desarrollo de la barra nutritiva en base a una formulación por programación lineal se determina las variables del proceso para determinar la viabilidad de la barra nutritiva en el ámbito industrial. Las consideraciones para desarrollar el tipo de estudio se basaron en una investigación inductivo, deductivo y experimental.

3.1.2. Métodos y técnicas

3.1.2.1. Métodos

- Método inductivo

Se utiliza el método inductivo para ir desarrollo el proyecto desde lo más simple que es la recopilación de información mediante fuentes bibliográficas y los análisis proximales de la materia prima para su formulación por medio de una programación lineal realizada en Excel hasta ir determinado las variables del proceso por medio de cálculos.

- Método deductivo

Se utiliza el método deductivo porque se desarrolla una barra nutritiva en base a restricciones de macronutrientes que rige el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU para dietas saludables, empleando un programa línea en Excel para determinar las cantidades de los ingredientes a utilizar.

- Método descriptivo

La elaboración de la barra nutritiva consta de tostar la soya germinada, descascarillar las semillas de zapallo, picar las ciruelas pasas y pesar los ingredientes incluido el ajonjolí la miel y

el azúcar, posteriormente se prepara el aglutinante que consta de miel y azúcar en partes iguales y se incorpora los sólidos, se deja enfriar, se compacta y se corta las barritas nutritivas.

3.1.2.2. Técnicas

El análisis proximal se realiza a la materia prima e ingredientes que va a conformar la barra nutritiva con la finalidad de proveer datos para desarrollar la programación lineal, y por otra parte los análisis físicos y microbiológicos se utilizan para el producto terminado con la finalidad de validar el proyecto basado en los requerimientos expuestos en la normativa INEN 2595.

- Análisis proximales

Tabla 1-3: Determinación de la humedad

Fundamento	Técnica	Cálculos
Evaporar el agua libre con calor a una temperatura de 100 a 110°C	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar de 1 a 5 g de muestra en una capsula de porcelana tarada • Ingresar a la estufa (100- 110) °C • Dejar 2 a 3 horas hasta peso constante 	$\%SS = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} * 100$ <p>%SS= Contenido de solidos totales en porcentaje en masa m= Peso de capsula vacío en g m₁= Peso de capsula con la muestra húmeda en g m₂= Peso de capsula con la muestra seca en g</p> $\%H = 100 - \%SS$ <p>%H= Contenido de humedad en porcentaje en masa</p>

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

Tabla 2-3: Determinación de la ceniza

Fundamento	Técnica	Cálculos
Eliminar la materia organica presente en la muestra por incineración a 550°C	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar la muestra en un crisol tarado y seco • Quemar la muestra en el reverbero hasta que no desprenda humos • Ingresar la muestra carbonizada a la mufla a 550°C hasta observar una ceniza blanca. • Sacar en un desecador por 30 min • Pesar la ceniza blanca y repetir hasta peso constante 	$\%C = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} * 100$ <p>%C= Contenido de ceniza en porcentaje en masa m= Peso del crisol vacío en g m₁= Peso del crisol con la muestra húmeda en g m₂= Peso del crisol con la ceniza en g</p>

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

Tabla 3-3: Determinación de la Proteína

Fundamento	Técnica	Cálculos
<p>MÉTODO MACROKJELDAHL</p> <p>Cuantificar la cantidad de proteína verdadera, en la digestión oxidando la muestra con ácido sulfúrico concentrado hasta sus formas más simples, en la destilación liberando el amoniaco atrapado en el sulfato de amonio al destilarlo con hidróxido de sodio y recibirlo en una cama de ácido bórico para finalmente titular el nitrógeno con ácido clorhídrico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 0.5g de muestra seca e introducirla en el tubo de digestión macroKjeldahl. • Añadir 2g de la mezcla catalizadora (1.8g de K₂SO₄ y 0.2g CuSO₄), 20mL de ácido sulfúrico concentrado, procurando no manchar las paredes del tubo. • Colocar el tubo en el digestor, conectar el digestor y la bomba y encender, programar hasta 90min. • Dejar enfriar por 1 hora • Retirar el tubo frío del digestor y adicionar 25ml de agua destilada para disolver el contenido. • Colocar el tubo en la parte izquierda del digestor y en la derecha un erlenmeyer con 50ml de ácido bórico al 4% con tres gotas de indicador mixto (rojo de metilo y verde bromo crisol) se observará un color rojo. Encender el digestor. • Al finalizar la destilación se observará un color verde esmeralda. • Titular con HCl 0.1N hasta regresar al color rojo • Calcular el % de N₂ y de proteína 	$\%P = \frac{1.4 * f * V * N}{m} * 100$ <p>%P= contenido de proteína en porcentaje en masa f= factor específico para cada alimento V= volumen de HCl N= normalidad de HCl M= masa en gramos</p>

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

Tabla 4-3: Determinación de la Grasa

Fundamento	Técnica	Cálculos
<p>MÉTODO DE SOXHLET</p> <p>Extracción directa de la grasa por medio de un solvente de forma periódica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar 2 g de muestra seca y colocar en el dedal de celulosa previamente tarado. • Colocar algodón sobre el dedal para evitar evaporaciones. • Colocar el paquete en la cámara de sifonación • En el balón previamente tarado, adicionar 250 ml de éter etílico o éter de petróleo (punto de ebullición 40°C). • Armar el equipo. • Encender la fuente de calor e iniciar la extracción por 2 a 4h. • Al terminar la extracción, retirar el balón. • Evaporar el solvente en la estufa por media hora y dejar enfriar. • Pesar el balón más la grasa. • Calcular el peso de la grasa. 	$\%G = \frac{P_1 - P}{m} * 100$ <p>%G= contenido de grasa cruda o bruta en porcentaje en masa P₁= Masa del balón más la grasa cruda extraída en g P= Masa del balón vacío en g m= Masa de la muestra seca en g</p>

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

Tabla 5-3: Determinación de la Fibra

Fundamento	Técnica	Cálculos
<p>Digerir la muestra con un ácido y una base de tal forma que la muestra se degrade hasta conseguir una muestra resistente a estas dos digestiones, posteriormente la diferencia que exista entre el peso seco de la muestra resistente y su ceniza correspondiente resulta ser la fibra.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pesarse en un balón esmerilado de 500 ml 2g de muestra desengrasada y seca. • Colocar en el balón 250 ml de H₂SO₄ al 0.225N. • Armar un sistema de reflujo con el balón y dejarlo por 30 minutos contados a partir de la ebullición (repetir el proceso dos veces) • Retirar la mezcla del reflujo. • Filtrar al vacío, a través de una tela de dril o lino en caliente, recoger los filtrados en un vaso de precipitación • Lavar con agua caliente en un embudo buchner y agua suficiente hasta que el pH del líquido que se encuentra en el Kitasato tenga un pH neutro. • El residuo trasvasar nuevamente al balón aforado con lavados de solución de NaOH 0.225N hasta un volumen total de 250 ml. • Colocar el bala en el equipo de reflujo y calentar hasta ebullición. • Mantener la ebullición por media hora exacta contados a partir de que empieza a hervir. • Desconectar el sistema, enfriar y filtrar al vacío, repitiendo el proceso anterior que se hizo con el ácido utilizando tela de lino. • Lavar el vaso y el residuo del papel con 250 ml de agua destilada caliente hasta que le pH de Kitasato sea neutro. • Lavar por último con 15 ml de hexano o etanol. • Colocar el residuo en un crisol para dejar secar en una estufa a 105°C durante toda la noche, dejar enfriar y pesar. • Colocar el crisol en la mufla a 600°C por medio hora, enfriar en desecador y pesar. 	$\%F = \frac{P_1 - P}{m} * 100$ <p>%F= contenido de fibra cruda o bruta en porcentaje en masa P₁= Masa del crisol más el residuo desecado en la estufa en g P= Masa del crisol más las cenizas después de la incineración en mufla en g m= Masa de la muestra seca y desengrasada en g</p>

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

Tabla 6-3: Determinación de Carbohidratos

Fundamento	Cálculos
<p>Se agrupa todos los nutrientes no evaluados en el análisis proximal, constituidos principalmente por carbohidratos digeribles, debido a que se obtiene como resultado de restar de 100 los porcentajes calculado para cada nutriente.</p>	$ELN = 100 - \sum (\%H + \%C + \%F + \%G + \%P)$

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

- Análisis microbiológicos

Tabla 7-3: Requisitos microbiológicos para las granolas

Microrganismos	n	C	m	M	Método de Ensayo
Aerobios Mesófilos REP, (ufc/g)	5	1	10 ⁴	10 ⁵	NTE INEN 1 529-5
Mohos, (upc/g)	5	2	10 ²	10 ³	NTE INEN 1 529-10
Coliformes (ufc/g)	5	2	10	10 ²	NTE INEN 1 529-7
<i>Bacillus cereus</i>	5	1	10 ²	10 ⁴	ISO 7932
<i>Salmonella sp.</i>	5	0	Ausencia/25g	-	NTE INEN 1 529-15

Fuente: NTE INEN 2595:2011.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

Dónde:

n = Numero de muestras que se van a examinar

c = Numero de muestras permisibles con resultados entre m y M

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M = Índice máximo permisible para identificar nivel de calidad aceptable

- Análisis físico

Tabla 8-3: Requisito físico para las granolas

Requisito	Valor		Método de ensayo
	Mínimo	Máximo	
Humedad, % (m/m)	-	10,0%	ISO 712 *AOAC 925.09, 925.10

Fuente: NTE INEN 2595:2011.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

3.1.3. *Parámetros de investigación de la soya germinada*

Las condiciones para estructurar los parámetros de la soya germinada se basaron en investigaciones que afirman el aumento del porcentaje de proteína al germinar la soya, los parámetros a investigar son los días de germinado y el aumento de proteína correspondiente para cada día.

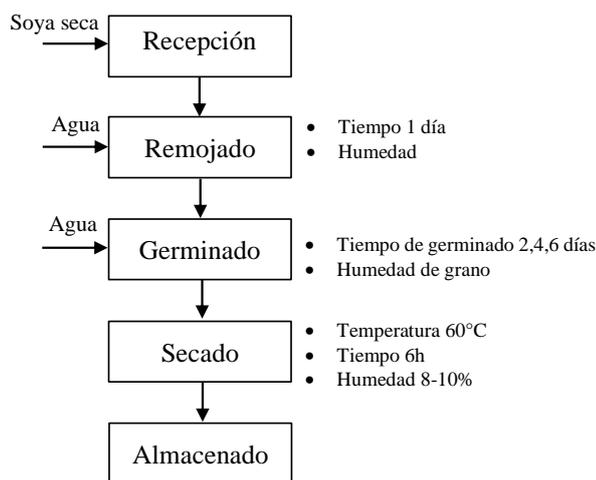


Figura 1-3. Diagrama del proceso de la soya germinada.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

El remojo es párate fundamental para la humectación de la semilla y la cantidad de agua deber ser tres veces superior el peso de soya a utilizar.

Tabla 9-3: Tiempo y temperatura de remojo

Tiempo (h)	Temperatura ambiente (°C)	Frecuencia de recambio de agua (h)
24	23-27	6

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

Tabla 10-3: Tiempo y temperatura de germinación

Tratamiento	Tiempo (días)	Temperatura del agua (°C)	Frecuencia de humectación (h)
1	2	23-27	24
2	4	23-27	24
3	6	23-27	24

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

3.1.3.1. Descripción de procedimiento a nivel de laboratorio de la soya germinada

- Se recepto la materia prima y se efectuó la limpieza respectiva eliminado impurezas y granos que no tengas las condiciones adecuadas. Se utilizo 100 g de semillas para cada tratamiento.



Figura 2-3. Recepción y pesado de la materia prima.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

- Se remojó los 100 g de soya de cada tratamiento con 1500ml de agua limpia siguiendo los parámetros descritos en la Tabla 7-3.



Figura 3-3. Remojado.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

- Culminado el tiempo de remojo se germinó en recipientes de aluminio se coloca papel absorbente húmedos para mantener la zona humectada durante los días de germinado y se siguió los parámetros descritos en Tabla 8-3.



Figura 4-3. Germinado.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

- Finalizado los días de germinado se lava y se seca en un secador industrial a 60°C



Figura 5-3. Secado.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

3.1.3.2. Resultados de la proteína de la soya por tiempo de germinación

Tabla 11-3: Contenido de proteína cruda en diferentes días de germinación de la soya

Tratamiento	Tiempo de Germinación	%Proteína
1	2	38,30
2	4	39,58
3	6	40,59

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

El porcentaje de proteína de la soya sin germinar es de 36%, por lo tanto, se observa que la germinación si produce un aumento de proteína a medida que se someta a más días, de lo cual

se puede destacar que el día sexto se obtiene 4,59% más de proteína, lo que representa 45,9 kg más de proteína cruda por cada tonelada de semillas de soya.

3.1.4. Análisis de formulación

La programación lineal es el método utilizado para la formulación del alimento, se aplicó como restricción los rangos aceptables de distribución de macronutrientes (RAM) para dietas saludables, según el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU, especificados en la Tabla 3-2 y las restricciones para los alimentos lo que permite jerarquizarlos según los requerimientos deseados y garantizar su participación, además se emplea la restricción de peso para tener un 1Kg de mezcla para la posterior elaboración de barras nutritivas de 30 gr, y se utiliza como herramienta el módulo de análisis Solver para encontrar el valor óptimo de la función objetivo en Microsoft Excel, ajustando las celdas variables ubicadas en la columna de *Cantidades Kg* para que cumplan con las celdas de restricción ubicadas en las tablas *Restricción de Nutrientes*, *Restricción de Ingredientes* y *Restricción de Peso* y obtener la función objetivo a menor costo.

La Figura 6-3. Indica la composición nutricional de los alimentos en cuestión previa caracterización, así mismo el precio por Kg de producto, la celda de color amarillo es la celda objetivo que va a estar sujeta a las restricciones para obtener un costo mínimo para la barra nutritiva, la celda “Cantidades en Kg” son celdas de variables usadas para calcular fórmulas en las celdas objetivos y de restricciones.

FORMULACIÓN																
INGREDIENTES							RESTRICCIONES DE NUTRIENTES				RESTRICCIONES DE INGREDIENTES					
	Proteína	Grasas	Carbohidratos	Humedad	Precio\$/kg	Cantidades Kg										
5	Soya	0,410	0,230	0,200	0,050	\$ 5,00		Proteína	0,1	≤	0,00	≤	0,35	Soya	0,3	≥
6	Semillas de Zapallo	0,316	0,507	0,075	0,060	\$ 7,00		Grasas	0,2	≤	0,00	≤	0,35	Semillas de Zapallo	0,2	≥
7	Ajonjolí	0,111	0,275	0,028	0,180	\$ 3,00		Carbohidratos	0,3	≤	0,00	≤	0,65	Ajonjolí	0,05	≥
8	Ciruela pasa	0,020	0,000	0,080	0,200	\$ 1,50		Humedad			0,00	≤	0,1	Ciruela pasa	0,05	≥
9	Aglutinante	0,000	0,000	0,790	0,020	\$ 15,00		Azúcares añadidos (aglutinante)	0,25	≤				Aglutinante	0,2	≥
10	TOTAL					\$ -	0,000	RESTRICCIÓN DE PESO								
11								Peso	1	=						
12																

Figura 6-3. Formulación de la barra nutritiva en la hoja de Microsoft Excel.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

La Figura 7-3. Indica los parámetros que se utilizan en el módulo Solver, como el mínimo costo de elaboración, las celdas que están sujetas a las restricciones y el modelo que se usa para resolver, Simplex LP.

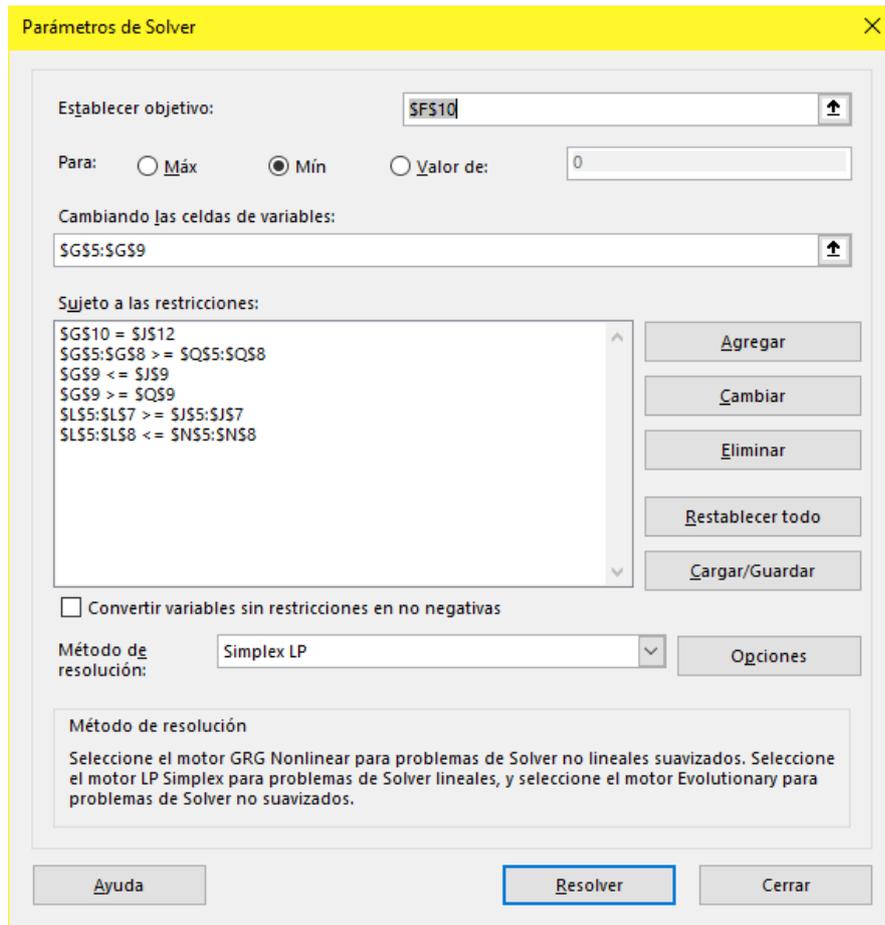


Figura 7-3. Parámetros de Solver para la formulación de la barra nutritiva en la hoja de Microsoft Excel.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

La Figura 8-3. Indica que Solver ha encontrado un resultado y que cumplan con todas las restricciones para un costo mínimo de elaboración de la barra nutritiva.

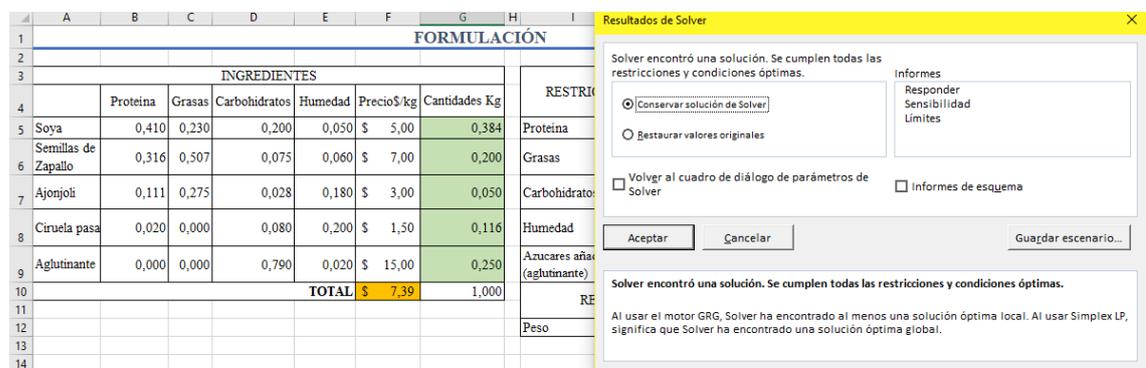


Figura 8-3. Resultado de Solver para la formulación de la barra nutritiva en la hoja de Microsoft Excel.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

3.1.4.1. Resultados de formulación

FORMULACIÓN												
INGREDIENTES							RESTRICCIONES DE NUTRIENTES					RESTRICCIONES DE INGREDIENTES
	Proteína	Grasas	Carbohidratos	Humedad	Precio\$/kg	Cantidades Kg						
Soya	0,410	0,230	0,200	0,050	\$ 5,00	0,384	Proteína	0,1	≤	0,23	≤	0,35
Semillas de Zapallo	0,316	0,507	0,075	0,060	\$ 7,00	0,200	Grasas	0,2	≤	0,20	≤	0,35
Ajonjolí	0,111	0,275	0,028	0,180	\$ 3,00	0,050	Carbohidratos	0,3	≤	0,30	≤	0,65
Ciruela pasa	0,020	0,000	0,080	0,200	\$ 1,50	0,116	Humedad			0,07	≤	0,1
Aglutinante	0,000	0,000	0,790	0,020	\$ 15,00	0,250	Azúcares añadidos (aglutinante)	0,25	≤			
TOTAL					\$ 7,39	1,000	RESTRICCIÓN DE PESO					
							Peso	1	=			

Figura 9-3. Resultado de la formulación de la barra nutritiva.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

Del modelo matemático se obtuvo que para 1 Kg de mezcla se necesita 0,384 Kg de Soya, 0,2 Kg de Semillas de Zapallo, 0,05 Kg de Ajonjolí, 0,116 Kg de Ciruelas Pasas y 0,25 Kg de Aglutínate, obteniendo una composición nutricional para la barra nutritiva de 23% de Proteína, 20% Grasa, 30% Carbohidratos y 7% de Humedad, con un valor óptimo de 7,39\$/Kg y ajustándose a las restricciones de no negatividad o de los ingredientes, peso y los rangos aceptables de distribución de macronutrientes (RAM) para dietas saludables.

3.1.4.2. Análisis de sensibilidad para la formulación

El análisis de sensibilidad es un estudio sistemático para conocer cuán sensibles son las soluciones a los (pequeños) cambios en los datos. La idea básica es poder dar respuestas a preguntas de la forma: Si los recursos disponibles cambian, ¿cómo cambia la solución? O Si se agrega una restricción al problema, ¿cómo cambia la solución? (Mendiguren *et al.*, 2017), es decir permite dar un enfoque a los datos sensibles de las celdas variables y de restricción para conocer cómo se puede modificar el problema o la función objetivo en caso de requerir un aumento o disminución de ciertos parámetros. El análisis de sensibilidad se realizó en una hoja de cálculo de Microsoft Excel obtenida a partir de la herramienta Solver en la cual se emiten dos tablas:

- Celdas variables

La columna de *Final Valor* indica los valores óptimos de cada ingrediente para cumplir con todas restricciones, en este caso la solución óptima es 0,384 Kg de Soya, 0,2 Kg de Semillas de zapallo, 0,05 Kg de Ajonjolí, 0,116 Kg de ciruelas pasas y 0,25 Kg de Aglutínate, por otra parte,

la columna de *Objetivo Coeficiente* es el precio de cada ingrediente y las columnas *Permisible Aumentar* y *Permisible Reducir* es el precio de los ingredientes que se pueden disminuir o aumentar sin afectar los valores óptimos. Por ejemplo, si se incrementa el precio de las ciruelas pasas en \$1,47 el valor final o la cantidad de ciruelas utilizadas en un inicio no se ve afectada si se mantiene constante los demás parámetros.

- Restricciones

La columna de *Final Valor* es el valor óptimo que tendrán las restricciones, en este caso los la composición de nutrientes 22,8% de proteína, 20,3% de grasa, 30% de carbohidratos, 7% de Humedad y la sumatoria de la variables para dar 1Kg de mezcla, por otra parte, la columna *Sombra Precio* indica como la función objetivo se ve afecta por cada unidad modificada a lado derecho, las columnas *Permisible Aumentar* y *Permisible Reducir* indican el rango que deben mantener las restricciones para no alterar el precio sombra en caso de aumentar o disminuir algún parámetro de estos.

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$G\$5	Soya Cantidades Kg	0,384166667	0	5	1E+30	1,218309859
\$G\$6	Semillas de Zapallo Cantidades Kg	0,2	5,645833333	7	1E+30	5,645833333
\$G\$7	Ajonjolí Cantidades Kg	0,05	3,016666667	3	1E+30	3,016666667
\$G\$8	Ciruela pasa Cantidades Kg	0,115833333	0	1,5	1,466101695	1E+30
\$G\$9	Aglutinante Cantidades Kg	0,25	-7,208333333	15	7,208333333	1E+30

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$G\$10	Peso	1	-0,833333333	1	0,022880435	0,0395
\$L\$5	Proteína	0,228575	0	0,1	0,128575	1E+30
\$L\$6	Grasa	0,203508333	0	0,2	0,003508333	1E+30
\$L\$7	Carbohidratos	0,3	29,16666667	0,3	0,0079	0,001830435
\$L\$5	Proteína	0,228575	0	0,35	1E+30	0,121425
\$L\$6	Grasa	0,203508333	0	0,35	1E+30	0,146491667
\$L\$7	Carbohidratos	0,3	0	0,65	1E+30	0,35
\$L\$8	Humedad	0,068375	0	0,1	1E+30	0,031625

Figura 10-3. Resultado del análisis de sensibilidad en la hoja de Microsoft Excel.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

3.1.4.3. Aporte energético para la barra nutritiva

El aporte energético de un alimento es la cantidad de calorías que proporciona cuando se "quema" o se metaboliza en el cuerpo. Se mide en kcal (Kcal) y kilojulio (KJ). Los principales

nutrientes son 1 g de carbohidratos proporciona 4 kcal, 1 g de proteína proporciona 4 kcal y 1 g de grasas proporciona 9 kcal.

De la formulación propuesta para obtener 1 Kg de mezcla para la elaboración de las barras nutritivas se tiene 230 g proteína, 200 g Grasas y 300 g Carbohidratos.

$$230g \text{ Proteína} * \frac{4Kcal}{1g \text{ Proteína}} = 920Kcal \text{ de Proteína}$$

$$200g \text{ Grasa} * \frac{9Kcal}{1g \text{ Grasa}} = 1800Kcal \text{ de Grasas}$$

$$300g \text{ Carbohidratos} * \frac{4Kcal}{1g \text{ Carbohidratos}} = 1200Kcal \text{ de Carbohidratos}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Kcal} &= 920Kcal \text{ de Proteína} + 1800Kcal \text{ de Grasas} \\ &+ 1200Kcal \text{ de Carbohidratos} \\ \text{Total Kcal} &= 3920 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

Este parámetro indica el aporte energético que proporciona 1Kg de producto, sin embargo, las barras nutritivas tienen un peso de 30g, para ellos se recalcula con una regla de tres.

Tabla 12-3: Información nutricional para 1Kg de producto

Información nutricional	1000 g de producto	30 g por unidad de barra
Valor energético (Kcal)	3920	117,6
Proteína (gr)	230	6,9
Grasas (gr)	200	6
Carbohidratos (gr)	300	9

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

3.1.5. Procedimiento a nivel de laboratorio de la barra proteica

- Se tostó la soya germinada durante 15 min a temperatura entre 90-120 °C con el propósito de tener mejores condiciones organolépticas perfeccionando el color y aroma de la soya además disminuir la humedad.



Figura 11-3. Tostado de soya.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

- Se retira las cascaras de las semillas de zapallo manualmente.



Figura 12-3. Descascarillado de las semillas de zapallo.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

- Se corto las ciruelas pasas con un cuchillo afilado y previamente desinfectado con la finalidad de reducir el tamaño del alimento y se integre homogéneamente en la mezcla.



Figura 13-3. Picado ciruelas pasas.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

- Se peso los ingredientes secos de acuerdo con los resultados obtenidos en la programación lineal para 1 Kg de mezcla: 384 g de soya germinada seca y tostada, 200 g de semillas de zapallo peladas, 50 g de Ajonjolí y 116 g de ciruelas pasas.



Figura 14-3. Peso de ingredientes secos.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

- Se peso 125 g de azúcar morena y 125 g de miel de abeja para la preparación del aglutinante y se controla la temperatura a 120°C durante 8 min para derretir los cristales de azúcar



Figura 15-3. Control de temperatura del aglutinante.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

- Preparado el aglutinante inmediatamente se integra los ingredientes secos y se mantiene la mezcla hasta observar la incorporación de todos.



Figura 16-3. Incorporación de ingredientes secos

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

- Se compacta la mezcla en una bandeja recubierta con papel cera haciendo presión en toda la superficie de esta, para luego dejar enfriar a temperatura ambiente.



Figura 17-3. Compactación de mezcla.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

- Se corta las barras nutritivas en formas rectangulares.



Figura 18-3. Cortar de las barras nutritivas.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

3.1.6. Variables del proceso

Tabla 13-3: Variables del proceso de obtención de la barra proteica

Fase del proceso	Variables independientes	Variables dependientes
Recepción de la materia prima	-	-
Tostado	Temperatura, flujo masico	Humedad, flujo de calor
Descascarillado	Flujo masico	Rendimiento
Picado	Tamaño	Rendimiento
Preparación de jarabe y mezclado	Temperatura	Tiempo
Prensado	Compresión	Rendimiento
Enfriado	Temperatura	Rendimiento

Cortado	Peso	Rendimiento
Empaquetado	-	-

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

3.1.7. Balances de masa y energía

Los cálculos se basan en una línea de producción a nivel industrial para ellos se supone una base de cálculos de 90 Kg de mezcla que van a ingresar al mezclador y el peso de cada barra nutritiva es de 30 g cada una, a partir de ello se calcula las entradas y salidas de los balances según la formulación desarrollada en la hoja de Excel y los parámetros obtenidos en la elaboración a nivel de laboratorio.

$$30gr \rightarrow 1 \text{ barra nutritiva}$$

$$90000 \text{ gr de mezcla} \rightarrow x$$

$$x = 3000 \text{ barras nutritivas}$$

Tabla 14-3: Formulación a nivel de laboratorio

Formulación	% Peso	Laboratorio 1 Kg	Industrial 90 Kg
Soya	38%	0,384 Kg	34,2 Kg
Semillas de zapallo	20%	0,200 Kg	18 Kg
Ajonjolí	5%	0,050 Kg	4,5 Kg
Ciruelas pasas	12%	0,116 Kg	10,8 Kg
Aglutinante	25%	0,250 Kg	22,5 Kg
Total	100%	1,000 Kg	90 Kg

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

3.1.7.1. Balance de masa

Tostado de la soya

A nivel de laboratorio se requiere 0,384 Kg de soya tostada o 38% en peso, para la cual se tuesta 500 g de soya con humedad de 8% y se obtiene 475 g de soya tostada con humedad de 5%.

$$\text{Soya tostada} = 90\text{Kg de mezcla} * 38\% = 34,2\text{Kg}$$

$$34,2\text{Kg} \rightarrow 95\%$$

$$x \rightarrow 100\%$$

$$x = \frac{34,2Kg * 100\%}{95\%}$$

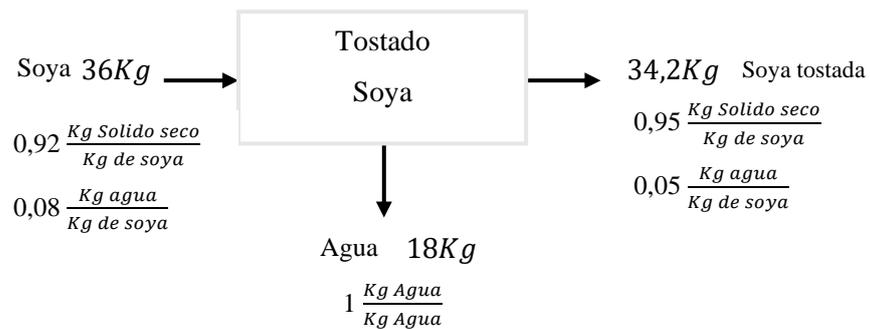
$$Soya = x = 36Kg$$

$$E = S + A$$

$$Soya = Soya\ tostada + Agua$$

$$Agua = 36Kg - 34,2Kg$$

$$Agua = 1,8Kg$$



- Rendimiento

$$Rendimiento = \frac{Soya}{Soya\ tostada} * 100\%$$

$$Rendimiento = \frac{34,2Kg}{36Kg} * 100\%$$

$$Rendimiento = 95\%$$

Descascarillado de las semillas de zapallo

A nivel de laboratorio se requiere 200 g de semillas de zapallo peladas o 20% en peso, para lo cual se trabaja con 400 g de semillas de zapallo y se obtiene 200 g de cascaras, es decir, 50% de cascaras o desperdicios.

$$Semillas\ de\ zapallo\ peladas = 90Kg\ de\ mezcla * 20\% = 18Kg$$

$$18Kg \rightarrow 50\%$$

$$x \rightarrow 100\%$$

$$x = \frac{18Kg * 100\%}{50\%}$$

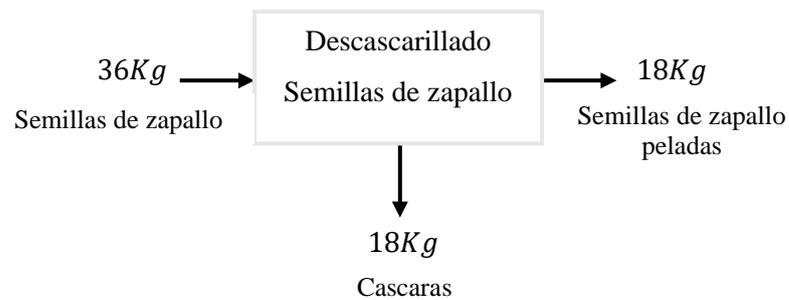
$$\text{Semillas de zapallo} = x = 36Kg$$

$$E = S + A$$

$$\text{Semillas de zapallo} = \text{Semillas de zapallo peladas} + \text{Cascaras}$$

$$\text{Cascaras} = 36Kg - 18Kg$$

$$\text{Cascaras} = 18Kg$$



- Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Semillas de zapallo peladas}}{\text{Semillas de zapallo}} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{18Kg}{36Kg} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 50\%$$

Picado de ciruelas pasas

A nivel de laboratorio se requiere 0,116 Kg o 12% de ciruelas pasas en % en peso, además de 150 g de ciruelas se obtiene 142,2 g de ciruelas picadas lo que quiere decir 94,8% de ciruelas picadas y 5,2% de pérdidas originadas por la superficie de contacto con cuchillo y la tabla de picar.

$$\text{Ciruelas pasas picadas} = 90Kg \text{ de mezcla} * 12\% = 10,8Kg$$

$$10,8Kg \rightarrow 94,8\%$$

$$x \rightarrow 100\%$$

$$x = \frac{10,8Kg * 100\%}{94,8\%}$$

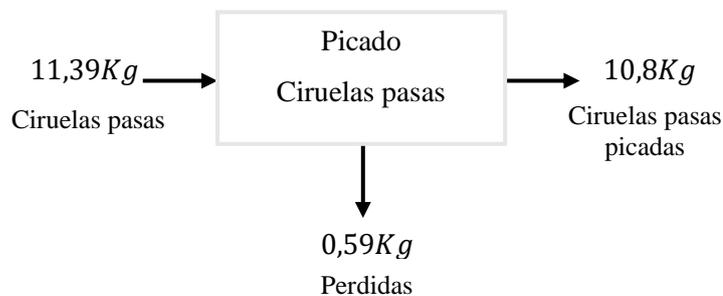
$$Ciruelas pasas = x = 11,39Kg$$

$$E = S + A$$

$$Ciruelas pasas = Ciruelas pasas picadas + Perdidas$$

$$Perdidas = 11,39Kg - 10,8Kg$$

$$Perdidas = 0,59Kg$$



- Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{Ciruelas pasas picadas}{Ciruelas pasas} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{10,8Kg}{11,39Kg} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 94,82\%$$

Mezclado

A nivel de laboratorio se requiere 384 g de soya germinada seca y tostada, 200 g de semillas de zapallo peladas, 50 g de Ajonjolí y 116 g de ciruelas pasas de ingredientes secos y para el aglutinante 125 g de azúcar morena y 125 g de miel de abeja para 1Kg de mezcla de lo cual se obtuvo 72 g de pérdidas que se producen porque se queda acumulado en el recipiente. Los pesos de los ingredientes a nivel industria se exponen en la **Tabla 13-3** para obtener 90 Kg de mezcla.

$$1000gr \rightarrow 100\%$$

$$72gr \rightarrow x$$

$$x = \frac{72Kg * 100\%}{1000}$$

$$x = 7,2\%$$

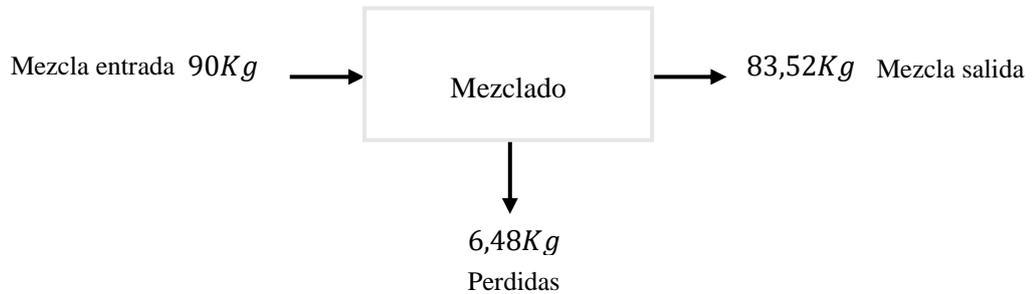
$$Perdidas = 90Kg * 7,2\% = 6,48Kg$$

$$E = S + A$$

$$Mezcla\ entrada = Mezcla\ salida + Perdidas$$

$$Mezcla\ salida = 90Kg - 6,48Kg$$

$$Mezcla\ salida = 83,52Kg$$



- Rendimiento

$$Rendimiento = \frac{Mezcla\ salida}{Mezcla\ entrada} * 100\%$$

$$Rendimiento = \frac{83,52Kg}{90Kg} * 100\%$$

$$Rendimiento = 92,8\%$$

3.1.7.2. Balance de energía

Tostado de la soya

El balance de energía en esta operación unitaria permite determinar cantidad de energía requerida para tostar desde la temperatura ambiente a la temperatura de tostar 120°C.

$$Q = \dot{m}C_p\Delta T$$

Dónde:

Q = Flujo de calor (W)

\dot{m} = Flujo masico ($\frac{Kg}{h}$)

C_p = Capacidad calorífica a presión constante ($\frac{KJ}{Kg^\circ C}$)

ΔT = Gradiente de temperatura (°C)

La capacidad calorífica de la soya no registra en bibliografía, pero puede ser calculada mediante la fórmula matemática que relaciona el análisis proximal del alimento.

$$Cp = 1,424X_C + 1,549X_P + 1,675X_G + 0,837X_A + 4,187X_H \left(\frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C} \right)$$

Dónde:

Cp = Capacidad calorífica a presión constante $\left(\frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C} \right)$

X_C = Fracción másica de carbohidratos

X_P = Fracción másica de proteínas

X_G = Fracción másica de grasas

X_A = Fracción másica de ceniza

X_H = Fracción másica de humedad

$$Cp = 1,424(0,2) + 1,549(0,41) + 1,675(0,23) + 0,837(0,06) + 4,187(0,08) \left(\frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C} \right)$$

$$Cp = 1,690 \frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C}$$

En base a los cálculos realizado y considerando que la temperatura inicial del alimento es la temperatura ambiente y la temperatura de tostado o temperatura final 120°C, además se pretende tostar en un solo lote durante 15min, entonces primero se calcula el flujo masico.

$$\dot{m} = \frac{m}{\Delta t}$$

Dónde:

\dot{m} = Flujo masico $\left(\frac{Kg}{s} \right)$

m = Masa (36 Kg)

Δt = Tiempo (900 s)

$$\dot{m} = \frac{36 \text{ Kg}}{900s}$$

$$\dot{m} = 0,04 \frac{Kg}{s}$$

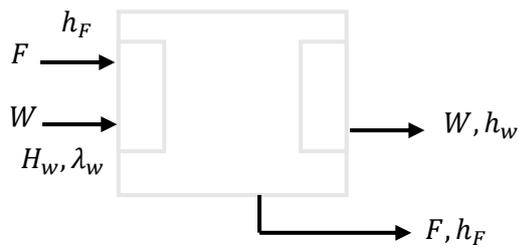
Por lo tanto, el flujo de calor:

$$Q = 0,04 \frac{Kg}{s} \left(1,690 \frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C} \right) (120 - 25)^\circ C$$

$$Q = 6,423 \text{ KW} \rightarrow 5522,79 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Elaboración de aglutínate

El balance de energía en esta etapa del proceso permite determinar la energía necesaria para calentar el aglutinante a 120°C y la corriente de vapor necesaria para generar tal energía, cabe destacar que el objetivo de esta etapa es la disolución del azúcar ya que la mezcla tiene poca o nada porcentaje de humedad.



Dónde:

F = Aglutinante

h_F = Entalpía de aglutinante

W = Corriente de vapor de cámara de calefacción

H_w = Entalpía de calefacción

λ_w = Calor latente de calefacción

h_w = Entalpía de condensado

Como se puede ver en el diagrama no se va a generar un evaporando entonces, el flujo de calor está representado por la siguiente ecuación:

$$Q = \dot{m}Cp\Delta T$$

Dónde:

Q = Flujo de calor (W)

\dot{m} = Flujo masico ($\frac{\text{Kg}}{\text{h}}$)

Cp = Capacidad calorífica a presión constante ($\frac{\text{KJ}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$)

ΔT = Gradiente de temperatura (°C)

$$Cp = 1,424X_C + 1,549X_P + 1,675X_G + 0,837X_A + 4,187X_H \left(\frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C} \right)$$

Dónde:

Cp = Capacidad calorífica a presión constante $\left(\frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C} \right)$

X_C = Fracción másica de carbohidratos

X_P = Fracción másica de proteínas

X_G = Fracción másica de grasas

X_A = Fracción másica de ceniza

X_H = Fracción másica de humedad

$$Cp = 1,424(0,79) + 1,549(0) + 1,675(0) + 0,837(0) + 4,187(0,02) \left(\frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C} \right)$$

$$Cp = 1,209 \frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C}$$

En base a los cálculos realizado y considerando que la temperatura inicial del aglutinante es la temperatura ambiente y la temperatura a la que se requiere llegar en 8 min es de 120°C.

$$\dot{m} = \frac{m}{\Delta t}$$

Dónde:

\dot{m} = Flujo masico $\left(\frac{Kg}{s} \right)$

m = Masa (22,5 Kg)

Δt = Tiempo (480 s)

$$\dot{m} = \frac{22,5 \text{ Kg}}{480s}$$

$$\dot{m} = 0,0469 \frac{Kg}{s}$$

Entonces, el flujo de calor:

$$Q = 0,0469 \frac{Kg}{s} \left(1,209 \frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C} \right) (120 - 25)^\circ C$$

$$Q = 5,384 \text{ KW} \rightarrow 4629,41 \frac{Kcal}{h}$$

Corriente de vapor de cámara de calefacción

$$Q = W * \lambda_w$$

$$W = \frac{Q}{\lambda_w}$$

Dónde:

$$Q = \text{Flujo de calor } (4629,41 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}})$$

$$W = \text{Corriente de vapor de cámara de calefacción } (\frac{\text{Kg}}{\text{h}})$$

$$\lambda_w = \text{Calor latente de vaporización } (\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}})$$

$$\lambda_w = H_w - h_w$$

Dónde:

$$H_w = \text{Entalpia de calefacción a } 80^\circ\text{C } (2643 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}})$$

$$\lambda_w = \text{Calor latente de calefacción}$$

$$h_w = \text{Entalpia de condensado } 35^\circ\text{C } (146,64 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}})$$

$$\lambda_w = (2643 - 146,64) \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$\lambda_w = 2596,36 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} \rightarrow 620,13 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

Entonces

$$W = \frac{4629,41 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}}{620,13 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}}$$

$$W = 7,46 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

3.1.8. Dimensionamiento de equipos

3.1.8.1. Diseño de tostador

Se implementa un tostador de semillas cilíndrico con un diámetro mayor a su altura para mejorar la transferencia de calor que provocan las resistencias eléctricas en la parte inferior del tanque, así mismo se emplea un sistema de agitación con impulsores de paletas que giran a velocidad constante baja.

Volumen del tanque

$$V_t = \frac{m_s}{\rho_s}$$

Dónde:

V_t = Volumen del tanque tostador (m^3)

m_s = Masa de la soya (kg)

ρ_s = Densidad de la soya ($730 \text{ kg}/m^3$)

$$V_t = \frac{36 \text{ Kg}}{730 \text{ Kg}/m^3}$$

$$V_t = 0,049 m^3$$

Considerando un factor de seguridad de 20%

$$V_t = 0,049 * 1,2$$

$$V_t = 0,059 m^3$$

Diámetro del tanque

Considerando que la forma del tanque es cilíndrica y asumiendo una altura de $h_p = 20 \text{ cm}$

$$V = \pi r^2 h$$

$$r_t = \sqrt{\frac{V_t}{\pi h_t}}$$

Dónde:

r_t = Radio del tanque tostador (m)

V_t = Volumen del tanque tostador ($0,059 m^3$)

h_t = Altura del tanque tostador (0,2m)

$$r_t = \sqrt{\frac{0,059m^3}{\pi * 0,2m}}$$

$$r_t = 0,306m$$

Entonces el diámetro de un cilindro

$$\phi_{ct} = 2r_t$$

Dónde:

ϕ_{ct} = Diámetro de la cámara de tostado (m)

r_t = Radio del tanque tostador (0,306m)

$$\phi_{ct} = 2(0,306m)$$

$$\phi_{ct} = 0,612m$$

Sistema de mezclado

Se considera un sistema de mezclado con agitador de paletas para evitar que se queme el producto.

Diámetro del impulsador

$$\phi_i = \phi_{ct}(0,9)$$

Dónde:

ϕ_i = Diámetro del impulsador (m)

ϕ_{ct} = Diámetro de la cámara de tostado (m)

$$\phi_i = 0,612m(0,9)$$

$$\phi_i = 0,551m$$

Largo de paletas

$$l_p = \phi_i(0,9)$$

Dónde:

l_p = Largo de paletas (m)

ϕ_i = Diámetro del impulsador (0,551m)

$$l_p = 0,551m(0,9)$$

$$l_p = 0,1653m$$

Ancho de paletas

$$a_p = \phi_i \left(\frac{1}{5} \right)$$

Dónde:

a_p = Ancho de paletas (m)

ϕ_i = Diámetro del impulsador (0,551m)

$$a_p = 0,551m \left(\frac{1}{5}\right)$$

$$a_p = 0,110m$$

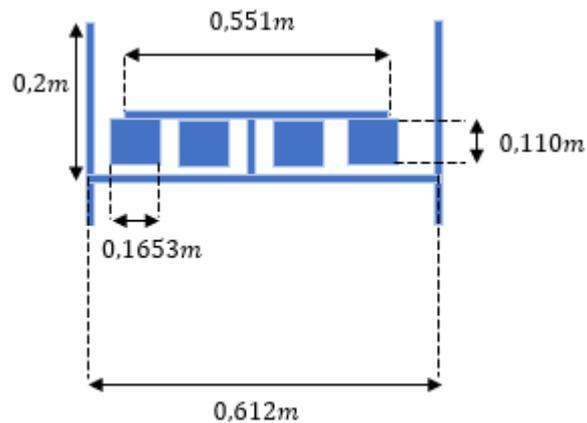


Figura 19-3. Esquema del tostador.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

Velocidad angular

Considerando que las rotaciones de un motor eléctrico tienen 45 rpm

$$\omega = 45rpm * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}$$

$$\omega = 4,71 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

Dónde:

ω = Velocidad angular ($\frac{\text{rad}}{\text{seg}}$)

Aceleración centrípeta

$$\alpha_c = \omega^2 * r_t$$

Dónde:

α_c = Aceleración centrípeta ($\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

r_t = Radio del tanque tostador (m)

$\omega =$ Velocidad angular ($\frac{rad}{seg}$)

$$\alpha_c = \left(4,71 \frac{rad}{seg}\right)^2 * 0,306m$$

$$\alpha_c = 6,788 \frac{m}{s^2}$$

Fuerza centrípeta

$$F = m * \alpha_c$$

Dónde:

F = Fuerza centrípeta (N)

m= Masa (36 Kg)

$\alpha_c =$ Aceleración centrípeta ($\frac{m}{s^2}$)

$$F = 36 Kg * 6,788 \frac{m}{s^2}$$

$$F = 244,368 N$$

Torque

$$T = F * \frac{\phi_i}{2}$$

Dónde:

T= Torque (Nm)

F = Fuerza centrípeta (244,368 N)

$\phi_i =$ Diámetro del impulsador (0,551m)

$$T = 244,368 N * \frac{0,551}{2}$$

$$T = 67,32Nm$$

Potencia del motor

$$P = T * \omega$$

Dónde:

P= Potencia (W)

$\omega =$ Velocidad angular ($4,71 \frac{rad}{seg}$)

T= Torque (0,264Nm)

$$P = 67,32Nm * 4,71 \frac{rad}{seg}$$

$$P = 317,077 W = 0,425 hp = 0,5 hp$$

3.1.8.2. Diseño del picador

Se implementa una picadora cilíndrica y un sistema de cuatro cuchillas móviles y dos fijas rectangulares.

Volumen del tanque

$$V_p = \frac{m_{cp}}{\rho_{cp}}$$

Dónde:

V_p = Volumen del tanque picador (m^3)

m_{cp} = Masa de ciruelas pasas (11,39kg)

ρ_{cp} = Densidad de ciruelas pasas ($1255,56 \text{ kg}/m^3$)

$$V_p = \frac{11,39 \text{ Kg}}{1255,56 \text{ Kg}/m^3}$$

$$V_p = 0,009m^3$$

Considerando un factor de seguridad de 20%

$$V_p = 0,009m^3 * 1.2$$

$$V_p = 0,0108m^3$$

Altura del tanque

Considerando que la forma cilíndrica del tanque y asumiendo un radio de $r_p = 0,15m$

$$V = \pi r^2 h$$

$$h_p = \frac{V_p}{\pi r_p^2}$$

Dónde:

h_p = Altura del tanque picador (m)

V_p = Volumen del tanque picador ($0,0108m^3$)

r_p = Radio del tanque picador ($0,15m$)

$$h_p = \frac{0,0108m^3}{\pi(0,15m)^2}$$

$$h_p = 0,153m$$

Considerando un factor de seguridad de 20%

$$h_p = 0,153m * 1.2$$

$$h_p = 0,183m$$

Sistema de cuchillas

El sistema de cuchillas consta de dos cuchillas fijas en la pared del tanque y cuatro móviles.

Longitud de la cuchilla

$$l = \frac{5r_p}{7}$$

Dónde:

l = Longitud de la cuchilla (m)

r_p = Radio del tanque picador (0,15 m)

$$l = \frac{5(0,15m)}{7}$$

$$l = 0,107m$$

Longitud de cuchilla fija

$$l_{fija} = r_p - l$$

Dónde:

l_{fija} = Longitud de la cuchilla fija (m)

l = Longitud de la cuchilla (0,107m)

r_p = Radio del tanque picador (0,15 m)

$$l_{fija} = 0,15m - 0,107m$$

$$l_{fija} = 0,043m$$

Radio del rodete de cuchillas

$$a = \frac{2 * l}{5}$$

Dónde:

a = Radio de rodete de cuchillas (m)

l = Longitud de la cuchilla (0,107m)

$$a = \frac{2 * 0,107m}{5}$$
$$a = 0,0428m$$

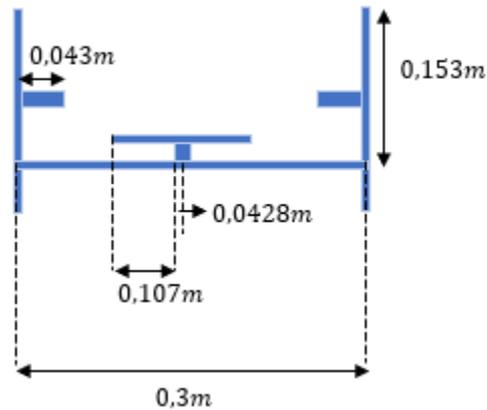


Figura 20-3. Esquema de la picadora.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

Velocidad angular

Considerando que las rotaciones de un motor eléctrico tienen 1760 rpm

$$\omega = 1760rpm * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} * \frac{1 \text{ min}}{60\text{seg}}$$

$$\omega = 184,306 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

Dónde:

ω = Velocidad angular ($\frac{\text{rad}}{\text{seg}}$)

Energía necesaria para cortar las ciruelas pasas

$$E_{ruptura} = m_{cp} * g * h_p$$

Dónde:

$E_{ruptura}$ = Energía para cortar las ciruelas pasas (J)

m_{cp} = Masa de ciruelas pasas (11,39kg)

g = Gravedad (9,8 m/s²)

h_p = Altura del tanque picador (0,183m)

$$E_{ruptura} = 11,39\text{kg} * 9,8 \frac{m}{s^2} * 0,183\text{m}$$

$$E_{ruptura} = 20,427\text{J}$$

Velocidad de las cuchillas

$$E_{ruptura} = E_{cinética}$$

$$E_{ruptura} = \frac{1}{2} m_{cp} v^2$$

Dónde:

v = Velocidad de las cuchillas (m/s)

$E_{cinética}$ = Energía cinética de las cuchillas (J)

$E_{ruptura}$ = Energía para cortar las ciruelas pasas (20,427J)

m_{cp} = Masa de ciruelas pasas (11,39kg)

$$v = \sqrt{\frac{2 * 20,427 \frac{kgm^2}{s^2}}{11,39 \text{ kg}}}$$

$$v = 1,894\text{m/s}$$

Aceleración angular

$$\alpha = \frac{\omega^2}{2 * 2\pi \text{ rad}}$$

Dónde:

α = Aceleración angular (rad/s²)

ω = Velocidad angular (184,306 $\frac{rad}{seg}$)

$$\alpha = \frac{\left(184,306 \frac{rad}{seg}\right)^2}{2 * 2\pi \text{ rad}}$$

$$\alpha = 2703,143 \text{ rad/s}^2$$

Fuerza de corte

$$F_c = 0,252\text{Kgf} \frac{9,81\text{N}}{1\text{Kgf}}$$

Dónde:

F_c = Fuerza de corte aplicada al alimento (Kgf)

$$F_c = 2,472N$$

Resistencia a la fluencia en cortante

$$S_{sy} \geq 0.5 S_y$$

S_{sy} = Resistencia a la fluencia en cortante (MPa)

S_y = Resistencia al punto de influencia (235MPa)

$$S_{sy} = 0.5 (235 MPa)$$

$$S_{sy} = 117.5 MPa$$

Esfuerzo máximo de corte

$$\tau_{max} = \frac{S_{sy}}{F_s}$$

Dónde:

τ_{max} = Esfuerzo cortante máximo

S_{sy} = Resistencia a la fluencia en cortante (117,5 MPa)

F_s = Factor de seguridad 3

$$\tau_{max} = \frac{117,5 MPa}{3}$$

$$\tau_{max} = 39,17 MPa$$

Espesor

$$\tau_{max} = \frac{F_c}{A}$$

Considerando el área de un cuerpo rectangular

$$A = b * l \approx e * l$$

$$\tau_{max} = \frac{F_c}{e * l}$$

Dónde:

e = Espesor

τ_{max} = Esfuerzo cortante máximo (39,17 MPa)

$F_c =$ Fuerza de corte (2,472N)

$l =$ Longitud de la cuchilla (0,107m)

$$e = \frac{2,474}{39170 \text{ Pa} * 0,107\text{m}}$$
$$e = 0,00059\text{m} = 0,59\text{mm}$$

Masa de cuchillas

$$m_c = \frac{F_c * 3}{\alpha * l}$$

Dónde:

$m_c =$ Masa de cuchillas (Kg)

$F_c =$ Fuerza de corte (2,472N)

$\alpha =$ Aceleración angular (2703,143 rad/s²)

$l =$ Longitud de la cuchilla (0,107m)

$$m_c = \frac{2,472 \text{ kg m/s}^2 * 3}{2703,143 \text{ rad/s}^2 * 0,107\text{m}}$$

$$m_c = 0,0256 \text{ Kg}$$

Ancho de cuchillas

Considerando el volumen de un cuerpo rectangular y la ecuación de la densidad

$$V = l * a_c * e$$

$$V = \frac{m_c}{\rho_{acero}}$$

$$\frac{m_c}{\rho_{acero}} = l * a_c * e$$

$$a_c = \frac{m_c}{l * e * \rho_{acero}}$$

Dónde:

$a_c =$ Ancho de cuchillas (cm)

$m_c =$ Masa de cuchillas (25,6 g)

$e =$ Espesor (0,00059m, 0,059cm)

$l =$ Longitud de la cuchilla (0,107m, 10,7cm)

$\rho_{acero} =$ Densidad del acero (7,93g/cm³)

$$a_c = \frac{25,6 \text{ g}}{10,7\text{cm} * 0,059\text{cm} * 7,93 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}$$

$$a_c = 5,11 \text{ cm}$$

Torque

$$T = F_c * l$$

Dónde:

T= Torque (Nm)

F_c = Fuerza de corte (2,472N)

l = Longitud de la cuchilla (0,107m)

$$T = 2,472\text{N} * 0,107\text{m}$$

$$T = 0,264\text{Nm}$$

Potencia del motor

$$P = T * \omega$$

Dónde:

P= Potencia (W)

ω = Velocidad angular ($184,306 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$)

T= Torque (0,264Nm)

$$P = 0,264\text{Nm} * 184,306 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$P = 48,657 \text{ W} = 0,064\text{hp} = 0,5\text{hp}$$

3.1.8.3. Diseño de marmita

Se implementa una marmita semiesférica de chaqueta y un sistema de mezclado para la elaboración del aglutinante, sin embargo, cabe señalar que concluido el tiempo de preparación del aglutinante la corriente de vapor dejará de fluir y el quipo funcionará únicamente como mezclador con el fin de homogeneizar los ingredientes secos con el jarabe preparado, por esta razón para el diseño del equipo se considera las dos etapas del proceso.

Volumen de la cámara de ebullición

Volumen de ingreso de la miel

$$V_{ml} = \frac{m_{ml}}{\rho_{ml}}$$

Dónde:

V_{ml} = Volumen de la miel (m^3)

m_{ml} = Masa de la miel (22,5 Kg)

ρ_{ml} = Densidad de la miel (1415,71 Kg/ m^3)

$$V_{ml} = \frac{11,25}{1415,71 \frac{Kg}{m^3}}$$

$$V_{ml} = 0,00795m^3$$

Volumen de ingreso del azúcar

$$V_{az} = \frac{m_{az}}{\rho_{az}}$$

Dónde:

V_{az} = Volumen del azúcar (m^3)

m_{az} = Masa del azúcar (11,25 Kg)

ρ_{az} = Densidad del azúcar (750 Kg/ m^3)

$$V_{az} = \frac{11,25}{750 \frac{Kg}{m^3}}$$

$$V_{az} = 0,015m^3$$

Volumen de ingreso de la soya

$$V_s = \frac{m_s}{\rho_s}$$

Dónde:

V_s = Volumen de soya (m^3)

m_s = Masa de soya (36 Kg)

ρ_s = Densidad de soya (730 Kg/ m^3)

$$V_s = \frac{36Kg}{730 \frac{Kg}{m^3}}$$

$$V_s = 0,049m^3$$

Volumen de ingreso de las semillas de zapallo

$$V_{sz} = \frac{m_{sz}}{\rho_{sz}}$$

Dónde:

V_{sz} = Volumen de semillas de zapallo (m^3)

m_{sz} = Masa de semillas de zapallo (18 Kg)

ρ_{sz} = Densidad de semillas de zapallo (814,03 Kg/ m^3)

$$V_{sz} = \frac{18Kg}{814,03 \text{ Kg}/m^3}$$
$$V_{sz} = 0,022m^3$$

Volumen de ingreso del ajonjolí

$$V_a = \frac{m_a}{\rho_a}$$

Dónde:

V_a = Volumen del ajonjolí (m^3)

m_a = Masa del ajonjolí (4,5 Kg)

ρ_a = Densidad del ajonjolí (460 Kg/ m^3)

$$V_a = \frac{4,5Kg}{460Kg/m^3}$$
$$V_a = 0,00978m^3$$

Volumen de ingreso de ciruelas pasas

$$V_{cp} = \frac{m_{cp}}{\rho_{cp}}$$

Dónde:

V_{cp} = Volumen de ciruelas pasas (m^3)

m_{cp} = Masa de ciruelas pasas (10,8 Kg)

ρ_{cp} = Densidad de ciruelas pasas (1255,56 Kg/ m^3)

$$V_{cp} = \frac{10,8 Kg}{1255,56 \text{ Kg}/m^3}$$
$$V_{cp} = 0,00860m^3$$

Volumen total de cámara de ebullición, considerando un factor de seguridad de 20%

$$V_{Ce} = (V_{ml} + V_{az} + V_s + V_{sz} + V_a + V_{cp}) * 1.2$$

Dónde:

V_{Ce} = Volumen de cámara de ebullición (m^3)

V_{ml} = Volumen de la miel (0,00795 m^3)

V_{az} = Volumen del azúcar (0,015 m^3)

V_s = Volumen de soya (0,049 m^3)

V_{sz} = Volumen de semillas de zapallo (0,022 m^3)

V_a = Volumen del ajonjolí (0,00978 m^3)

V_{cp} = Volumen de ciruela pasa (0,00860 m^3)

$$V_{Ce} = (0,00795 + 0,015 + 0,049 + 0,022 + 0,00978 + 0,00860)m^3 * 1,2$$

$$V_{Ce} = 0,135m^3$$

Altura de la cámara de ebullición

Considerando que la forma el volumen de un cilindro y el volumen de una semiesfera y asumiendo un radio de $r_{Ce} = 0,25m$ ó $\phi = 0,5m$

$$V_{Ce} = V_{cilindro} + V_{semiesfera}$$

$$V_{Ce} = \frac{\pi}{4} * \phi_{Ce}^2 * h_{Ce} + \frac{\pi}{12} * \phi_{Ce}^3$$

$$h_{Ce} = \frac{V_{Ce} - \frac{\pi}{12} * \phi_{Ce}^3}{\frac{\pi}{4} * \phi_{Ce}^2}$$

Dónde:

h_{Ce} = Altura de cámara de ebullición (m)

ϕ_{Ce} = Diámetro de cámara de ebullición (0,5m)

V_{Ce} = Volumen de cámara de ebullición (0,135 m^3)

$$h_{Ce} = \frac{0,135m^3 - \frac{\pi}{12}(0,6m)^3}{\frac{\pi}{4}(0,6m)^2}$$

$$h_{Ce} = 0,521m$$

La marmita está compuesta por una chaqueta por donde circula el vapor, y para determinar el espacio que existe entre las dos paredes (cámara de ebullición y chaqueta) se considera 1/10 de diámetro

$$e_{ch} = \frac{1}{10} * \phi_{ce}$$

Dónde:

e_{ch} = Espacio entre chaqueta y cámara de ebullición (m)

ϕ_{ce} = Diámetro de cámara de ebullición (0,5m)

$$e_{ch} = \frac{1}{10} * 0,5 \text{ m}$$

$$e_{ch} = 0,05 \text{ m}$$

Por tanto, el diámetro de la chaqueta

$$\phi_{ch} = 2e_{ch} + \phi_{ce}$$

Dónde:

ϕ_{ch} = Diámetro de chaqueta (m)

e_{ch} = Espacio entre chaqueta y cámara de ebullición (0,05 m)

ϕ_{ce} = Diámetro de cámara de ebullición (0,5 m)

$$\phi_{ch} = (2 * 0,05 \text{ m}) + 0,5 \text{ m}$$

$$\phi_{ch} = 0,6 \text{ m}$$

Altura de chaqueta

$$h_{ch} = e_{ch} + h_{ce}$$

Dónde:

h_{ch} = Altura de chaqueta (m)

e_{ch} = Espacio entre chaqueta y cámara de ebullición (0,05 m)

h_{ce} = Altura de cámara de ebullición (0,521 m)

$$h_{ch} = 0,05 \text{ m} + 0,521 \text{ m}$$

$$h_{ch} = 0,571 \text{ m}$$

Sistema de mezclado

En el sistema de mezclado se considera un agitador de paletas cruzadas en un ángulo de 45° sobre el eje vertical.

Diámetro del impulsador

$$\phi_i = \phi_{ce} \left(\frac{9}{10} \right)$$

Dónde:

ϕ_i = Diámetro del impulsador (m)

ϕ_{ce} = Diámetro de cámara de ebullición (0,5 m)

$$\phi_i = 0,5m \left(\frac{9}{10} \right)$$

$$\phi_i = 0,45m$$

Ancho de paletas

$$a_p = \phi_i \left(\frac{1}{5} \right)$$

Dónde:

a_p = Ancho de paletas (m)

ϕ_i = Diámetro del impulsador (0,45m)

$$a_p = 0,45m \left(\frac{1}{5} \right)$$

$$a_p = 0,09m$$

Distancia desde el fondo a la base del impulsor

$$D_f = h_{ce} - (l_p + E_p)$$

Dónde:

D_f = Distancia desde el fondo a la base del impulsor (m)

h_{ce} = Altura de cámara de ebullición (0,521 m)

l_p = Largo de paletas (0,438 m)

E_p = Espesor de la paleta (0,0438 m)

$$D_f = 0,521m - (0,438 + 0,0438)m$$

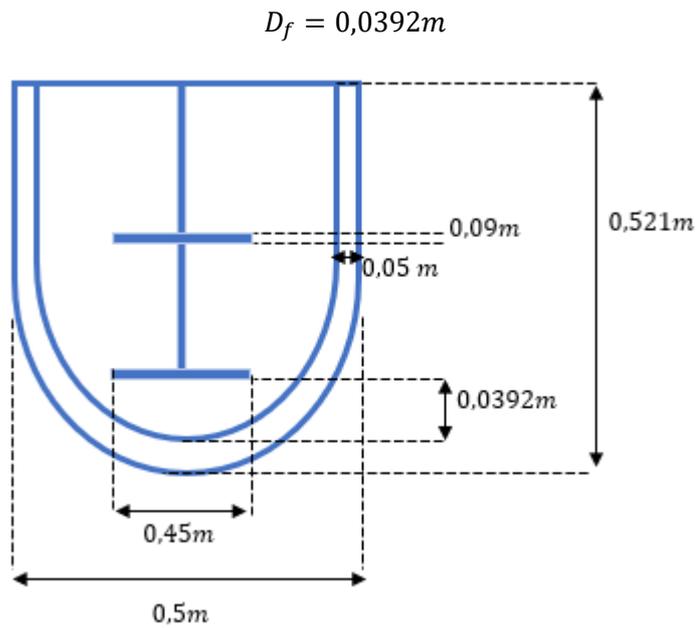


Figura 21-3. Esquema de la marmita de chaqueta.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

Velocidad angular

Considerando que las rotaciones de un motor eléctrico tienen 45 rpm

$$\omega = 45rpm * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} * \frac{1 \text{ min}}{60\text{seg}}$$

$$\omega = 4,71 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

Dónde:

$$\omega = \text{Velocidad angular} \left(\frac{\text{rad}}{\text{seg}} \right)$$

Aceleración centrípeta

$$\alpha_c = \omega^2 * r_{ce}$$

Dónde:

$$\alpha_c = \text{Aceleración centrípeta} \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

$$r_{ce} = \text{Diámetro de cámara de ebullición} (0,25m)$$

$$\omega = \text{Velocidad angular} \left(\frac{\text{rad}}{\text{seg}} \right)$$

$$\alpha_c = \left(4,71 \frac{\text{rad}}{\text{seg}} \right)^2 * 0,25m$$

$$\alpha_c = 1,178 \frac{m}{s^2}$$

Fuerza centrípeta

$$F = m * \alpha_c$$

Dónde:

F = Fuerza centrípeta (N)

m= Masa (90 Kg)

α_c = Aceleración centrípeta ($1,178 \frac{m}{s^2}$)

$$F = 90 \text{ Kg} * 1,178 \frac{m}{s^2}$$

$$F = 103,32 \text{ N}$$

Torque

$$T = F * \frac{l_p}{2}$$

Dónde:

T= Torque (Nm)

F = Fuerza centrípeta (103,32 N)

l_p = Largo de paletas (0,438m)

$$T = 103,32 \text{ N} * \frac{0,438}{2}$$

$$T = 22,627 \text{ Nm}$$

Potencia del motor

$$P = T * \omega$$

Dónde:

P= Potencia (W)

ω = Velocidad angular ($4,71 \frac{rad}{seg}$)

T= Torque (22,627Nm)

$$P = 22,627 \text{ Nm} * 4,71 \frac{rad}{seg}$$

$$P = 106,574 \text{ W} = 0,143 \text{ hp} = 0,5 \text{ hp}$$

CAPÍTULO VI

4. RESULTADOS

4.1. Validación del producto

Definido los parámetros de formulación y variables de producción para la elaboración de las barras nutritivas a nivel de laboratorio se analiza las características físicas y microbiológicas del producto de acuerdo con la normativa INEN 2595 con el propósito de validar el proceso. Los análisis microbiológicos se realizaron en el laboratorio de Análisis y Aseguramiento de la Calidad Multianálítica S.A. y el análisis físico en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.

Tabla 1-4: Resultados microbiológicos para las barras nutritivas

Microorganismos	Resultado	Rango		Método de Ensayo
		m	M	
Aerobios Mesófilos REP, (ufc/g)	7,6x 10 ⁵	10 ⁴	10 ⁵	NTE INEN 1 529-5
Mohos, (upc/g)	20	10 ²	10 ³	NTE INEN 1 529-10
Coliformes (ufc/g)	5,4x 10 ²	10	10 ²	NTE INEN 1 529-7
<i>Bacillus cereus</i>	30	10 ²	10 ⁴	ISO 7932
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia	Ausencia/25g	-	NTE INEN 1 529-15

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

Dónde:

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M = Índice máximo permisible para identificar nivel de calidad aceptable

Tabla 2-4: Resultado físico para las barras nutritivas

Parámetro	Resultado	Unidad	Rango		Método de Ensayo
			Min	Max	
Humedad	6,2	%	-	10	ISO 712 *AOAC 925.09, 925.10

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

4.2. Propuesta del diseño de equipos

El dimensionamiento de los equipos a utilizar en la elaboración de la barra proteica es detallado en las tablas siguientes, valores obtenidos de los cálculos realizados posteriormente, a partir de una base de cálculo de 90 Kg de mezcla.

Tabla 3-4: Resultado del dimensionamiento del tostador

DESCRIPCIÓN	VARIABLE	UNIDAD
TANQUE		
Volumen	0,059	m ³
Altura	0,2	m
Diámetro	0,612	m
Material	Acero inoxidable 304	
SISTEMA DE MEZCLADO		
Longitud de rodete	0,49	m
Ancho de paletas	0,11	m
Potencia de motor	0,5	Hp
Material	Acero inoxidable 304	

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

Tabla 4-4: Resultado del dimensionamiento del picador

DESCRIPCIÓN	VARIABLE	UNIDAD
TANQUE		
Volumen	0,0108	m ³
Altura	0,153	m
Diámetro	0,30	m
Material	Acero inoxidable 304	
SISTEMA DE CUCHILLAS		
Longitud de cuchilla	10,7	cm
Longitud de cuchilla fija	4,3	cm
Ancho de cuchilla	5,11	cm
Espesor de cuchillas	0,59	mm
Radio del rodete	4,28	cm
Potencia de motor	0,5	Hp
Material	Acero inoxidable 304	-

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

Tabla 5-3: Resultado del dimensionamiento de la marmita

DESCRIPCIÓN	VARIABLE	UNIDAD
TANQUE		
Volumen	0,135	m ³
Altura	0,521	m
Diámetro	0,5	m
Espacio de chaqueta	0,05	m
Material	Acero inoxidable 304	
SISTEMA DE MEZCLADO		
Longitud de rodete	0,4	m
Diámetro de impulsador	0,45	m
Ancho de paleta	0,09	M
Largo de paletas	0,438	M
Potencia de motor	0,5	p
Material	Acero inoxidable 304	

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

4.3. Proceso de producción

4.3.1. Diagrama del proceso

En el siguiente diagrama se muestran las operaciones unitarias y las variables controladas en la elaboración de las barras nutritivas a partir de 90 Kg de materia prima o mezcla.

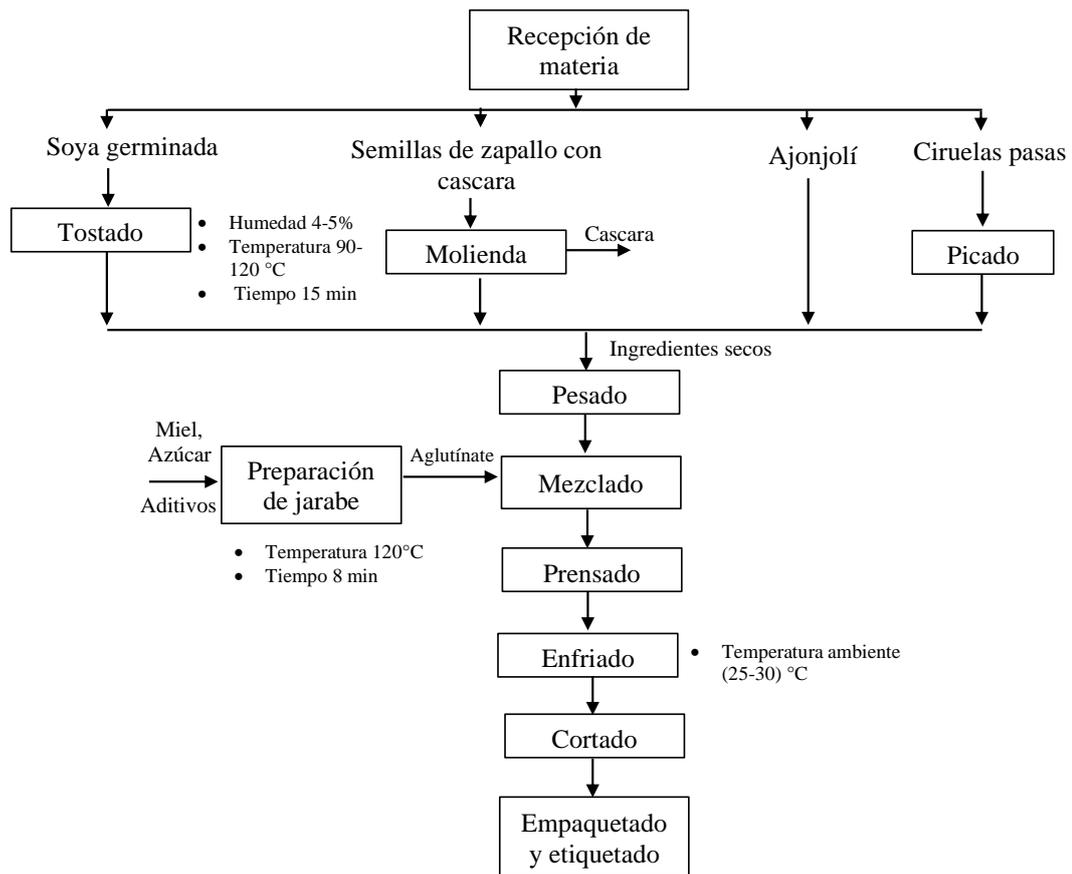


Figura 1-4. Diagrama del proceso de elaboración de las barras nutritivas.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

4.3.2. Descripción del proceso a nivel experimental.

- Recepción de materia prima

Se receipta la materia prima y se asegura que contengan las mejores condiciones de calidad antes de ingresar a la producción

- Tostado de soya

Se tuesta la soya para mejorar las condiciones organolépticas de color y aroma del grano, además de disminuir la humedad de 4-5% alargando el periodo de vida de la soya, para ello se condiciona el tostador a una temperatura de 90-120°C durante 15 min a velocidad moderada para un tostado homogéneo.

- Descascarillado de semillas de zapallo

Se somete a las semillas de zapallo al proceso de descascarillado con la finalidad de retirar las cascara y que únicamente quede la semilla interna.

- Picado de ciruelas pasas

Se disminuye el tamaño de las ciruelas pasas para mejorar la uniformidad del ingrediente en la mezcla.

- Preparado de jarabe

El jarabe o aglutinante se prepara con 50% de miel y 50% azúcar es decir 11,25 Kg por cada uno y se somete a temperatura de 120°C durante 8 min para disolver completamente el azúcar y generar una mezcla totalmente líquida.

- Mezclado

Inmediatamente preparado el aglutinante se integra los ingredientes secos de acuerdo con la formulación propuesta: 34 Kg soya tostada, 18 Kg semillas de zapallo, 4,5 Kg ajonjolí y 10,8 Kg ciruelas pasas.

- Prensado, enfriado y cortado

Se coloca la mezcla en recipientes rectangulares recubiertos con papel cera y se ejerce presión para compactar totalmente la mezcla, se deja enfriar a temperatura ambiente y finalmente se corta en barras de acuerdo con las dimensiones estipuladas para obtener 30g de producto.

4.3.3. Capacidad de obtención del producto

En el siguiente diagrama se presenta la capacidad de producción a partir de los 88,52 Kg de mezcla que salen del mezclador y del cual ingresan los 90 Kg que se puso como base de cálculo antes de ingresar a esta etapa del proceso.



Figura 2-4. Capacidad de producción.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

4.4. Requerimientos de tecnología, equipos y maquinarias

4.4.1. Requerimientos de equipos

Para implementar el diseño del proceso de elaboración de una barra proteica es necesario implementar los equipos que lleven a ejecutar óptimamente el producto.

Tabla 6-4: Requerimientos del proceso de elaboración de la barra proteica

SISTEMA/ COMPONENTE	TECNOLOGÍA/ EQUIPO/ MAQUINARIA	DESCRIPCIÓN
Recepción de materia prima	Balanza digital	Equipo utilizado para medir la masa exacta de la materia prima emplear.
Tostado de soya germinada	Tostador	Tanque cilíndrico con un sistema de agitación y sistema de eléctrico de resistencias.
Descascarillado	Molino descascarillado	Desprendimiento de la cascara
Picadora de ciruelas pasas	Picadora	Tanque cilíndrico con sistema de cuchillas fijas y móviles.
Concentración de jarabe	Marmita de chaqueta y agitación	Evaporador que contiene una camisa o doble pared por donde

		pasa el vapor y genera la transferencia de calor, además contiene un sistema de agitación.
Mezclado	Marmita de chaqueta y agitación	Evaporador con impulsor de paletas inclinadas a 45° para generar una agitación axial en la mezcla.
Prensado	Recipientes rectangulares y papel cera	Se utiliza recipientes para compactar la mezcla y el papel cera para evitar que se peque la mezcla al ser compactada.
Cortador	Cuchillos	Utensilios usados para cortar en base a las dimensiones requeridas del producto final.
Empaquetado	Empaques	Insumos utilizados para conservar la barra nutritiva.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

4.4.2. *Requerimientos para el funcionamiento del proceso*

Tabla 7-4: Requerimientos en la elaboración del producto

NECESIDADES	MATERIAL
Materia prima	Semillas de soya, Semillas de zapallo, Ajonjoli, ciruelas pasas, miel.
Insumos	Sorbato de potasio, Azúcar
Otros	Empaques etiquetados.

Realizado por: Vargas Piuri, Kerly, 2021.

4.5. **Análisis de resultados**

En la primera etapa del proyecto se identificaron los parámetros de la soya germinada, evaluando el producto en tres tratamientos de días de germinado, el día cero se considera a la semilla seca sin germinar, el día dos, cuatro y seis de germinado son los tratamientos previos el día de remojo y expuestos a condiciones de humedad, luz y temperatura contante, finalizado cada tratamiento el alimento se somete a un ensayo de proteína analizada en base seca. De acuerdo con los resultados obtenidos, la concentración de proteína aumenta consecutivamente con los días de germinado, es así como se obtiene 38,30; 39,58 y 40,59% de proteína respectivamente para cada tratamiento, concordando con los resultados encontrados (Chaparro *et al.*, 2010; E. A., 2012; Warle *et al.*, 2015).

En la siguiente etapa del proyecto se caracteriza cada alimento para obtener datos para la formulación de la barra nutritiva que se desarrolla en una hoja de Excel utilizando la herramienta Solver. Para obtener la composición nutricional del alimento, los macronutrientes se basan en los estándares de los rangos aceptables de distribución de macronutrientes (RAM) para dietas saludables según el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., y la humedad según la normativa INEN 2595, finalmente se tiene un producto que cumpla con estas características a un bajo costo.

Al realizar la formulación de la barra nutritiva por programación lineal con la herramienta Solver se obtuvo una solución óptima para las condiciones establecidas, encontrando la composición del alimento a un menor costo de elaboración. El precio por kilogramo de producto es 7,39 \$/Kg y tiene como ingredientes 384 g de soya, 200 g de semillas de zapallo, 50 g de ajonjolí, 116 g de ciruelas pasas y 250 g de aglutínate (miel y azúcar) con un aporte nutricional de 23% de proteína, 20% grasa, 30% carbohidratos y 7% de humedad, cumpliendo con los rangos de macronutrientes establecidos por el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU. y la normativa INEN 2595 para el parámetro de la humedad. La presentación en el mercado de la barra nutritiva es de 30 g lo que indica \$0,22 centavos el costo de materia prima y donde se obtiene 6,9 g de proteína, 6 g de grasas, 9 g de carbohidratos aportando 117,6 Kcal de energía por unidad.

Con el análisis proximal de cada alimento y la formulación de la barra nutritiva se procede a elaborar a escala de laboratorio el producto y se identificando las variables del proceso, posteriormente se realiza los cálculos de diseño y con ello se procede a dimensionar los equipos, donde se obtuvo un tostador cilíndrico de 0,059 m³ de capacidad y emplea un sistema de agitación con impulsores de paletas que giran a velocidad constante baja, un picador cilindro de 0,0108 m³ de capacidad con un sistema de cuatro cuchillas móviles y dos fijas rectangulares y una marmita de chaqueta semiesférica de 0,135 m³ de capacidad y un sistema de agitación con paletas inclinadas para generar una agitación axial.

Finalmente, la validación del proyecto se identificó en base a los análisis microbiológicos y físico estipulados en la normativa INEN 2595:2011 Granolas. Requisitos, donde se obtuvo que los parámetros microbiológicos están dentro de los estipulados en la normativa para indicar niveles de buena calidad y calidad aceptable y en el parámetro de humedad es de 7% según la formulación elaborada por programación lineal y corroborado por el método de la estufa que dio un valor de 6,2% lo que indica que está dentro de los rangos de la normativa ya que la humedad en los cereales no debe superar el 10% de humedad.

CONCLUSIONES

- Se identifico que los parámetros óptimos para la germinación de la soya son: seis días de germinado, un día de remojo, temperatura ambiente, humectación cada 24 horas y condiciones de oscuridad para alcanzar 40,59% de proteína en la soya germinada es decir 4,59% más de proteína de lo que presenta la soya sin germinar.
- Se determino el análisis proximal de la materia prima obteniendo datos de proteína, grasa, carbohidratos y humedad 41, 23, 20 y 5% en la soya, 31.6, 50.7, 7.5 y 6% para las semillas de zapallo, 11.1, 27.5, 2.8 y 18% en el ajonjolí, 2, 0, 8 y 2% para las ciruelas pasas y 0, 0, 79 y 2% para el aglutínate (miel y azúcar) respectivamente para cada análisis.
- La formulación de la composición nutricional para 1Kg de barra nutritiva se realizó mediante programación lineal con el objeto de minimizar los costos por producto, utilizando 384 g de soya, 200 g de semillas de zapallo, 50 g de ajonjolí, 116 g de ciruelas pasas y 250 g de aglutínate (miel y azúcar) con un aporte nutricional de 23% de proteína, 20% grasa, 30% carbohidratos y 7% de humedad a un costo de materia prima de \$7.39 por Kg de mezcla y \$0.22 por 30 g de producto.
- Se realizo el diseño de ingeniería para la elaboración de la barra proteica a nivel industria considerando 90 Kg de mezcla y determinado las variables de control a partir del diseño experimental del producto, con ello se calculó los balances de energía y masa y el dimensionamiento de los equipos, donde se diseñó un tostador cilíndrico de 0,059 m³ de capacidad, picador cilindro de 0,0108 m³ de capacidad con un sistema de cuatro cuchillas móviles y dos fijas rectangulares y una marmita de chaqueta semiesférica de 0,135 m³ de capacidad.
- Se valido el producto mediante el análisis físico y microbiológico según la normativa INEN 2595: GRANOLAS: REQUISITOS manteniendo los resultados en los limites descritos en la norma, estableciendo que el producto tiene los niveles de calidad aceptable y buena calidad según los análisis microbiológicos.

RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis sensorial para evaluar la aceptación de la barra nutritiva en el mercado.
- Identificar los costos unitarios totales del producto para establecer el precio del alimento en el mercado.
- Fomentar e implementar en futuras investigaciones nuevas tecnologías en los alimentos con el propósito de potencializar la composición nutricional de estos.
- Aprovechar los subproductos de los alimentos en industrias para generar mayor rentabilidad económica.

BIBLIOGRAFÍA

AMIN, M.Z., ISLAM, T., UDDIN, M.R., UDDIN, M.J., RAHMAN, M.M. y SATTER, M.A. Comparative study on nutrient contents in the different parts of indigenous and hybrid varieties of pumpkin (*Cucurbita maxima* Linn.). *Heliyon* [en línea], 2019, vol. 5, no. 9. [Consulta: 26 enero 2021]. ISSN 24058440. DOI 10.1016/j.heliyon.2019.e02462. Disponible en: [/pmc/articles/PMC6819838/?report=abstract](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35111111/).

ARROYO, E. *Barra energética a partir del fruto del zapallo (Cucúrbita máxima)* [en línea]. Universidad De Las Américas. Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Quito. 2018. [Consulta: 21 enero 2021]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10219/1/UDLA-EC-TIAG-2018-35.pdf>.

BADUI, S. *Salvador Badui Dergal*. Cuarta ed. México: PEARSON EDUCACIÓN, 2006. ISBN 9702606705.

BECK, K. What Are the Four Macromolecules of Life? *SCIENCING* [en línea]. 2018. [Consulta: 14 enero 2021]. Disponible en: <https://sciencing.com/four-macromolecules-life-8370738.html>.

CABEZAS, C., HERNÁNDEZ, B. y VARGAS, M. Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial Fat and oils: Effects on health and global regulation. *Rev. Fac. Med* [en línea], 2016, vol. 64, no. 4, pp. 761-769. [Consulta: 18 enero 2021]. DOI 10.15446/revfacmed.v64n4.53684. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v64n4/0120-0011-rfmun-64-04-00761.pdf>.

CAMAYO, B.F., QUISPE, M.Á., DE LA CRUZ, E.A., MANYARI, G.M., ESPINOZA, C.R. y HUAMÁN, A.R. Pumpkin (Dutch maximum Dutch.) compote for infants, functional, low cost, preservative-free and of considerable shelf life: rheological, sensory, physicochemical, nutritional, and microbiological characteristics. *Scientia Agropecuaria* [en línea], 2020, vol. 11, no. 2, pp. 203-212. [Consulta: 21 enero 2021]. ISSN 23066741. DOI 10.17268/SCI.AGROPECU.2020.02.07. Disponible en: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>.

CHAPARRO, D., PISMAG, R., ELIZALDE, A., VIVAS, N. y ERAZO, C. Efecto de la germinación sobre el contenido y digestibilidad de proteína en semillas de amaranto, quinua, soya y gandula. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 2010, vol. 8, no. 1.

E. A., R. Effect of Processing and Cooking Methods on the Chemical Composition, Sugars and Phytic Acid of Soybeans. *Food and Public Health*, 2012, vol. 2, no. 1, pp. 11-15. ISSN 2162-9412. DOI 10.5923/j.fph.20120201.03.

FAO. Necesidades Nutricionales. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* [en línea]. [sin fecha]. S.l.: [Consulta: 18 enero 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/am401s/am401s03.pdf>.

FERNÁNDEZ, T. y FARIÑO, M. *Elaboración de una barra alimenticia rica en macronutrientes para reemplazar la comida chatarra* [en línea]. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil. 2011. [Consulta: 18 enero 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2062/1/1063.pdf>.

GOOGLE, No Title. [en línea]. [sin fecha]. Disponible en: <https://www.google.com.ec/maps/place/Facultad+de+Ciencias+-+ESPOCH/@-1.656735,-78.6804622,17z/data=!4m5!3m4!1s0x91d307e9cc160b83:0xe12e5a03f277fc67!8m2!3d-1.6556293!4d-78.6786039?hl=es>.

HUAMÁN, L.C., RUEDA, F.Q., APAZA, F.S., VILLA, Y. y CHAVEZ, J.Z. Optimización en la elaboración de una barra energética a base de quinua germinada (*Chenopodium quinoa* Willdenow). *Agroindustrial Science*, 2019, vol. 9, no. 2, pp. 153-170. DOI 10.3138/9781442631625-008.

INEAP. INFORME NACIONAL SOBRE EL ESTADO DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN ECUADOR. [en línea]. 2008. S.l.: [Consulta: 22 enero 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i1500e/Ecuador.pdf>.

INSTITUTO TOMÁS PASCUAL SANZ. Las proteínas. [en línea]. 2010. [Consulta: 17 enero 2021]. Disponible en: http://www.institutotomaspascualsanz.com/descargas/publicaciones/vivesano/vivesano_13mayo10.pdf?pdf=vivesano-130510.

JIJÓN, G.. *Formulación y elaboración de una barra energética para deportistas de resistencia* [en línea]. Universidad Central del Ecuador. Quito. 2018. [Consulta: 3 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16223/1/T-UCE-0017-IQU-006.pdf>.

JIMÉNEZ, A. Valor Nutritivo de la Proteína de Soya. *Investigación y Ciencia* [en línea], 2006, vol. 14, no. 36, pp. 29-34. [Consulta: 18 enero 2021]. ISSN 1665-4412. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/674/67403606.pdf>.

KERRY. Kerry releases protein bar white paper. *Nutraceutical* [en línea]. 2020. Disponible en: https://nutraceuticalbusinessreview.com/news/article_page/Kerry_releases_protein_bar_white_paper/171506.

KURUNCZI, L. y OPREA, T. Structure of Biological Macromolecules. Proteins and Nucleic Acids. *Researchgate* [en línea]. 2002. [Consulta: 13 enero 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/236848526_Structure_of_Biological_Macromolecules_Proteins_and_Nucleic_Acids.

LEMUS, R., MARIN, J., RIVAS, J., SANHUEZA, L., SOTO, Y., VERA, N. y PUENTE, L. *Pumpkin seeds (Cucurbita maxima). a review of functional attributes and by-products* [en línea]. 2019. S.l.: Sociedad Chilena de Nutricion Bromatologia y Toxilologica. [Consulta: 22 enero 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000600783>.

LÓPEZ, F. Las proteínas de los alimentos. En: Type: Book Section. Spain: CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2014.

MARISELA, G., SUHEY, P., YOLMAR, V. y COLINA, J. Valores de referencia de carbohidratos para la población venezolana. *ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición* [en línea], 2013, vol. 63, pp. 301-314. [Consulta: 17 enero 2021]. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/alan/v63n4/art06.pdf>.

MENDIGUREN, J., AGIRRE, J., MUGARRA, E. y DAS, R. Sensitivity analysis of linear programming problem through a recurrent neural network Related content A New Pattern of Getting Nasty Number in Graphical Method P Sumathi and N Indhumathi-Sensitivity analysis on an AC600 aluminum skin component Sensitivity analysis of linear programming problem through a recurrent neural network. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2017, DOI 10.1088/1757-899X/263/4/042138.

MINISTERIO DE CULTURA Y PATRIMONIO DE ECUADOR. Zapallo - Patrimonio Alimentario. [en línea]. 2016. [Consulta: 22 enero 2021]. Disponible en: https://patrimonioalimentario.culturaypatrimonio.gob.ec/wiki/index.php/Zapallo#Nombre_cient.

C3.Adfico.

OLIVERA, M., FERREYRA, V., GIACOMINO, S., CURIA, A., PELLEGRINO, N., FOURNIER, M. y APRO, N. Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. *Rev Chil Nutr* [en línea], 2012, vol. 39, no. 2, pp. 18-25. [Consulta: 18 enero 2021]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v39n3/art03.pdf>.

PALLAVI, J. y KANIKA, V. Effect of germination and dehulling on the nutritive value of soybean. *Nutrition & Food Science*. 2016. pp. 596-603.

QUIRÓS, M. Carbohidratos y fibra. [en línea]. [sin fecha]. [Consulta: 17 enero 2021]. Disponible en: https://www.ministeriodesalud.go.cr/gestores_en_salud/guiasalimentarias/carbohidratos.pdf

RAMOS, M.B., SANTOS, R., ÁLVARES, M.Á. y IOUKO, E. Germination conditions influence the physical characteristics, isoflavones, and vitamin C of soybean sprouts. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* [en línea], 2020, vol. 55. [Consulta: 29 abril 2021]. ISSN 16783921. DOI 10.1590/S1678-3921.PAB2020.V55.01409. Disponible en: www.scielo.br/pab.

RIDNER ET.AL., E. *Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud* [en línea]. 1 edición. Buenos Aires. 2006. [Consulta: 18 enero 2021]. ISBN 9872312508. Disponible en: <http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/soja.pdf>.

RIOS, R.V., FERREIRA, M.D., FERNANDES DE ALMEIDA, P., VIANA, C.L. y DA SILVA LANNES, S.C. Application of fats in some food products. *Food Science and Technology* [en línea], 2014, vol. 34, no. 1, pp. 3-15. [Consulta: 18 enero 2021]. DOI 10.1590/S0101-20612014000100001. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612014000100001&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

RODRÍGUEZ R, R., VALDÉS R, M. y ORTIZ G, S. Características agronómicas y calidad nutricional de los frutos y semillas de zapallo Cucurbita sp. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA* [en línea], 2018, vol. 10, no. 1, pp. 86. [Consulta: 21 enero 2021]. ISSN 2027-4297. DOI 10.24188/recia.v10.n1.2018.636. Disponible en: <http://www.recia.edu.co>.

ROSSEL, E.D., ORTIZ, H., AMANTE, A., DURÁN, H.M. y LÓPEZ, L.A. Características físicas y químicas de la semilla de calabaza para mecanización y procesamiento. *Nova Scientia*

[en línea], 2018, vol. 10, no. 21, pp. 61-77. [Consulta: 22 enero 2021]. ISSN 2007-0705. DOI 10.21640/ns.v10i21.1467. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052018000200061&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

ROYO, Á. *Nutrición en salud pública* [en línea]. Escuela Nacional de Sanidad, Instituto de Salud Carlos III. Madrid. 2017. [Consulta: 13 enero 2021]. Disponible en: <http://publicaciones.isciii.es>.

SHARMA, S.K., MULVANEY, S.J. y RIZVI, S.S.H. *Ingeniería de Alimentos Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio* [en línea]. Mexico D.F: Limusa, S.A. 2003. ISBN 9681862031. Disponible en: <https://deymerg.wordpress.com/2013/08/26/ope-sharma/>.

SILVA, J.S., MARQUES, T.R., SIMÃO, A.A., CORRÊA, A.D., PINHEIRO, A.C.M. y SILVA, R.L. Development and chemical and sensory characterization of pumpkin seed flour-based cereal bars. *Food Science and Technology* [en línea], 2014, vol. 34, no. 2, pp. 346-352. [Consulta: 21 enero 2021]. ISSN 1678457X. DOI 10.1590/fst.2014.0054. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/fst.2014.0054>.

VANEGAS, L., RESTREPO, D. y LÓPEZ, H. CHARACTERISTICS OF THE DRINKS WITH SOYBEAN PROTEIN. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* [en línea], 2009, vol. 62, no. 2. [Consulta: 19 enero 2021]. ISSN 0304-2847. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472009000200015.

WARLE, B., RIAR, C., GAIKWAD, S. y MANE, V. Effect of Germination on Nutritional Quality of Soybean (Glycine Max). En: Type: Journal Article, *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 2015, vol. 9, pp. 13-16. DOI [doi:www.iosrjournals.org](http://www.iosrjournals.org).

YRUELA, I. y SEBASTIÁN, A. Capítulo 1 Macromoléculas biológicas: proteínas, DNA y RNA. [en línea]. [sin fecha]. [Consulta: 14 enero 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/36185301.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2595:2011 GRANOLAS. REQUISITOS



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2595:2011

GRANOLAS. REQUISITOS.

Primera Edición

GRANOLAS. REQUIREMENTS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, cereales, leguminosas y productos derivados, granola, requisitos.
AL: 67.02-408
ODI: 604.666
CUI: 3118
ICS: 67.660

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	GRANOLAS. REQUISITOS.	NTE INEN 2595:2011 2011-07
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las granolas. No incluye las granolas en barra.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIÓN</p> <p>2.1 Para los efectos de esta norma se adopta la siguiente definición:</p> <p>2.1.1 Granolas. Producto procesado apto para consumo directo, resultante de la mezcla de uno o más cereales, y/o pseudocereales, sometidos a uno o más procesos de cocción, con o sin adición de otros ingredientes crudos o cocidos.</p> <p style="text-align: center;">3. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>3.1 Las granolas deben tener aspecto, textura y consistencia, acorde a sus ingredientes y procesos de producción, pudiendo ser homogénea o heterogénea, crujiente o suave, suelta o granulada.</p> <p>3.2 Las granolas pueden ingerirse solas o mezcladas con otros alimentos.</p> <p>3.3 Las granolas deben presentar sabor y aroma típicos, naturales o provenientes de saborizantes y aromatizantes permitidos.</p> <p>3.4 Las granolas deben ser elaborada en condiciones sanitarias apropiadas, observándose las buenas prácticas de fabricación y a partir de materias primas sanas, limpias e inocuas.</p> <p>3.5 Los cereales y demás ingredientes de las granolas deben estar libres de materias extrañas y de signos de infestación o contaminación por roedores e insectos.</p> <p>3.6 Los ingredientes utilizados como materia prima de las granolas deben cumplir con las normas específicas de requisitos, como ingredientes se permiten entre otros, los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Grasas y aceites comestibles,b) azúcares, melazas y jarabes,c) miel de abeja,d) derivados de cereales y pseudocereales,e) edulcorantes,f) especias,g) frutas deshidratadas,h) frutas enconfitadas,i) frutos secos, semillas y nueces,j) leguminosas,k) oleaginosas,l) sal,m) esencias,n) otros ingredientes aptos para el consumo humano. <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRPTORES: Tecnología de los alimentos, cereales, leguminosas y productos derivados, granola, requisitos.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Calle 11/01-3999 - Baquerizo Moreno 08-08 y Armagó - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

4. REQUISITOS

4.1 Requisitos específicos

4.1.1 *Requisito físico.* Las granolas deben cumplir con el requisito indicado en la tabla 1.

TABLA 1. Requisito físico de las granolas.

Requisito	Valor		Método de ensayo
	Mínimo	Máximo	
Humedad, % (m/m)	-	10,0 %	ISO 712 *AOAC 925.09, 925.10
*método generales recomendados.			

4.1.2 *Requisitos microbiológicos.* Las granolas deben cumplir con los requisitos indicados en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos Microbiológicos de las granolas.

Microorganismo	n	c	m	M	Método de Ensayo
Aerobios Mesófilos REP, (ufc/g)	5	1	10 ⁴	10 ⁵	NTE INEN 1 529-5
Mohos, (upc/g)	5	2	10 ²	10 ³	NTE INEN 1 529-10
Coliformes (ufc/g)	5	2	10	10 ²	NTE INEN 1 529-7
Bacillus cereus	5	1	10 ²	10 ³	ISO 7932
Salmonella sp.	5	0	Ausencia/25 g	---	NTE INEN 1 529-15

Donde:

n = Número de muestras que se van a examinar

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M = Índice máximo permisible para identificar nivel de calidad aceptable.

4.2 *Aditivos.* A las granolas se les puede adicionar aditivos en las dosis máximas especificadas en la NTE INEN 2 074.

4.3 *Contaminantes.* El límite máximo de metales pesados en las granolas debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 3.

TABLA 3. Contaminantes

Metal	Requisito
Piomo, mg/kg	0,2
Cadmio, mg/kg	0,1*
*Excepto el salvado y el germen, así como los granos de trigo y el arroz	

4.4 Las granolas se ajustarán a los límites máximos de residuos de plaguicidas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius, CAC/ILMR 01-2009.

4.5 Las granolas deben cumplir con un nivel máximo de 10 mg/kg de aflatoxinas totales (B1+B2+G1+G2) y 5 mg/kg de ocratoxina A, establecido por la Comisión del Codex Alimentarius, CODEX STAN 193-1995.

5. INSPECCIÓN

5.1 Los procesos de inspección que deben seguirse para la aceptación de lotes de granolas se especifican a continuación:

5.1.1 Muestreo

5.1.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo a lo establecido en la familia de NTE INEN-ISO 2859 (ver nota 1) e ISO 3951 para producción continua o lotes aislados, la norma ISO 8422 e ISO 8423 para inspección por atributos y variables y las Directrices Codex sobre muestreo CAC/GL 50.

5.1.1.2 Los requisitos de cantidad de producto en paquetes y sus tolerancias debe estar de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN-OIML R 87.

5.1.2 Aceptación y rechazo

5.1.2.1 Si el producto cumple con los requisitos especificados en esta norma el lote es aceptado.

5.1.2.2 Si el producto no cumple con uno o más de los requisitos especificados en esta norma el lote es rechazado.

6. ENVASADO

6.1 Los envases deben ser nuevos y estar en condiciones sanitarias adecuadas, limpios y exentos de materias extrañas a fin de que resguarden la estabilidad y calidad del producto envasado, debiendo además protegerlo de cualquier contaminación durante su transporte, almacenamiento y comercialización.

6.2 Los recipientes, incluido el material de envasado, deben estar fabricados sólo con sustancias que sean de grado alimentario, inocuas y adecuadas para el uso al que están destinadas.

6.3 Los envases deben proteger al producto de la hidratación, constituyendo una barrera a la absorción de humedad externa suficiente para mantenerlo durante el almacenamiento, dentro del límite máximo de humedad establecido en esta norma.

7. ROTULADO Y ETIQUETADO

7.1 El rotulado y etiquetado debe cumplir con lo indicado en las NTE INEN 1 334-1 y 1 334-2, y con el RTE INEN 022.

NOTA 1. A la fecha el INEN ha adoptado las Normas Internacionales ISO 2859-1 e ISO 2859-10.

APÉNDICE Z

Z.1. DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-1	<i>Rotulado de Productos Alimenticios para consumo. Parte 1.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2	<i>Rotulado de Productos Alimenticios para consumo. Parte 2.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesofilos REP.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	<i>Control microbiológico de alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-15	<i>Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 2859-1	<i>Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 10: Introducción a la serie de normas de muestreo NTE INEN-ISO 2859 para la inspección por atributos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 2859-10	<i>Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote.</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios, procesados, envasados, y empaquetados.</i>
Recomendación Técnica Ecuatoriana NTE INEN-OIML	<i>R 87 Cantidad de producto en paquetes.</i>
International Standard Organization ISO 712	<i>"Cereals and cereal products - Determination of moisture content - Reference method series of standards for sampling for inspection by attributes".</i>
International Standard Organization. ISO 7932	<i>"Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of presumptive Bacillus cereus -- Colony-count technique at 30 degrees C".</i>
International Standard Organization. ISO 8422	<i>"Sequential sampling plans for inspection by attributes".</i>
International Standard Organization. ISO 8423	<i>"Sequential sampling plans for inspection by variables for percent nonconforming (known standard deviation)".</i>
International Standard Organization. ISO 2859	<i>Series of standards for sampling for inspection by attributes.</i>
International Standard Organization. ISO 3951	<i>Series of standards for sampling procedures for inspection by variables.</i>
Official Methods of Analysis AOAC 925.09	<i>Solids (Total) and moisture in Flour -Vacuum</i>
Official Methods of Analysis AOAC 925.10	<i>Solids (Total) and moisture in Flour -Air Oven Method.</i>
Comisión del Codex Alimentarius CAC/LMR 01-2009	<i>Lista de límites Máximos de Residuos de Plaguicidas.</i>
Directrices del Codex Alimentarius CAC/GL 50-2004	<i>Muestreo.</i>

Z.2. BASES DE ESTUDIO

Ministerio de Salud Perú, Resolución Ministerial 591-2008/MINSA que aprueba la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01 Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

Norma Chilena Oficial NCh2806.Of2003. *Cereales para el desayuno-Requisitos*. Instituto Nacional de Normalización (INN-CHILE). Santiago-Chile, 2003.

Norma Técnica Colombiana NTC 3749. *Productos de Molinería. Cereales listos para el desayuno*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Bogotá-Colombia, 1997.

Comisión del Codex Alimentarius, *Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y Piensos* (CODEX STAN 193-1995).

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2595	TÍTULO: GRANOLA. REQUISITOS	Código: AL. 02.02-408
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2010-08-09	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo Ministerial No publicado en el Registro Oficial No. Fecha de iniciación del estudio:	

Fechas de consulta pública: de

a

Subcomité Técnico: Granola. Requisitos

Fecha de iniciación: 2010-10-12

Fecha de aprobación: 2011-02-17

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Ing. Pablo Polít (Presidente)
MáE. Adriana Villavicencio
Ing. Elisa Vélez Decker
Ing. Augusto Solano
Ing. Remigio Salazar
Ing. Ana Gabriela Di Capua

Ing. Alejandra Chiriboga

Ing. Ruth Viera

Ing. José Rugel
Dra. Pilar Córdoba
Ing. Evelyn Andrade (Secretaría Técnica)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL –EPN
INTERTEK –CALEB BRETT ECUADOR S.A.
INTERTEK –CALEB BRETT ECUADOR S.A.
PRODUCTOS SCHULLO
NUTRIVITAL
PROGRAMA DE PROVISION DE ALIMENTOS -
MIES
PROGRAMA DE PROVISION DE ALIMENTOS -
MIES
PROGRAMA DE PROVISION DE ALIMENTOS -
MIES
KELLOGG ECUADOR CIA. LTDA.
LABORATORIO SEIDLA
INEN

Otros trámites:

La Subsecretaría de Industrias, Productividad e Innovación Tecnológica del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Voluntaria

Por Resolución No. 11 167 de 2011-05-20

Registro Oficial No. 488 de 2011-07-11

ANEXO B: RESULTADO DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA EN LA SOYA



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.54295a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	VARGAS KERLY
Dirección:	RIOBAMBA
Teléfono:	---

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	SOYA GERMINADA (TRATAMIENTO 3)		
Lote	---	Contenido Declarado:	18g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-04-29	Hora de Recepción	14:41:33
Fecha de Análisis:	2021-05-03	Fecha de Emisión:	2021-05-04
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Sólido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
1*PROTEINA	40.59	(F: 6.25) %	MFQ-01	AOAC 2001.11

ANEXO C: RESULTADO DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA SOYA



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.55939a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	VARGAS KERLY
Dirección:	RIOBAMBA
Teléfono:	---

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	SOYA GERMINADA SECA Y MOLIDA (TRATAMIENDO 2) "CAMARI"		
Lote	20/4/2021	Contenido Declarado:	12g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-07-29	Hora de Recepción:	12:59:49
Fecha de Análisis:	2021-07-30	Fecha de Emisión:	2021-08-04
Material de Envase:	FUNDA PLÁSTICA		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Sólido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
PROTEINA	39.58	(F: 6.25) %	MFQ-01	AOAC 2001.11
GRASA	23.70	%	MFQ-02	AOAC 2003.06
CENIZA	5.67	%	MFQ-03	AOAC 923.03
FIBRA BRUTA	5.51	%	MFQ-06	NTE INEN 522:2013
HUMEDAD	4.54	%	MFQ-04	AOAC 925.10
CALORIAS	455.62	kcal/100g	CALCULO	CALCULO
CARBOHIDRATOS	21.00	%	CALCULO	CALCULO

ANEXO D: RESULTADO DE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS SEMILLAS DE ZAPALLO



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.55939b

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	VARGAS KERLY
Dirección:	RIOBAMBA
Teléfono:	---

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	SEMILLAS DE ZAPALLO		
Lote	20/4/2021	Contenido Declarado:	50g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-07-29	Hora de Recepción	12:59:49
Fecha de Análisis:	2021-07-30	Fecha de Emisión:	2021-08-04
Material de Envase:	FUNDA PLÁSTICA		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Sólido.	Conservación:	Aj Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
PROTEINA	31.66	(F: 6.25) %	MFQ-01	AOAC 2001.11
GRASA	50.71	%	MFQ-02	AOAC 2003.06
CENIZA	5.84	%	MFQ-03	AOAC 923.03
FIBRA BRUTA	5.04	%	MFQ-06	NTE INEN 522:2013
HUMEDAD	6.00	%	MFQ-04	AOAC 925.10
CALORIAS	586.03	kcal/100g	CALCULO	CALCULO
CARBOHIDRATOS	0.75	%	CALCULO	CALCULO

ANEXO E: RESULTADO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO



INFORME DE RESULTADOS

INF-DIV-MI.56533a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	VARGAS KERLY
Dirección:	RJOBAMBA
Teléfono:	---

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	BARRA NUTRITIVA		
Lote	----	Contenido Declarado:	100g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-08-31	Hora de Recepción	15:29:20
Fecha de Análisis:	2021-09-01	Fecha de Emisión:	2021-09-06
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Ai Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS MICROBIOLOGÍA

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
RECUENTO DE AEROBIOS MESÓFILOS TOTALES	7.6 x 10 ⁵	UFC/g	MMI-107	NTE INEN ISO 4833:2014
SALMONELLA spp.	Ausencia	Detección/25g	MMI-30	AOAC 2016.01
RECUENTO DE MOHOS	20	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02
RECUENTO DE BACILLUS cereus	30	UFC/g	MMI-09	AOAC 980.31
RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES	5.4 x 10 ⁷	UFC/g	MMI-108	NTE INEN ISO 4832:2016
RECUENTO DE LEVADURAS	3.0 x 10 ⁹	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02

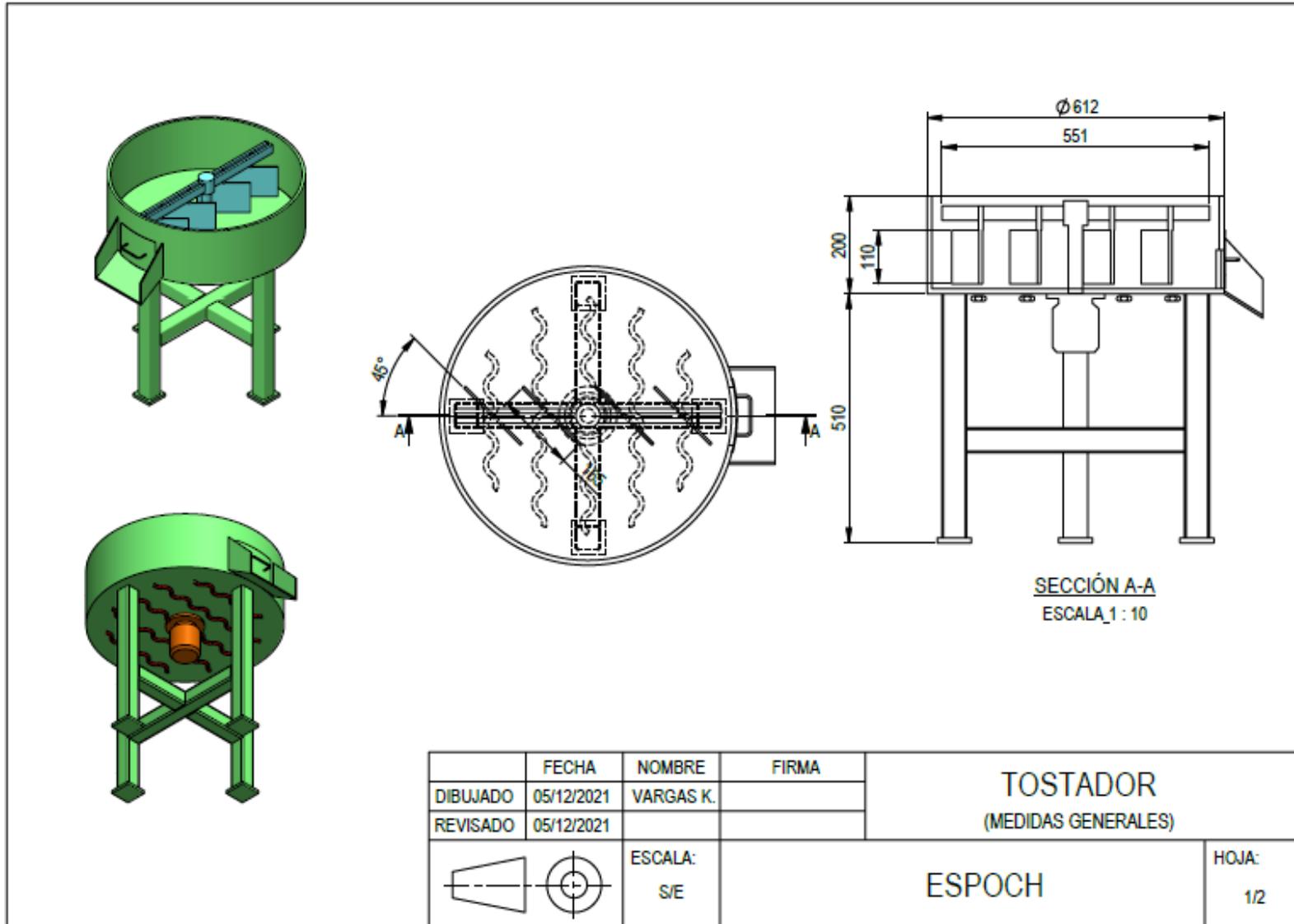
Nota 1: UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.

ANEXO F: TABLAS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ACERO 304

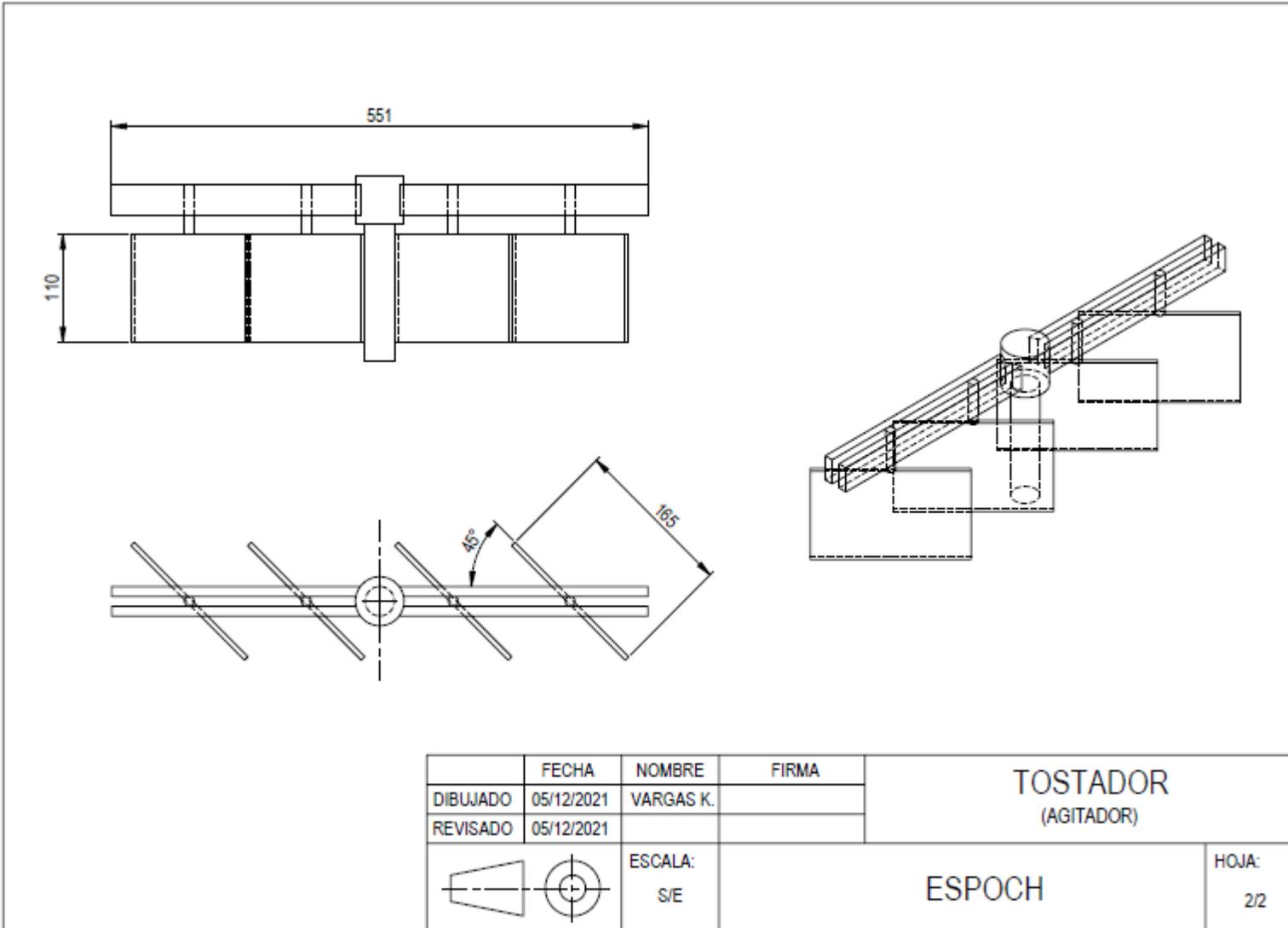
Inox 304 Propiedades Mecánicas						
Acero	Resistencia a la tracción (MPa) ≥	Esfuerzo de fluencia (MPa) ≥	Elongación en 50 mm (%) ≥	Reducción de área (%)	Dureza (HBW) ≤	Condiciones
304	585	235	60	70	149	Barra recocida
	690	415	45		212	Recocido y estirado en frío
	860	655	25		275	Estirado en frío de alta resistencia

Acero 304 Propiedades Mecánicas	
Densidad	7.93 g/cm ³
Punto de fusión	1398-1454 °C
Calor específico (Capacidad calorífica específica)	500 J/(Kg·K) a 20°C
Resistividad eléctrica	0.73 μΩ·m (20°C)
Permeabilidad magnética	1.02 (Aproximado)
Modulo elastico	193 GPa (28×10 ⁶ psi)
Difusividad térmica	3.84 mm ² /s
Coeficiente de conductividad termica	16.3 (100 °C)
	21.5 (500 °C)
Coeficiente de dilatacion lineal	17.2 (0-100 °C)
	17.8 (0-300 °C)
	18.4 (0-500 °C)

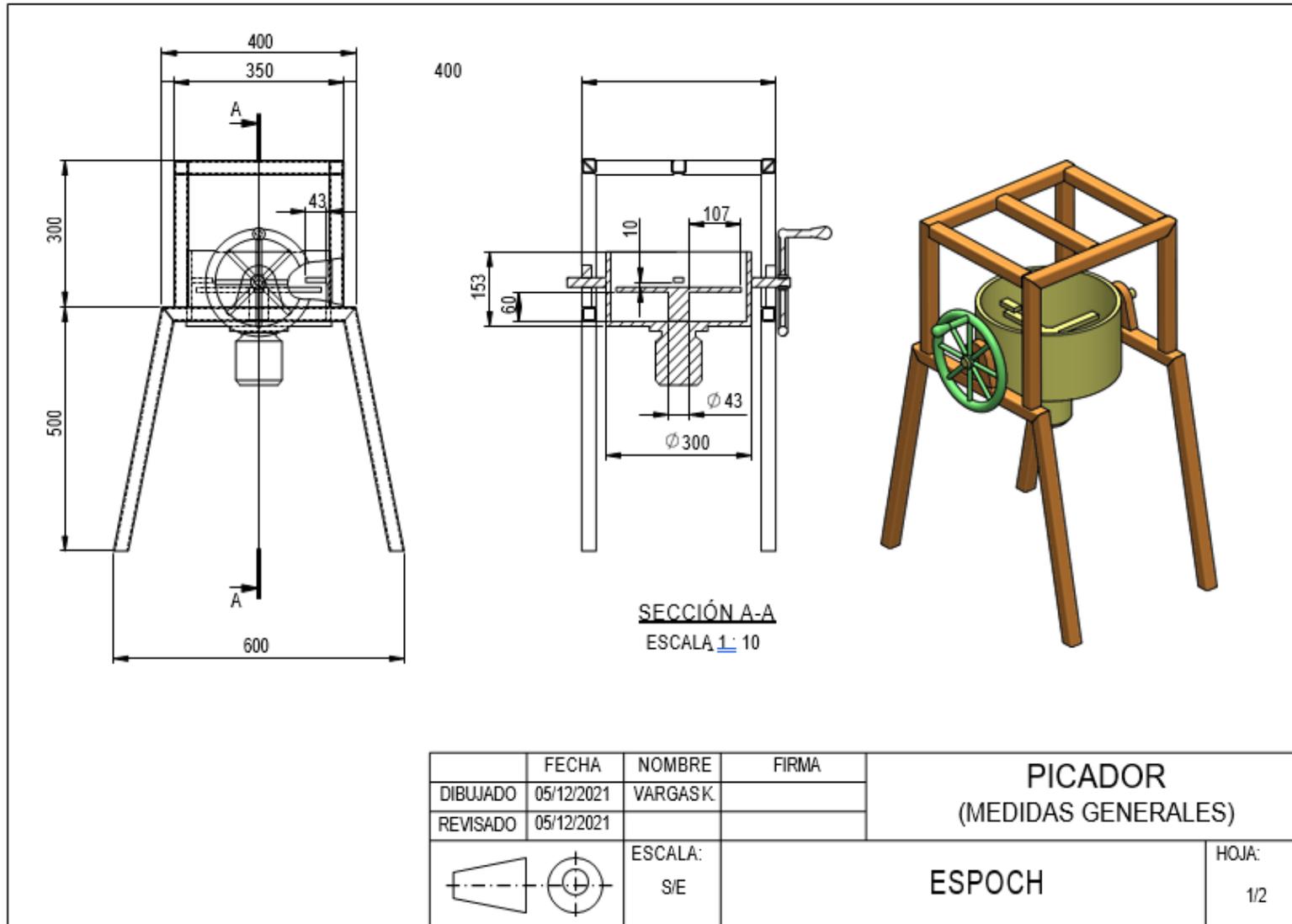
ANEXO G: DISEÑO DEL TOSTADOR



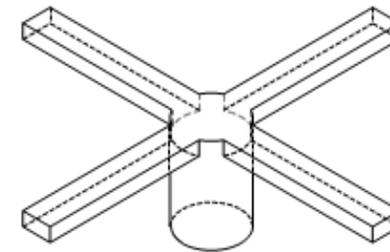
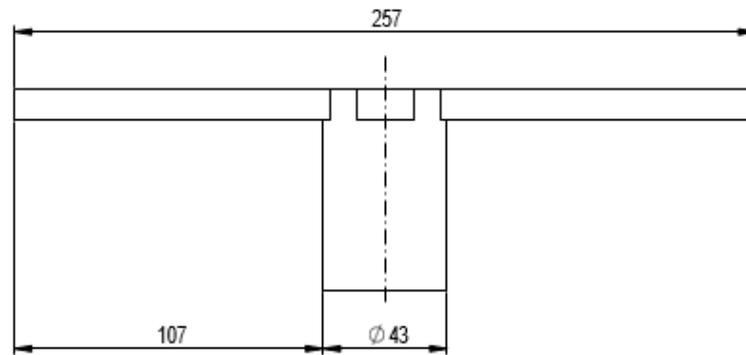
ANEXO H: DISEÑO DE AGITADOR DEL TOSTADOR

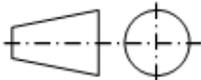


ANEXO I: DISEÑO DEL PICADOR

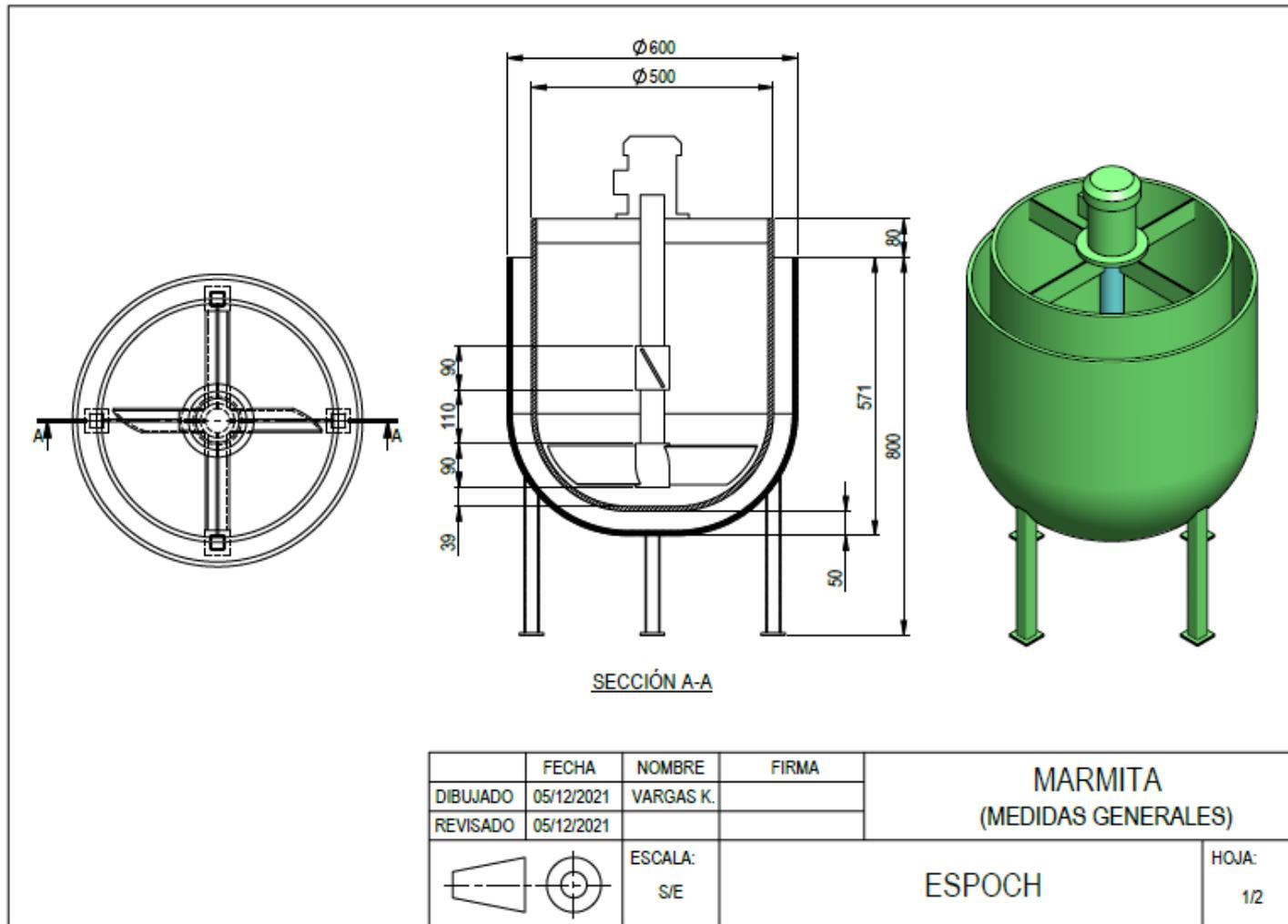


ANEXO J: DISEÑO DE CUCHILLAS DE PICADOR

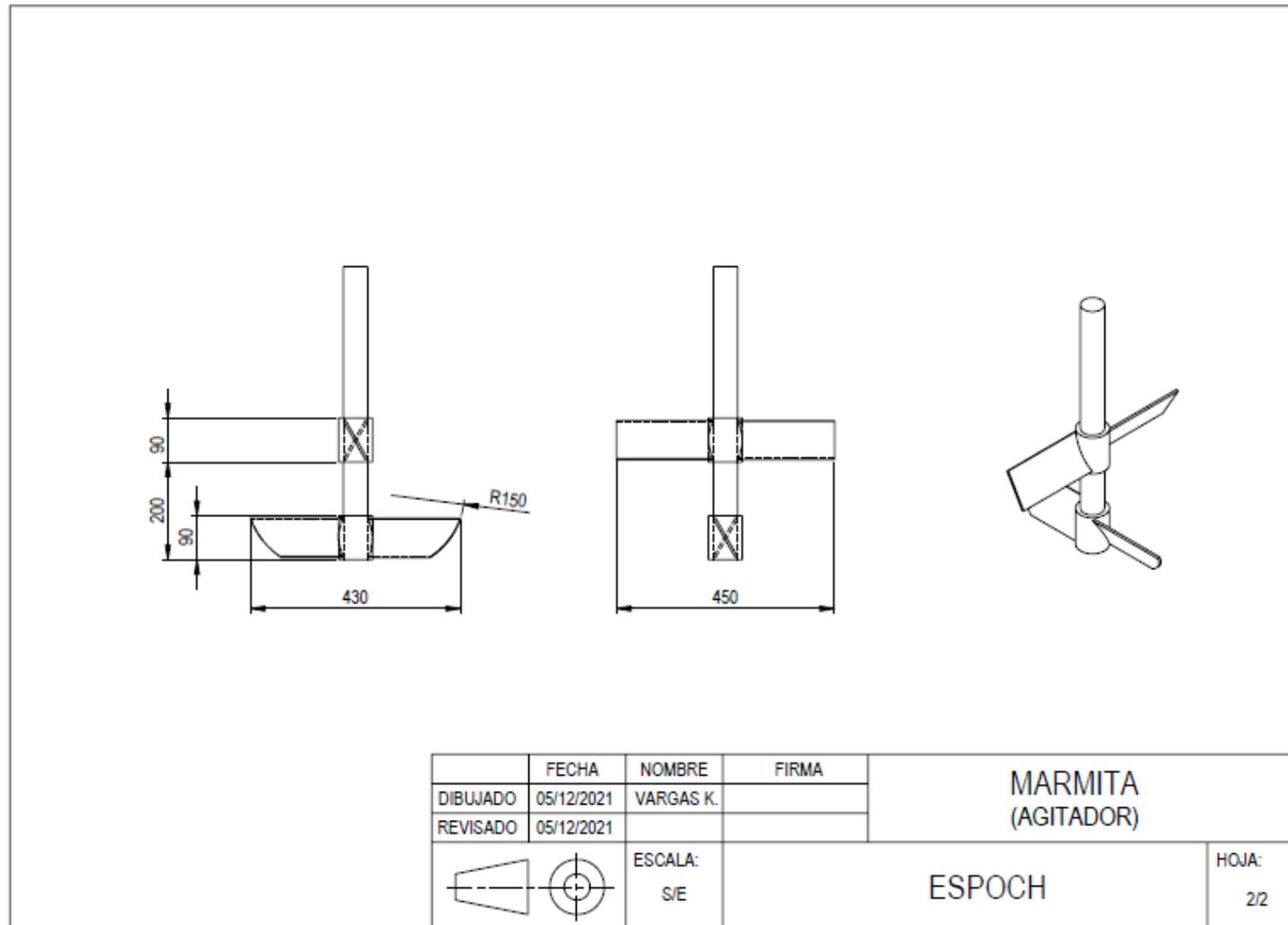


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	PICADOR (CUCHILLAS MOVILES)
DIBUJADO	05/12/2021	VARGASK.		
REVISADO	05/12/2021			
	ESCALA:	ESPOCH		HOJA:
	S/E			2/2

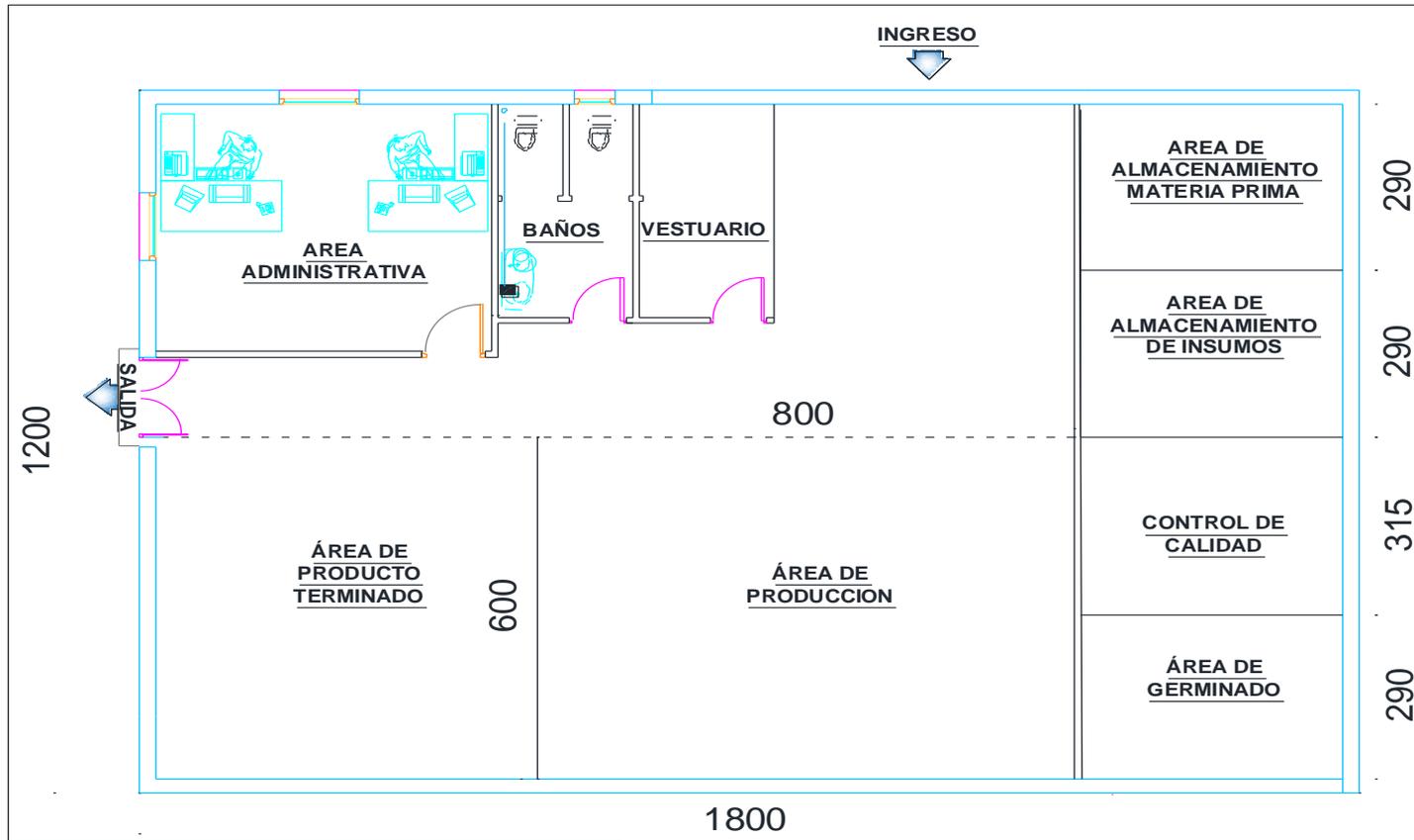
ANEXO K: DISEÑO DE LA MARMITA



ANEXO L: DISEÑO DEL AGITADOR DE LA MARMITA



ANEXO M: DISTRIBUCIÓN DE LA PLATA



	FECHA	NOMBRE	FECHA	DISTRIBUCION DE LA PLANTA
DIBUJADO	05/12/2021	VARGAS K		
REVISADO	05/12/2021			
	ESCALA	ESPOCH		HOJA
	1 a 100			1/1



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 12 / 04 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Kerly Malena Vargas Piuri</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Ciencias</i>
Carrera: <i>Ingeniería Química</i>
Título a optar: <i>Ingeniera Química</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.04.12 12:59:14 -05'00'



0612-DBRA-UTP-2022