



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN
DE HARINA A PARTIR DE MASHUA (*tropaeolum tuberosum*) EN
LA EMPRESA DE SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS SAVALED**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: JONATHAN FABRICIO PROCEL MORENO

DIRECTOR: Ing. CESAR ARTURO PUENTE GUIJARRO PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Jonathan Fabricio Procel Moreno

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

Yo, Jonathan Fabricio Procel Moreno, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 24 de mayo de 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jonathan Procel', with a stylized flourish at the end.

Jonathan Fabricio Procel Moreno
0604553107

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE MASHUA (*tropaeolum tuberosum*) EN LA EMPRESA DE SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS SAVALED**, realizado por el señor: **JONATHAN FABRICIO PROCEL MORENO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
M.V. Guillermo Eduardo Dávalos Merino PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-05-24
Ing. Cesar Arturo Puentes Guizarro DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-24
Ing. Mónica Lilian Andrade Ávalos ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-24

DEDICATORIA

El presente trabajo de Integración curricular dedico a mis padres María y Napoleón quienes han sido mi mayor apoyo durante mi largo proceso de formación personal y profesional, sin duda alguna su amor, compromiso y responsabilidad; valores solidos que me han permitido crecer y convertirme en la persona que soy el día de hoy. A mi padrino Juan José y a mis hermanos Alex, Katy quienes estuvieron en su momento brindándome su apoyo cuando más lo necesitaba. Finalmente a mi hijo Esteban Santiago quien desde siempre fue el motor y motivo de mi felicidad para esforzarme y seguir adelante, este logro es para ustedes.

Jonathan

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de vivir, bendecirme y protegerme en cada día de mi vida. A mis padres, hermanos y familia por formar parte y contribuir en este y demás logros. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por ser una institución de prestigio y formarme para el desarrollo profesional. A mis mentores el Ing. Cesar Puente y la Ing. Mónica Andrade quienes aportaron con su sabiduría, experiencia y conocimiento para lograr culminar el proyecto, de todo corazón muchas gracias.

Jonathan

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
SUMMARY.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	3
CAPÍTULO II	
2.1. Antecedentes de investigación.....	4
2.2. Referencias teóricas.....	5
2.2.1. <i>Mashua (Tropaeolum tuberosum)</i>	5
2.2.2. <i>Harina</i>	8
2.2.3. <i>Deshidratación</i>	9
2.2.4. <i>Molienda</i>	10
2.2.5. <i>Tamizado</i>	11
CAPÍTULO III	
3.1. Localización del proyecto.....	12
3.2. Ingeniería del proyecto.....	13
3.2.1. <i>Tipo de estudio</i>	13
3.3. Técnicas.....	13
3.3.1. <i>Caracterización de la materia prima con base a la norma correspondiente</i>	13
3.4. Descripción del proceso a nivel de laboratorio.....	15
3.4.1. <i>Procedimiento para la elaboración de harina de Mashua</i>	15

3.5. Determinación de las variables de proceso	16
3.5.1. <i>Tiempo de secado</i>	16
3.5.2. <i>Temperatura</i>	16
3.5.3. <i>Humedad</i>	16
3.6. Cálculos de ingeniería	17
3.6.1. <i>Balace de materia</i>	17
3.6.2. <i>Balace de energía</i>	19
3.6.3. <i>Datos del secado de la materia prima</i>	21
3.7. Dimensionamiento de la planta	21
3.7.1. <i>Determinación del rendimiento de la elaboración de harina de mashua a nivel de laboratorio</i>	22
3.8. Diseño de equipos	23
3.8.1. <i>Tanque de selección, lavado y desinfección</i>	23
3.8.2. <i>Secador de bandejas</i>	25
3.8.3. <i>Molienda</i>	26
3.8.4. <i>Tamizado</i>	29
3.8.5. <i>Empaquetado</i>	31
3.9. Requerimientos de maquinaria y equipos	31
3.10. Inversión fija	33
3.10.2. <i>Equipos y maquinaria para el área de producción para la harina de mashua</i>	33
3.10.3. <i>Costo de materiales directos</i>	34
3.10.4. <i>Inversión total anual</i>	34
3.11.1. <i>Cálculo del precio de venta al público mensual de la presentación de 500 gr de harina de mashua.</i>	35
3.11.2. <i>Tasa interna de retorno (TIR)</i>	37
3.11.3. <i>Inversión para el año 2024 -> 40%</i>	38
3.11.4. <i>Inversión para el año 2025 -> 40%</i>	38
3.11.5. <i>Valor actual neto (VAN)</i>	38
3.11.6. <i>Costo- beneficio del proyecto</i>	40

CAPÍTULO IV

4.1. Análisis e interpretación de resultados	41
4.1.1. <i>Materia prima (tropaeolum tuberosum)</i>	41
4.2. Elaboración de la harina de mashua a escala de laboratorio	41
4.3. Dimensionamiento de equipos	42
4.4. Costo-beneficio para la elaboración de harina de mashua a escala industrial	43

4.5. Validación del producto final (Harina de Mashua)	43
--	-----------

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Clasificación científica de la Mashua.....	6
Tabla 2-2: Composición química de la Mashua.....	6
Tabla 2-3: Valor nutricional de la Mashua	7
Tabla 2-4: Composición química de la harina de trigo.....	8
Tabla 3-1: Coordenadas del área.....	12
Tabla 3-2: NTE INEN 1516:2013.....	13
Tabla 3-3: Datos experimentales del secado de la oca.....	21
Tabla 3-4: Tipos de velocidades para la molienda.....	28
Tabla 3-5: Requerimiento de maquinaria y equipos	31
Tabla 3-6: Presupuesto de equipos y adecuación para la producción de la harina de mashua	33
Tabla 3-7: Costos de mano de obra.....	33
Tabla 3-8: Servicios básicos	33
Tabla 3-9: Costos de implementación.....	34
Tabla 3-10: Costos adquisición materia prima.....	34
Tabla 3-11: Gastos mensuales.....	34
Tabla 3-12: Inversión total anual	34
Tabla 3-13: Ganancia mensual y anual	36
Tabla 3-14: Utilidad neta	37
Tabla 3-15: Cálculo de la tasa interna de retorno.....	37
Tabla 3-15: Cálculo del valor actual neto	39
Tabla 3-16: Recuperación de la inversión.....	40
Tabla 4-1: Caracterización de la mashua (<i>tropaeolum tuberosum</i>).....	41
Tabla 4-2: Diseño de equipos para la producción de harina de mashua	42
Tabla 4-3: Análisis-físico: sensorial	44
Tabla 4-4: Análisis-químico de la Harina de Mashua.....	45
Tabla 4-5: Análisis-microbiológico de la Harina de Mashua	45

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Mashua (<i>tropaeolum tuberosum</i>)	5
Ilustración 2-2: Secador de bandejas	9
Ilustración 2-3: Secador de lecho fluidizado horizontal	10
Ilustración 2-4: Molino de bolas	10
Ilustración 2-5: Molino de martillo	11
Ilustración 3-1: Georreferencia de la empresa “SAVALED”	12
Ilustración 3-2: Curva de secado del proceso “masa del solido vs tiempo”	22
Ilustración 4-1: Requisitos físicos-químicos harina de trigo	44
Ilustración 4-2: Requisitos microbiológicos harina de trigo	44

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: PROCESO DE LA ELABORACION DE HARINA DE MASHUA PELADO Y
CORTADO

ANEXO B: DISEÑO DE LOS EQUIPOS

ANEXO C: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA HARINA DE MASHUA

ANEXO D: ANALISIS FÍSICOS-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

RESUMEN

El presente proyecto técnico tuvo como finalidad diseñar el proceso industrial para la obtención de harina a partir de mashua (*tropaeolum tuberosum*) para su posterior implementación en la empresa de suplementos alimenticios SAVALED. Dentro del proceso para su elaboración se determinó las variables tales como la humedad, tiempo de secado natural con exposición al sol de 5 – 7 días, el secado mecánico mediante la utilización de un secador de bandejas a gas de 10 -20 horas y la temperatura en un rango de 65 – 80 °C. Posterior a ello se dimensionó el proceso que consta de las siguientes etapas: recepción y selección de la materia prima, soleado, lavado, pelado y cortado, secado, molienda, tamizado y empaquetado. Para la caracterización de la materia prima (mashua) se tomó los resultados mediante bibliografía de investigaciones ya realizadas y en base a la norma INEN 1516 en el apartado de disposiciones generales se clasificó el tubérculo para obtener un producto de excelente calidad que garantice su consumo. Además se realizó los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la harina de mashua obteniendo un tamaño de partícula de 95%, en los parámetros de proteína, grasas, cenizas, humedad, coliformes totales, Escherichia coli, mohos y levaduras cumpliendo con los requisitos máximos y mínimos establecidos por la norma INEN 616 a excepción del gluten húmedo siendo este un producto no apto para la elaboración de productos panificados. Para el escalamiento industrial de una producción de 500 kg semanales se requiere un área útil de 57,27 m² obteniendo 1155 fundas de harina de mashua en presentaciones de 500 g, obteniendo una ganancia de 0,48 centavos por cada dólar invertido recuperando el costo de la inversión en un periodo de 3 años.

Palabras clave: <DISEÑO>, <MASHUA (*Tropaeolum Tuberosum*)>, <SECADO>, <TUBÉRCULO>, <HARINA>.

1532-DBRA-UPT-2023



SUMMARY/ABSTRACT

The purpose of this technical project was to design the industrial process for obtaining flour from mashua (*tropaeolum tuberosum*) for its subsequent implementation in the food supplement company SAVALED. Within the process for its elaboration, variables such as humidity, natural drying time with sun exposure of 5 - 7 days, mechanical drying using a gas tray dryer for 10 - 20 hours and temperature in a range of 65 - 80 °C were determined. Subsequently, the process was sized and consisted of the following stages: reception and selection of raw material, sunning, washing, peeling and cutting, drying, milling, sieving and packaging. For the characterization of the raw material (mashua), the results were taken from the bibliography of research already carried out and based on the INEN 1516 standard in the general provisions section, the tuber was classified to obtain a product of excellent quality that guarantees its consumption. In addition, physicochemical and microbiological analyses of the mashua flour were carried out, obtaining a particle size of 95%, in the parameters of protein, fat, ash, moisture, total coliforms, *Escherichia coli*, molds and yeasts, complying with the maximum and minimum requirements established by INEN 616, with the exception of wet gluten, which is a product not suitable for the production of baked goods. For the industrial scaling up of a weekly production of 500 kg, a useful area of 57.27 m² is required, obtaining 1,155 bags of mashua flour in 500 g presentations, obtaining a profit of 0.48 cents for each dollar invested, recovering the cost of the investment in a period of 3 years.

Key words: <DESIGN>, <MASHUA (*Tropaeolum Tuberosum*)>, <DRYING>, <TUBERCUM>, <FLOUR>.

1532-DBRA-UPT-2023



Dra. Nanci M. Inca Ch. Mgs.
0602926719

INTRODUCCIÓN

El cultivo y el consumo de productos agrícolas de origen andino tiene una disminución a través del tiempo debido al desconocimiento de la existencia de las propiedades de diversos tubérculos en aporte nutricional para las personas, tal es el caso de la mashua en el Ecuador que a pesar de tener propiedades nutraceuticas que proporciona grandes beneficios en la alimentación diaria del consumidor no es socializada hacia la población. La mashua se le considera como producto de consumo directo sin previo tratamiento o la obtención de algún otro tipo de producto procesado que mejore su ingestión en el mercado para su consumo, esta al poseer un gran contenido de proteínas, fibras, carbohidratos, vitaminas (B y C) considerado también como una excelente fuente de materia prima rico en almidón y bajo en calorías superando el valor nutritivo de tubérculos similares como la oca, el olluco, la papa y algunos tipos de cereales.

Los alimentos procesados constituyen la segunda fuente de ingreso económico al nivel del país siendo esta después de la industria petrolera la industria que mayor ingreso genera tal es el caso de la demanda del consumo de las harinas que poseen componentes o aditivos tales como colorantes, estabilizantes y conservantes que deterioran la calidad del producto perdiendo su aporte nutricional, sin embargo no se mira las consecuencias que acarrea esta problemática, en este sentido el aprovechamiento de la mashua está destinado a la elaboración de harina de origen natural por su alto contenido de isotiocianatos y glucosinolatos los cuales son compuestos que presentan propiedades antibióticas y anticancerígenas.

Por lo tanto se ha desarrollado el presente proyecto técnico denominado el diseño de un proceso industrial para la elaboración de harina de mashua (*tropaeolum tuberosum*), el cual se desglosa por capítulos de forma ordenada y secuencial el planteamiento del problema, la justificación, los antecedentes, la metodología a emplear, la parte experimental y los análisis físico-químicos y microbiológicos del producto final, obteniendo como resultado de este proceso de deshidratación de la mashua para la obtención de harina la cual no va dirigido netamente para su consumo directo sino para el procesamiento de otro tipo de productos alimenticios alternativos, nuevos e innovadores transformados en sopas, coladas, salsas, pastas; etc.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) es un tubérculo de origen andino que se presenta en gran variedad, esta contiene aproximadamente un 15 % de proteínas lo cual varía dependiendo su color, es rico en betacaroteno y en minerales tales como fosforo, potasio, hierro, magnesio, zinc y cobre además de contar con propiedades antioxidantes como flavonoides y polifenoles. En las comunidades andinas el cultivo y consumo de la mashua sigue en auge, considerado como un alimento de fácil producción y excelente rentabilidad. Debido a la alta demanda del cultivo en la región y al desconocimiento de este producto agrícola se tiene el propósito de aprovechar esta materia prima para la obtención de harina de Mashua con el fin de obtener grandes beneficios en la salud del consumidor.

La empresa SAVALED ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Guano específicamente en la parroquia San Isidro de Patulu se dedica a la fabricación de productos alimenticios de origen natural, dicha empresa no cuenta con un sistema de producción para la obtención de harina de mashua es por ello por lo que su interés radica en la implementación de un nuevo producto natural a partir de mashua sabiendo que este es un tubérculo andino de importancia ancestral y de elevado valor nutricional.

1.2 Justificación

En la actualidad la mayor parte de productos alimenticios procesados para la obtención de harina son de origen artificial por lo que a corto o largo plazo generan efectos dañinos para la salud ya sea por los componentes o aditivos que estos poseen en su elaboración. La mashua al ser un tubérculo de origen natural posee excelentes propiedades por su alto valor nutricional enriquecido de almidón, proteínas, minerales, fibra, vitaminas, grasas y carbohidratos, superando el valor nutricional de la papa y de algunos cereales aportando grandes beneficios para el consumidor. Es por ello que mediante el presente proyecto técnico se pretende aprovechar las propiedades y beneficios de dicho tubérculo al realizar el diseño del proceso industrial para la obtención de harina a partir de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*), que además de fomentar el consumo de productos andinos, proporcionara al consumidor nutrientes en su dieta alimenticia.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general*

Diseñar un proceso industrial para la obtención de harina a partir de Mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) para la empresa de suplementos alimenticios SAVALED.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Caracterizar la materia prima para el proceso de obtención de harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) bajo la Norma INEN 1516:2013.
- Identificar los parámetros, operaciones unitarias y variables que están presentes en el proceso de obtención de harina de mashua.
- Efectuar cálculos de ingeniería para el diseño del proceso y equipos en la obtención de la harina de mashua.
- Realizar la validación técnica y económica del proceso diseñado mediante la Norma INEN 616:2015 Norma para harinas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

Según (Sáenz, 2020, p.14); en los terrenos montañosos se considera que el cultivo de raíces y tubérculos de origen andino se han perdido con el tiempo por la falta de agricultura de los habitantes de zonas aledañas, pese a que desde épocas pasadas han sido considerados productos de rica y gran variedad nativa en algunos países de América latina tales como Perú, Ecuador, Bolivia y Colombia, por lo que se han venido realizando investigaciones minuciosas con el fin de introducir nuevas tendencias de alimentación para la obtención de una innovadora variedad de productos industriales que sean de nueva generación a partir de la Mashua (*tropaeolum tuberosum*). Este tubérculo es muy similar a la papa y a la oca físicamente presentando una amplia gama de colores, el consumo de este puede realizarse de diferentes maneras que por lo general se lo expone al sol para tratar de eliminar un sabor desagradable propio de la mashua, esta posee una capacidad antioxidante que al estar compuesto por vitaminas de complejo C y E ayudan favorablemente al tratamiento de problemas cardiovasculares, además de eliminar cálculos renales y combatir la anemia (Arteaga-Cano et al. 2022, p. 1).

Tomando en cuenta la viabilidad de las características y propiedades que brinda la Mashua en comparación con la escasez del trigo y cebada produciendo una pésima demanda en la industria alimenticia, es importante mencionar que el cultivo de este tubérculo se adapta a diferentes suelos bien sea ricos o pobres en minerales, siendo la última bajo condiciones desfavorables es por ello que se realizó el aprovechamiento de esta materia prima para cubrir en parte la demanda del mercado diseñando un proceso de elaboración de almidón enfocado en la temperatura de secado misma que modifica las propiedades físicas y químicas (Robalino, Al 2019, p. 2). Según (González Cabrera, Moreno Andrade, López Sampedro 2020, p. 2); en su investigación propone la realización de la caracterización desde un punto de vista nutricional y funcional de la harina de Mashua con el fin de establecer la utilidad de su aplicación, describiendo el proceso de obtención de la harina tenemos la selección de materia prima que se adapte a las Normas Técnicas Ecuatorianas, limpieza y lavado, troceado, secado, molienda y tamizado, mostrando mediante el análisis proximal que la haría de Mashua es de calidad.

La aceptabilidad de la harina de Mashua en base a las características organolépticas realizados en la industria alimenticia específicamente panificadora son aceptables tanto en su sabor, olor, color y textura contribuyéndose así como un alimento nutritivo para la utilización de la elaboración de pan en la dieta de los consumidores (Santiago Quiroz 2014, p. 6).

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. *Mashua (Tropaeolum tuberosum)*

La mashua o mejor conocida en el quichua como “mashua” es un tubérculo de origen andino que se cultiva a grandes alturas, en las regiones como Bolivia, Colombia, Ecuador, esta se la puede encontrar en campos silvestres o cultivados, ya que al ser considerado un producto andino, en el cultivo no es necesario la utilización de fertilizantes ni pesticidas puesto que puede resistir fácilmente a los insectos y plagas que se encuentren en su entorno, similar a la papa, el ulluco y la oca (Gualoto 2021, p. 14).



Ilustración 2-1: Mashua (*tropaeolum tuberosum*)

Realizado por: Procel Jonathan., 2023

Dentro de sus características y variedad, la mashua al estar cruda posee un sabor amargo con un toque picante desagradable es por ello que su consumo se lo realiza una vez que este cocida, su coloración es uniforme y puede variar de blanco, amarillo o anaranjado, posee pigmentos de antocianina que por lo general se encuentran ubicados en las yemas, el tamaño del tubérculo puede variar entre los 5 y 15 cm de largo (Miranda, 2011, p. 39).

2.2.1.1. *Cultivo de mashua*

El cultivo de este tubérculo se lo realiza en un tiempo de 6 a 8 meses obteniendo un mejor rendimiento que otro tipo de tubérculos siendo así de alta productividad y creciendo mejor entre los 2,400 y 4,300 msnm, además una vez cosechado se lo puede almacenar en sitios fríos y ventilados hasta los seis meses (Miranda, 2011, p. 12).

2.2.1.2. Clasificación científica

La mashua es considerada un tubérculo muy rustico desde el punto de vista agronómico, que puede germinar a bajas temperaturas y ser cultivada en suelos pobres, por lo que no requiere la utilización de fertilizantes ni pesticidas en su producción, esta pertenece a la familia de Tropaeolaceae, genero Tropaeolum como se muestra en la tabla a continuación (Santiago Quiroz, 2014, p. 22).

Tabla 2-1: Clasificación científica de la Mashua

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Tropaeolaceae
Genero	Tropaeolum
Especie	T. tuberosum

Fuente: (Santiago Quiroz, 2014, p. 22)

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

2.2.1.3. Composición química

Dentro de la composición química, la mashua exhibe una gran cantidad de compuestos importantes tales como vitaminas, grasas, proteínas, carbohidratos, calorías; entre otros que demuestra lo beneficioso que es el consumo de este tubérculo en la dieta diaria (Ministerio de cultura y patrimonio, 2013, p. 26).

Tabla 1-2: Composición química de la Mashua

Nutriente	Cantidad (100g)
Agua	83,4
Carbohidratos	13,1
Proteína	1,6
Fibra	0,9
Cenizas	0,9
Grasa	0,1
Otros Componentes (mg)	
Acido ascórbico	120
Calorías	58
Fosforo	49
Calcio	7
Hierro	0,70
Niacina	0,60

Tiamina	0,05
Rivoflamina	0,04

Fuente: (Peralta-argomeda et al., 2016, p. 22)

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

2.2.1.4. Análisis nutricional

Tabla 2-3: Valor nutricional de la Mashua

Nutriente	Porcentaje (%)
Agua	88,70
Carbohidratos	75,40
Proteínas	9,17
Fibra	5,86
Ceniza	4,81
Grasa	4,61

Fuente: (Santiago Quiroz 2014, p. 23)

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

2.2.1.5. Beneficios de la mashua

Según (Miranda, 2011, p. 24) las investigaciones realizadas con anterioridad referente al consumo de la mashua han demostrado que este tubérculo posee un alto valor nutricional rico en fibra, carbohidratos, calorías y proteínas, conteniendo aminoácidos esenciales importantes que benefician de manera directa en la alimentación de los consumidores.

Se debe tener en cuenta que dentro de la composición química de la mashua existe la presencia de glucosinatos los cuales actúan sobre el sistema inmunológico causando efectos beneficiosos mismos que protegen al organismo contra el cáncer, a su vez el consumo excesivo en grandes cantidades de la mashua podría causar efectos perjudiciales afectando el sistema nervioso a mediano o largo plazo (Ministerio de cultura y patrimonio, 2013, pp. 4-5).

Entre otros usos provechosos que se le puede dar a este tubérculo, se lo utiliza para la preparación de bebidas caseras realizando infusiones con manzanilla y panela actuando como un desinflamante de ovarios aliviando dolores menstruales, además de servir como depurativo para purificar la sangre (Ministerio de cultura y patrimonio, 2013, pp. 4-5).

2.2.2. Harina

La harina es considerada como un polvo fino siendo muy utilizada en la pastelería y panadería como uno de los ingredientes importantes y principales para la elaboración de diferente gama de productos, haciendo referencia a las propiedades organolépticas de la harina natural esta posee un sabor sin gusto con un olor atractivo y neutro, de textura suave sin la presencia de microorganismos que modifiquen su color blanco característico (Artacho, y otros, 2011, p.17).

2.2.2.1. Composición química de la harina de trigo

Tabla 2-4: Composición química de la harina de trigo

Componente	Porcentaje (%)
Almidón	70-75
Proteínas	10-12
Polisacáridos no del almidón	2-3
Lípidos	2

Fuente: (Vega, 2012, p. 23)

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

2.2.2.2. Descripción general del proceso de la elaboración de harina

Tabla 2-5: Composición química de la harina de trigo

PROCESO	DESCRIPCIÓN
Selección	La materia prima se selecciona sometiéndola a diferentes pruebas para determinar que el trigo se encuentre en óptimas condiciones para su procesamiento.
Limpieza	Para realizar la limpieza de la materia prima esta se limpia con tres elementos los cuales son un separador magnético, separadores con cribas y aspiración, con estos elementos permiten eliminar algún tipo de agentes livianos como el polvo ramas, etc.
Acondicionamiento	Para el proceso de acondicionamiento se necesita agregar en un silo el trigo y agua conjuntamente dejando reposar por un periodo de tiempo de 6 a 24 horas, en este procedimiento permite la separación de endospermo y mejora el estado físico del grano. Trituración: en esta etapa consta de 5 a 6 trituraciones que poseen cilindros estriados que su velocidad de giro es opuesta en donde se separa el endospermo del salvado.
Molienda	Separación: en la etapa de separación se separa en diferentes tamaños las partículas en cada una de las etapas de trituración poseen mallas de cernido. Purificación: en la purificación las partículas poseen cernidores que tienen los mismos tamaños en donde se realiza una combinación de cernido y aspirado.

Compresión: en esta etapa se utilizan rodillo lisos que se ajustan produciendo granos de finura recomendada para la obtención de la harina.

Fuente: (Vega, 2012, p. 23)

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

2.2.3. *Deshidratación*

La deshidratación o comúnmente conocido como secado es una operación unitaria muy utilizado en la industria de alimentos, con el propósito de eliminar la humedad de un alimento en un porcentaje de menor o mayor grado para una mejor conservación microbiología evitando reacciones innecesarias, reduciendo el peso y volumen, además de facilitar el proceso de almacenamiento y transporte en una industria. Hay que tener en cuenta que en los procesos de secado es fundamental conocer las propiedades físicas y químicas del producto a tratar para evitar posibles cambios en el proceso (Ibarz, 2005, p.584).

2.2.3.1. *Secado solar*

El secado solar de un alimento hacer referencia a la exposición de los rayos solares del sol a la cosecha, siempre y cuando la duración sea por un corto periodo de tiempo ya que presenta ciertas limitaciones como por ejemplo la falta de control sobre el proceso de secado, cambios nutricionales y falta de uniformidad en el secado (Ibarz, 2005, p. 623).

2.2.3.2. *Secador de bandejas*

El secador de bandejas es uno de los equipos más utilizados en la industria alimenticia, este posee bandejas de entre 10-100 mm de profundidad las cuales se encuentran ordenadas y separadas adecuadamente para que el aire que ingresa en el interior sea constante en todo el equipo permitiendo controlar y cambiar con facilidad las condiciones de secado (Ruiz, R, 2016, p. 48).



Ilustración 2-2: Secador de bandejas

Fuente: Ruiz Roció., 2016, p.48

2.2.3.3. Secador de lecho fluidizado

En este tipo de secador las partículas o materia prima a secar no tienen puntos de contacto en el proceso, lo cual facilita el proceso de secado siendo igualada al del peso del lecho con la caída de presión, la velocidad del aire por lo general se encuentra en un rango de 0,05 – 0,075m/s (Ibarz, 2005, p. 225).



Ilustración 2-3: Secador de lecho fluidizado

Fuente: Ruiz Roció., 2016, p.48

2.2.4. Molienda

Este proceso hace referencia a la reducción de tamaño de una partícula (materia prima) con el propósito de adecuar el tamaño óptimo para el proceso, en él se utilizan molino de bolas, molino de martillos, etc (Sanchez, 2012, p.77).

2.2.4.1. Molino de bolas

El molino de bolas en su interior está compuesto por esferas que giran en un movimiento circular haciendo que las partículas giren en esa dirección golpeando hacia la pared del recipiente, por medio del impacto y afloramiento se puede reducir el tamaño de las partículas (Cabezas, 2017, p. 26).

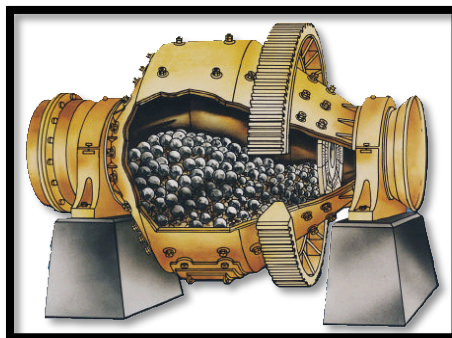


Ilustración 2-4: Molino de bolas

Fuente: Ruiz Roció., 2016, p.49

2.2.4.2. Molino de martillo

En este tipo de molinos de martillo posee un disco de rotor giratorio haciendo que la partícula sea golpeada rompiéndola en pedazos de tamaño minúsculos, además estas partículas por medio de la rejilla son impulsadas obteniendo una molienda de polvo fino (Cabezas, 2017, p. 26).



Ilustración 2-5: Molino de martillo

Fuente: Ruiz Roció., 2016, p.49

2.2.5. Tamizado

Es considerada una técnica que sirve para la separación de varias sustancias que poseen diferente tamaño, en el proceso algunas partículas quedan retenidas en la malla y las otras logran pasar con facilidad obteniendo los componentes de la mezcla separados (Sanchez, 2012, p.77).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización del proyecto

El presente proyecto técnico será realizado en la empresa de suplementos alimenticios “SAVALED” ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Guano específicamente en la parroquia rural San Isidro de Patulú.

Tabla 3-1: Coordenadas del área

COORDENADAS GEOGRAFICAS	
Provincia	Chimborazo
Cantón	Guano
Parroquia	San Isidro de Patulú
Limites	Norte: Provincia de Tungurahua Sur: Parroquia San Andrés y el cantón Guano Este: Parroquia Santa Fe de Galán, Ilapo, Valparaíso y el cantón Guano Oeste: Parroquia San Andrés
Altitud	2801 msnm – 4329 msnm
Población	4.744
Precipitación	600 – 800 mm

Fuente: (Google Maps,2023)

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023



Ilustración 3-1: Georreferencia de la empresa “SAVALED”

Fuente: Google Earth, 2023

3.2. Ingeniería del proyecto

3.2.1. Tipo de estudio

El presente proyecto es de carácter técnico el cual está enfocado en un estudio experimental con una serie de actividades que se realizan en un orden establecido partiendo desde la caracterización de la materia prima hasta la elaboración de harina a partir de la Mashua (*tropaeolum tuberosum*) con el fin de garantizar la calidad e inocuidad del producto en base a las normas establecidas.

3.3. Técnicas

3.3.1. Caracterización de la materia prima con base a la norma correspondiente

La materia prima que se utilizarla para la elaboración de harina es la mashua (*tropaeolum tuberosum*), la cual deberá cumplir con ciertos requerimientos indispensables para asegurar la calidad e inocuidad de esta con base a la Norma técnica ecuatoriana NTE 1516 NORMA PARA HORTALIZAS FRESCAS.PAPAS.

3.3.1.1. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1516 NORMA PARA HORTALIZAS FRESCAS. PAPAS

Tabla 3-2: NTE INEN 1516:2013

NTE INEN 1516 NORMA PARA HORTALIZAS FRESCAS.PAPAS	
Disposiciones Generales	<ul style="list-style-type: none">▪ Enteras y con la piel bien formada, es decir exentas de toda ablación o ataque que tenga por efecto de alterar su integridad.▪ Sanas, quedando excluidos los productos que presenten podredumbre u otras alteraciones que los hagan impropios para el consumo.▪ Limpias, exentas de materias extrañas visibles.▪ Firmes y de aspecto fresco.▪ Exentas de plagas▪ Exentas de daños causados por plagas.▪ Sin germinar. Se consideran tubérculos sin germinar aquellos en los que los brotes no miden más de 3 mm.▪ Exentas de un grado anormal de humedad exterior, es decir suficientemente secas tras el lavado al que se hayan podido someter en su caso.▪ Exentas de olores y/o sabores extraños.▪ Exentas de defectos externos o internos que perjudiquen a su aspecto, a su calidad, a su conservación y/o a su presentación, tales como:<ul style="list-style-type: none">- Manchas pardas debidas al sol.

- Enverdecimiento en más de la octava parte de la superficie total del tubérculo, que no pueda desaparecer con un pelado normal (aproximadamente de 1,75 mm, de espesor).
- Grietas, incluidas las de crecimiento (con una longitud mayor que la mitad del eje correspondiente a la dirección de la grieta), fisuras, cortes, mordeduras, picaduras y magulladuras, de una profundidad superior a 5,0 mm.
- Deformaciones fuertes (muñones o carretes).
- Manchas subepidérmicas, de más de 5,0 mm de profundidad, grises, azules o negras, sobre una superficie mayor de 2 cm².
- Manchas de mohos (herrumbre), corazón hueco, ennegrecimiento y otros defectos internos.
- Sarna común profunda y sarna polvorienta afectando en más de la décima parte de la superficie total del tubérculo y con una profundidad de 2 mm o más.
- Sarna común superficial en más de la cuarta parte de la superficie total del tubérculo, que no pueda desaparecer con un pelado normal.
- Daños causados por el frío.
- Las patatas deberán haberse cosechado cuidadosamente y presentar las características morfológicas normales de su tipo varietal, teniendo en cuenta la zona y el año de producción.
- No obstante, se admitirán la presencia de los siguientes defectos, siempre y cuando el producto conserve sus características esenciales de calidad, de conservación y de presentación:
 - Defectos de aspecto.
 - Defectos superficiales.
 - Un defecto de coloración.
 - Ligeros defectos internos.
- **Tolerancias.** Las tolerancias serán consideradas en base a porcentajes de peso.
 - Tolerancias máximas para el tamaño. Para todos los cuatro tipos, se admitirá un 5 % en peso de papa del tipo inmediato inferior y un 10 % en peso del tipo inmediato superior
 - Residuos de plaguicidas según Codex va 0035.
 - Tubérculo de otras variedades, tierras y otras impurezas, daños causados por patógenos el 2%.
 - Daños causados por insectos, 3 %.
 - Daños mecánicos, daños y defectos fisiológicos 5 %

Fuente: (NTE INEN 1516, 2013, pp. 3-5)

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

3.4. Descripción del proceso a nivel de laboratorio

3.4.1. Procedimiento para la elaboración de harina de Mashua

3.4.1.1. Selección de la materia prima

La mashua se obtendrá y seleccionará mediante análisis de acuerdo con la norma NTE 1516:2013 NORMA PARA HORTALIZAS FRESCAS.PAPAS.

3.4.1.2. Soleado

Una vez seleccionada la materia prima con el propósito de excluir el sabor natural amargo de la mashua se procede a exponerla directamente al sol por un periodo de 5 a 7 días aumentando su dulzor.

3.4.1.3. Lavado

Una vez seleccionada la materia prima se procederá a lavar con agua purificada eliminado todo tipo de contaminantes presentes en la mashua. con el fin de asegurar la inocuidad de esta, se adicionará una solución de hipoclorito de sodio NaClO al 0,05 %.

3.4.1.4. Pelado y cortado

Se procede a extraer la capa fina externa de la mashua (corteza) y se retira cuidadosamente la lenticela sin reducir abruptamente la cantidad de materia prima y cortamos en rodajas del mismo espesor para que el secado sea más uniforme.

3.4.1.5. Deshidratación

Procedemos a secar la materia prima utilizando un secador de bandejas en un rango de temperatura de 65 a 80°C máximo, en un intervalo de tiempo de 10 a 20 horas con el fin de deshidratar la materia prima (mashua) en su totalidad.

3.4.1.6. Molienda

A continuación, tomamos la materia prima deshidratada para someterlo al proceso de molienda para reducir su tamaño obteniendo partículas pequeñas para facilitar el proceso de tamizado.

3.4.1.7. Tamizado

Mediante la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 616:2015 se utilizará el tamiz de 212 μm a 305 μm recomendado por la norma y se procederá a realizar dicha operación unitaria para obtener un polvo fino uniforme.

3.4.1.8. Empaquetado

Finalmente se procederá a empaquetar la harina de mashua con la utilización de fundas de polipropileno de baja densidad.

3.5. Determinación de las variables de proceso

Las variables del proceso para la elaboración de la harina de mashua se determinaron mediante tres factores, el tiempo de secado, la temperatura y la humedad en todo el proceso obteniendo una Harina de calidad.

3.5.1. Tiempo de secado

El tiempo de secado es el primer factor para tratar, puesto que con el fin de erradicar el sabor amargo propio de la mashua se expuso la materia prima por un periodo de 6-7 días al sol dependiendo del cambio climático, además el tiempo de secado para obtener la mashua sin contenido de humedad fue de 10 a 20 horas tiempo óptimo para continuar con el proceso.

3.5.2. Temperatura

Mediante el flujo de calor en el interior del secador se extrajo un porcentaje tal de agua de la mashua con una variación de temperatura de 65 a 80 °C controlado.

3.5.3. Humedad

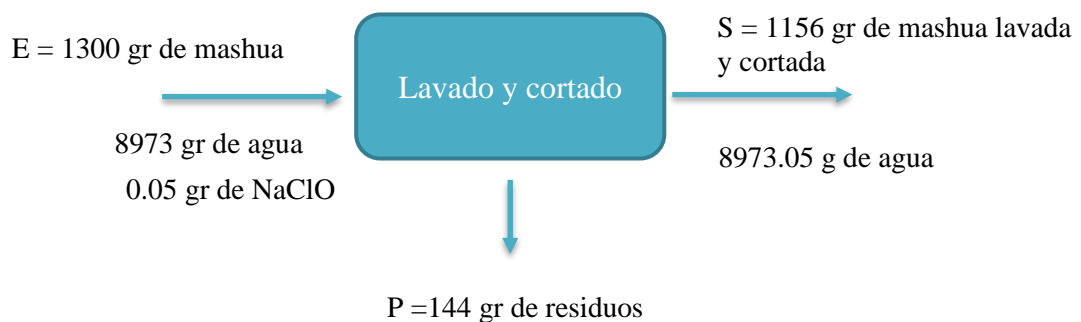
Mediante cálculos de ingeniería se determinará la humedad de la mashua en base húmeda y en base seca mediante análisis termogravimétricos a una temperatura de 80°C máximo.

3.6. Cálculos de ingeniería

3.6.1. Balance de materia

Para realizar el diseño de los equipos en la obtención de harina de mashua (*tropaeolum tuberosum*) es fundamental efectuar los respectivos balances de masa que se involucra en el procedimiento con el fin de obtener una estimación de costos.

3.6.1.1. Lavado, desinfectado y cortado de la materia prima



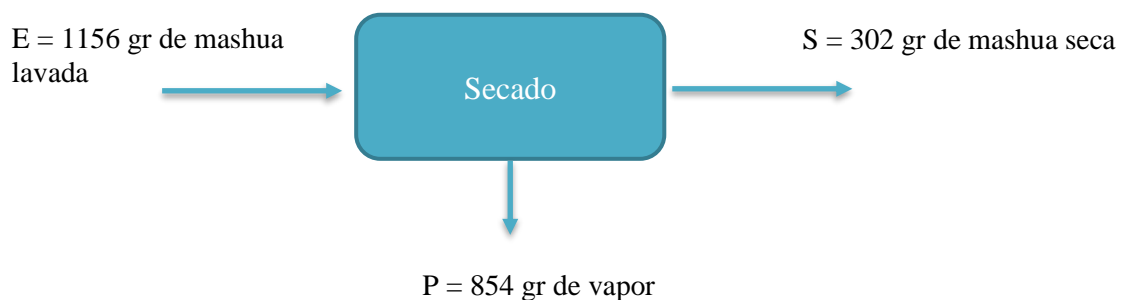
$$E = S + P$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{mashua lavada y cortada}}{\text{mashua fresca}} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \left(\frac{1156 \text{ gr}}{1300 \text{ gr}} \right) * (100)$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 88,92 \%$$

3.6.1.2. Secado



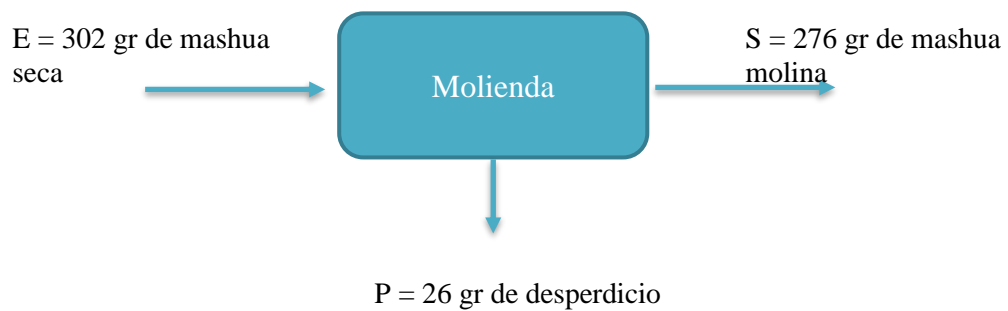
$$E = S + P$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{mashua seca}}{\text{mashua lavada y cortada}} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \left(\frac{302 \text{ gr}}{1156 \text{ gr}} \right) * (100)$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 26,12 \%$$

3.6.1.3. Molienda



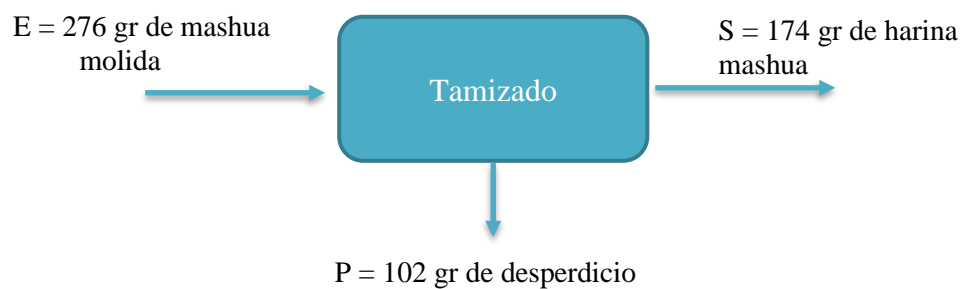
$$E = S + P$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{mashua molida}}{\text{mashua seca}} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \left(\frac{276 \text{ gr}}{302 \text{ gr}} \right) * (100)$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 91,3 \%$$

3.6.1.4. Tamizado



$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{harina de mashua}}{\text{mashua molida}} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \left(\frac{174 \text{ gr}}{276 \text{ gr}} \right) * (100)$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 63,04 \%$$

3.6.2. Balance de energía

3.6.2.1. Determinación de la constante del calorímetro

$$q_{\text{agua al ambiente}} + q_{\text{agua caliente}} + q_{\text{calorímetro}} = 0$$

$$m_{1SH_2O}(T_f - T_1) + m_{2SH_2O}(T_f - T_2) + C(T_f - T_1) = 0$$

$$C = \frac{m_{1SH_2O}(T_f - T_1) + m_{2SH_2O}(T_f - T_2)}{(T_f - T_1)}$$

$$C = \frac{(75 \text{ g}) \left(4.184 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \right) (42 - 18)^\circ\text{C} + (75 \text{ g}) \left(4.184 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \right) (42 - 70)^\circ\text{C}}{(18 - 42)^\circ\text{C}}$$

$$C = 51,85 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$$

Donde:

m_1 = Masa del agua al ambiente

T_1 = Temperatura del agua al ambiente

m_2 = Masa del agua al ambiente

T_2 = Temperatura del agua caliente

T_f = Temperatura del calorímetro

s_{H_2O} = Calor específico del agua

3.6.2.2. Determinación de la capacidad específica del alimento

$$q_{\text{agua al ambiente}} + q_{\text{mashua}} + q_{\text{calorímetro}} = 0$$

$$m_{1SH_2O}(T_3 - T_1) + m_{2Smashua}(T_3 - T_2) + C(T_3 - T_1) = 0$$

$$s_{\text{mashua}} = \frac{(m_{1SH_2O} + C)(T_3 - T_1)}{m_{2SH_2O}(T_2 - T_3)}$$

$$s_{\text{mashua}} = \frac{\left(1000 \text{ gr} * 4.184 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} + 51,85 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \right) (22 - 18)^\circ\text{C}}{(1300 \text{ gr})(92 - 22)^\circ\text{C}}$$

$$s_{\text{mashua}} = 0,186 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$$

Donde:

m_1 = Masa del agua al ambiente

T_1 = Temperatura del agua al ambiente

m_2 = Masa de la mashua

T_2 = Temperatura del agua caliente con la mashua

T_3 = Temperatura del calorímetro

C = Constante de calorimetría

3.6.2.3. Determinación del flujo de calor del proceso

$$\Delta E_c + \Delta E_p + \Delta H = Q \pm W$$

$$\Delta H = Q$$

$$Q = m * C_{mashua} * \Delta T$$

Donde:

ΔE_c = Variación de la energía cinética

ΔE_p = Variación de la energía potencial

ΔH = Variación de entalpia

Q = Flujo de calor

W = Trabajo

m = masa de la mashua

$C_{p_{mashua}}$ = Capacidad calorífica de la mashua

ΔT = Variación de la temperatura

3.6.2.4. Cálculo del flujo de calor del proceso de secado

$$Q = m * C_{p_{mashua}} * \Delta T$$

$$Q = (302 \text{ gr}) \left(0,186 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \right) (42 - 18)^\circ\text{C}$$

$$Q = 1348,128 \text{ J}$$

3.7. Dimensionamiento de la planta

3.7.1. Datos del secado de la materia prima

En la operación unitaria del secado en el proceso se obtuvieron los siguientes datos experimentales por un tiempo de 10 horas a una temperatura de 65- 80 °C.

3.7.1.1. Datos obtenidos a escala de laboratorio

Tabla 3-3: Datos experimentales del secado de la oca

Tiempo de secado (h)	Peso Mashua (gr)
0	364
1	285
2	235
3	187
4	146
5	115
6	110
7	92
8	75
9	72
10	72

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

- Cálculo del peso seco

$$\text{Peso agua} = X_{ba} * \text{peso total}$$

$$\text{Peso agua} = (0,74) * (364)$$

$$\text{Peso agua} = 269,36 \text{ gr}$$

- Cálculo del peso seco

$$\text{Peso total} = \text{peso seco} + \text{peso agua}$$

$$\text{Peso seco} = \text{peso total} - \text{peso agua}$$

$$\text{Peso seco} = 364 - 269,36$$

$$\text{Peso seco} = 94,64 \text{ gr}$$

3.7.1.2. Curva de secado del proceso

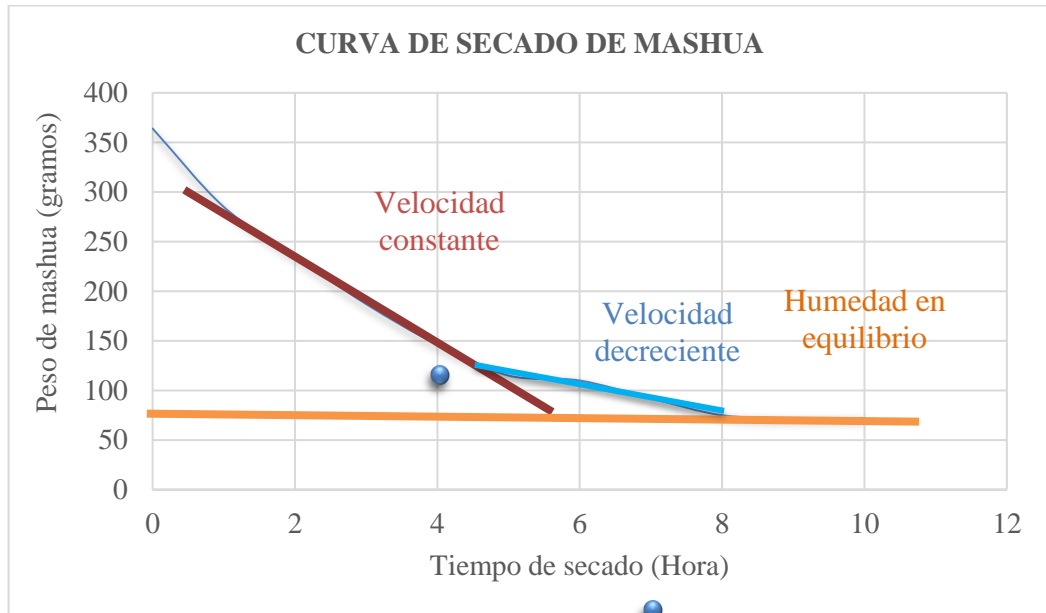


Ilustración 3-2: Curva de secado del proceso “masa del solido vs tiempo”

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

Como se puede observar la curva de secado hasta las 9 horas alcanzo la humedad en equilibrio, el cual es el tiempo necesario para que la mashua adquiriera casi la totalidad del secado en el proceso lo que garantiza que el producto se conserve en el tiempo.

Para el presente proyecto técnico se estima que la empresa SAVALED utilizará 500 kg de materia prima en la implementación del proceso para la elaboración de harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*).

3.7.2. Determinación del rendimiento de la elaboración de harina de mashua a nivel de laboratorio

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{cantidad de harina de mashua}}{\text{cantidad de materia prima}} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{174 \text{ gr}}{1300 \text{ gr}} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 13,38 \%$$

3.8. Diseño de equipos

3.8.1. Tanque de selección, lavado y desinfección

El diseño del tanque de selección, lavado y desinfección es fundamental para la elaboración de harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*), por lo que teniendo en cuenta la cantidad de materia prima que va a ingresar se calcula el volumen.

3.8.1.1. Volumen necesario para la cantidad estimada de materia prima

$$m_{H_2O} = 8973 \text{ gr}$$

$$m_{mashua} = 1300 \text{ gr}$$

$$\rho_{H_2O} = 998,68 \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_{mashua} = 984,8 \frac{kg}{m^3}$$

- Cálculo del volumen experimental

$$8973 \text{ gr} * \frac{1Kg}{1000gr} = 8,973 \text{ Kg}$$

$$v = \frac{m}{\rho} \Rightarrow \frac{8,973 \text{ Kg}}{998,68 \frac{kg}{m^3}} = 9 * 10^{-3} m^3$$

$$1300 \text{ gr} * \frac{1Kg}{1000gr} = 1,3 \text{ Kg}$$

$$v = \frac{m}{\rho} \Rightarrow \frac{1,3 \text{ Kg}}{984,4 \frac{kg}{m^3}} = 1,32 * 10^{-3} m^3$$

$$V_{mashua} = \frac{V_{exp} * \frac{FM}{lote}}{FM_{exp}}$$

$$V_{mashua} = \frac{(10,32 * 10^{-3} m^3) \left(500 \frac{kg}{lote}\right)}{1,3 \text{ kg}}$$
$$V_{mashua} = 3,96 m^3$$

Donde:

V_{exp} = Volumen experimental de la mashua y agua

$\frac{FM}{lote}$ = Flujo de materia prima a ingresar por lote

FM_{exp} = Flujo experimental de materia prima

3.8.1.2. Cálculo del volumen total del tanque de lavado

$$V_{FTL} = V_{mashua} * fs$$

Donde:

V_{mashua} = Volumen a ocupar de mashua y agua

fs = Factor de seguridad al 10%

$$V_{FTL} = V_{mashua} * fs$$

$$V_{FTL} = (3,96 \frac{m^3}{lote})(0,10)$$

$$V_{FTL} = 0,35 m^3$$

3.8.1.3. Cálculo del diámetro interno del tanque de lavado

Para determinar el cálculo del diámetro interno con base a los cálculos de ingeniería se debe tener en cuenta que este tiene que ser dos tercios de la h_{total} del tanque de lavado.

$$A_t = \frac{\pi d^2}{2}$$

$$h = \frac{3}{2}d$$

$$\frac{2}{3} = \frac{\pi d^2}{2} * \frac{3}{2}d$$

$$0,35 = \frac{\pi d^2}{2} * \frac{3}{2}d$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{4(0,35)}{3\pi}}$$

$$d = 0,53 m$$

3.8.1.4. Cálculo de la altura total del tanque de lavado

$$h_{TL} = \frac{3}{2}d$$

$$h_{TL} = \frac{3}{2}(0,53 m)$$

$$h_{TL} = 0,80 m$$

3.8.1.5. Calculo para determinar la longitud del tanque de lavado

$$L_t = \frac{Vt}{\frac{\pi d^2}{2}}$$
$$L_t = \frac{(0,35 \text{ m}^3)}{\frac{\pi(0,53)^2}{2}}$$
$$L_t = 1,50 \text{ m}$$

3.8.2. Secador de bandejas

El proceso de secado es muy indispensable en la elaboración de harina de mashua por lo que se elimina la cantidad de agua presente de la materia prima por la transferencia de calor mediante el flujo de aire caliente para obtener el sólido.

3.8.2.1. Determinación del área total de cada bandeja

$$A_{tb} = \frac{L}{\frac{Ls}{A}}$$
$$A_{tb} = \frac{1,156 \text{ Kg}}{9,8 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}}$$
$$A_{tb} = 0,1179 \text{ m}^2$$

Donde:

$\frac{Ls}{A}$ = Carga del solido sobre las bandejas (kg/m²)

L= Capacidad de la cámara (kg)

3.8.2.2. Determinación del área para una bandeja

$$A_b = \frac{A_{tb}}{N^{\circ} b}$$
$$A_b = \frac{0,1179 \text{ m}^2}{5}$$
$$A_b = 0,023 \text{ m}^2$$

Donde:

Atb = Área total de las bandejas (m²)

Ab = Área de la bandeja (m²)

Nºb = Número de bandejas (5)

3.8.2.3. Cálculo de humedad en base seca

$$x = \frac{P_{SH} - P_{SS}}{P_{SS}}$$
$$x = \frac{1156g - 302gr}{302 gr}$$
$$x = 2,83$$

Donde:

x = Humedad

P_{SH} =Peso del solido húmedo

P_{SS} =Peso del solido seco

3.8.2.4. Cálculo de humedad en base húmeda

$$x = \frac{P_{SH} - P_{SS}}{P_{SH}}$$
$$x = \frac{1156gr - 302gr}{1156gr}$$
$$x = 0,74$$

3.8.3. Molienda

3.8.3.1. Dimensionamiento de la tolva para la alimentación

Para calcular el volumen de la tolva de alimentación se tomó como referencia la cantidad de mashua seca del proceso de laboratorio después de la etapa de secado para la cantidad a producir siendo esta de 116.15 kg.

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{116,15 \text{ Kg}}{984,4 \text{ Kg/m}^3}$$

$$V = 0,11 \text{ m}^3$$

Cálculo para determinar el área total de la tolva de alimentación del molino, teniendo en cuenta la relación de la altura y el diámetro de la tolva que esta no exceda en un tercio del diámetro.

$$A_t = \pi g r + \pi r^2$$

$$g = \sqrt{r^2 + h^2}$$

Donde:

r= Radio (m)

h= Altura (m)

g: generatriz

Cálculo para determinar el radio y diámetro

$$V = \frac{h\pi r^2}{3}$$

$$V = \frac{h\pi r^2}{3} * \frac{1r}{3}$$

$$V = \frac{\pi r^3}{6}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{(6)(0,11 \text{ m}^3)}{\pi}}$$

$$r = 0,145 \text{ m}$$

$$d = (2)(0,145) = 0,29 \text{ m}$$

Calculo para determinar la generatriz

$$g = \sqrt{r^2 + h^2}$$

$$g = \sqrt{(0,59)^2 + (0,2)^2} = 0,62$$

$$A_t = \pi gr + \pi r^2$$

$$A_t = (\pi)(0,62)(0,59) + (\pi)(0,59)^2$$

$$A_t = 2,24 \text{ m}^2$$

Para realizar el dimensionamiento del molino es fundamental determinar la velocidad necesaria para obtener una molienda adecuada, con base a la norma establecida se elige el rango de velocidad para obtener una molienda de media a ultrafina, sabiendo que una de las características principales de un motor trifásico es el número de RPM que pueden ser de 0.9, 1.2, 1.8 y 3.6 x10³ calculando así el radio de menor de la polea.

Tabla 3-4: Tipos de velocidades para la molienda

	Velocidad – Rango	Producto que se desea obtener
Tipo de molienda		
Molienda Ultrafina	150 – 80 m/s	Polvos por debajo de los 5 μm
Molienda media	80 – 40 m/s	Polvos hasta 100 μm
Molienda gruesa	40 – 10 m/s	Polvos hasta 5mm
Machaqueo	10 – 6 m/s	Piedras pequeñas de aproximadamente 2 pulgadas

Realizado por: Procel, Jonathan ,2023

Cálculo de la polea para determinar el radio.

$$V = w * r$$

Donde:

V: velocidad lineal (m/s)

W: velocidad angular (rad/s²)

$$V = w * r$$

$$r = \frac{40}{(1.8 \times 10^{-3} \text{ RPM} * \frac{1m}{60s} * \frac{2\pi \text{rad}}{1 \text{ revolución}})}$$

$$r = 0.21 \text{ m}$$

Calculo para la determinación de la potencia del motor.

$$E_m = (10)(wi) \left(\frac{1}{\sqrt{d_m}} - \frac{1}{\sqrt{D_m}} \right)$$

Donde:

E_m : E. consumida en la molienda

w_i : trabajo de molienda (constante)(0.48 mm^{1/2} wh/Kg)

d_m : tamaño de partícula molienda

D_m : tamaño de partícula molienda

W : velocidad angular (rad/s²)

$$E_m = (10) \left(0.48 \text{ mm}^{1/2} w * \frac{h}{Kg} \right) \left(\frac{1}{\sqrt{0.212 \text{ mm}}} - \frac{1}{\sqrt{0.300 \text{ mm}}} \right)$$

$$E_m = 1.66 w * \frac{h}{Kg}$$

Calculo para la determinación de la potencia del motor.

$$P_m = E_m * m$$

$$P_m = \left(1.66 w * \frac{h}{Kg} * 106,15 \text{ kg} \right)$$

$$P_m = 176,209 W * 0.001 \frac{Hp}{1 W}$$

$$P_m = 0.18 Hp$$

$$P_m = (0.18 Hp)(fs)$$

$$P_m = (0.18 Hp)(1.5) = 0.3 Hp$$

3.8.4. Tamizado

Para la obtención de un polvo fino propio de la harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*), se utilizó tipos de tamices, el uno primero de malla 300 μm y el segundo de 250 μm, con base a la norma establecida.

3.8.4.1. Dimensionamiento de para el tamiz

Con el valor experimental 0,276 kg se procesará 106,15 Kg después del proceso de molienda.

Calculo para determinar el volumen y armazón del tamiz

$$V_{tamiz} = \frac{m \text{ de la harina de mashua}}{\rho \text{ mashua}} * fs$$

$$V_{tamiz} = \left(\frac{106,15 \text{ kg}}{984,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \right) (1.2)$$

$$V_{tamiz} = \left(\frac{106,15 \text{ kg}}{984,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \right)$$

$$V_{tamiz} = 0,12 \text{ m}^3$$

Calculo para determinar la altura(h) y base(b) del tamiz

$$V = a_l * 2a_b$$

Donde:

$$a_l = l^2$$

$$a_b = 2 \text{ (base*longitud)}$$

$$a_b = (2)(b)(l)$$

$$a_b = (2)(2l)(l)$$

$$a_b = 4l^2$$

$$V = a_l * 2a_b$$

$$V = l^2 * 8l^2$$

Cálculo para determinar la longitud del tamiz

$$l = \sqrt[4]{\frac{V}{8}}$$

$$l = \sqrt[4]{\frac{(0,12 \text{ m}^3)}{8}}$$

$$l = 0,34 \text{ m}$$

Calculo para determinar la base del tamiz

$$a_b = (2)(b)(l)$$

$$4l^2 = (2)(b)(l)$$

$$\frac{4l^2}{2l} = b$$

$$b = \frac{(4)(0,34 \text{ m})}{2}$$

$$b = 0,68 \text{ m}$$

3.8.5. *Empaquetado*

Por último, al obtener la harina de mashua se diseñará una presentación de 500 gr de acuerdo con el logotipo de la empresa SAVALED en funditas de polipropileno con el fin de perseverar las cualidades nutricionales, sensoriales y de higiene de la harina de mashua mediante la adquisición de una máquina de embalaje multifunción.

3.9. **Requerimientos de maquinaria y equipos**

Tabla 3-4: Requerimiento de maquinaria y equipos

EQUIPO	FUNCIÓN	ESPECIFICACIONES
Tanque de lavado	Permitirá la remoción de partículas o agentes externos que puedan deteriorar la calidad del alimento (Harina de mashua), mediante el lavado y desinfección de la materia prima.	Marca: HUAFOOD
		Voltaje (V): 110 – 220 Dimensión (mm): 1200*800*990 Capacidad de lavado (Kg) = 150 Material: Acero inoxidable SUS 304 Precio (\$): 450,00
Secador de bandejas	Este equipo será utilizado para deshidratar la materia prima (Mashua) reduciendo el contenido de humedad presente en esta para su posterior procesamiento.	Marca: PROCHEF
		Tipo: Industrial deshidratador de alimentos. Energía (W): 5850 Voltaje (V): 220 Dimensiones(mm): 880*700*1450 Material:304 de acero inoxidable Capacidad (kg/lote): 100 Rangos de temperatura (°C): 40 – 90 Total de bandejas: 24 Tamaño de bandeja (mm): 670 x 670 Precio (\$): 660,00

Molino industrial	Se utilizará para reducir el tamaño específico de la mashua deshidratada con el fin de cumplir los requerimientos.	Marca: TZ Peso(kg)=350 Voltaje(V): 110-220 Capacidad de producción (kg/h) = 200 Dimensiones (mm)=1900*600*1250 Precio (\$) = 2600,00
Tamices	Se utilizarán para la separación de partículas y obtención del polvo fino de la harina en base a las especificaciones según la granulometría de la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 616:2015 HARINA DE TRIGO.	Marca: LABALPHA Diámetro(µm): 212 -300 Forma: Circular – redondo Material: 304 Acero inoxidable Precio (\$) = 53,00
Codificadora	Se utilizarán para marcar e identificar el lote, fecha de vencimiento y PVP de las diferentes presentaciones.	Marca: Alibaba Tipo: Máquina Codificadora Tipo de empaquetado: bolsas Dimensión (mm): 400*350*260 Tipo de conducido: eléctrico Voltaje (V): 110 - 200 Peso (Kg): 25 Precio (\$) = 290,00
Máquina de embalaje multifunción		Marca: HZPK Tipo: Máquina de embalaje multifunción Tipo de embalaje: plástico Dimensión (mm): 460*600*1420 Tipo de conducido: eléctrico Voltaje (V): 110 - 200 Peso (Kg): 25 Precio (\$) = 765,00
Balanza digital	Serán utilizadas para pesar las cantidades de materia prima (mashua) y producto final (harina de mashua) durante todo el proceso.	Marca: Báscula de pesaje W&J Tipo de pantalla: LCD Tamaño de placa (mm): 175 x 175 Exactitud: 0,01% Capacidad (Kg): 2 Voltaje (V): 110 – 240 Material: Acero inoxidable Precio (\$) = 47,00

Realizado por: Procel, Jonathan ,2023

3.10. Inversión fija

3.10.2. Equipos y maquinaria para el área de producción para la harina de mashua

En la siguiente tabla se describe el costo tanto de los equipos como la adecuación del área de producción en la empresa que se va a implementar el proceso.

3.10.2.1. Costos de inversión fija

Tabla 3-5: Presupuesto de equipos y adecuación para la producción de la harina de mashua

Descripción	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor total (\$)
Tanque de lavado y recepción	1	450,00	450,00
Secador de bandejas	1	660,00	660,00
Molino Industrial	1	2600,00	2600,00
Tamices	8	53,00	424,00
Codificadora	1	290,00	290,00
Máquina de embalaje multifunción	1	765,00	765,00
Balanza digital	4	47,00	188,00
SUBTOTAL			5377,00
ADECUACIÓN DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN			
Implementación de servicios básicos (agua, luz, etc)			150,00
Mano de obra			2300,00
Infraestructura			12000,00
SUBTOTAL			14450,00
TOTAL			19827,00

Realizado por: Procel, Jonathan ,2023

Tabla 3-6: Costos de mano de obra

MANO DE OBRA			
Personal	Cantidad	P. Unitario	P. Total (\$)
Operarios	2	900	1800,00
Técnico laboratorio	1	700	700,00
Chofer	1	450	450,00
Subtotal			2950,00

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

Tabla 3-7: Servicios básicos

SERVICIOS BÁSICOS		
Servicio	P. Unitario	P. Total (\$)
Agua	80	80,00
Luz	40	40,00
Subtotal		120,00

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

Tabla 3-8: Costos de implementación

COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	Subtotal
Equipos, maquinaria y adecuación	19827,00
Mano de obra	2950,00
Servicios básicos	120,00
Total	22897,00

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

3.10.2.2. Capital de operación

Tabla 3-9: Costos adquisición materia prima

Materia Prima /Insumos	Cantidad (Kg)	Costo Unitario	Cantidad (q)	Costo total
Mashua	500	70	11	770

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

3.10.3. Costo de materiales directos

Tabla 3-10: Gastos mensuales

Gastos mensuales	
Detalle	Costo total
Gastos de materia prima	3080,00
Gastos de mano de obra	2950,00
Servicios básicos	120,00
Total mensual	6150,00
Total anual	73800,00

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

$$\text{Inversión anual} = \text{Inversión fija} + \text{capital de operación}$$

$$\text{Inversión anual} = 19827,00 + 73800,00$$

$$\text{Inversión anual} = 93627,00$$

3.10.4. Inversión total anual

Tabla 3-11: Inversión total anual

Detalle	Costo total	%
Inversión fija	28088,10	30
Capital de operación	65538,90	70
Total	93627,00	100

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

3.10.5. Costos de producción

3.10.5.1. Costos de producción de la harina de Mashua

Tabla 3-12: Costos de producción

Detalle	Costo total (Anual)	Costo Total Anual %	%
Servicios básicos	1440,00	3.690,00	5
Mano de obra	35400,00	33.210,00	45
Materia prima Directa	36960,00	36.900,00	50
Total	73800,00	73.800,00	100

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

3.10.5.2. Evaluación económica

3.11.1. Cálculo del precio de venta al público mensual de la presentación de 500 gr de harina de mashua.

$$PVP = GASTOS MENSUALES * 0,45 + GASTOS MENSUALES$$

$$PVP = (6150,00)(0,45) + (6150,00)$$

$$PVP = 8.917,50$$

3.11.1.1. Cálculo de precio de venta al público para cada unidad de 500 gr proyectado para 1155 fundas de producción semanal.

$$N^{\circ} \text{ DE FUNDAS MENSUALES} = N^{\circ} \text{ FUNDAS SEMANALES} * N^{\circ} \text{ SEMANAS}$$

$$N^{\circ} \text{ DE FUNDAS MENSUALES} = 1155 * 4$$

$$N^{\circ} \text{ DE FUNDAS MENSUALES} = 4620$$

$$PVP_{C.U} = \frac{PVP_{\text{mensual}}}{N^{\circ} \text{ fundas mensuales}}$$

$$PVP_{C.U} = \frac{8.917,50}{4620}$$

$$PVP_{C.U} = 1,93$$

3.11.1.2. Cálculo de ganancia mensual y anual.

$$GANANCIA MENSUALES = VENTA MENSUAL - GASTOS MENSUALES$$

$$GANANCIA MENSUALES = 8.917,50 - 6.150,00$$

$$GANANCIA MENSUALES = 2.767,50$$

$$\text{GANANCIA ANUAL} = \text{GANANCIA MENSUAL} * \text{AÑO}$$

$$\text{GANANCIA ANUAL} = 2.767,50 * 12$$

$$\text{GANANCIA ANUAL} = 33.210,00$$

Tabla 3-13: Ganancia mensual y anual

Descripción	Valor (\$)
Gastos mensuales	6.150,00
PVP / (500 gr)	8.917,50
PVP / cada una (500 gr)	1,93
Venta mensual	8.917,50
Margen de utilidad	0,45
Ganancia mensual	2.767,50
Ganancia anual	33.210,00

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

Para el primer año se obtiene la ganancia de \$ 33.210,00, produciendo 55.440,00 fundas de 500 gr cada una con un PVP de \$1,93.

3.11.1.3. Cálculo del precio de venta por unidad.

$$\text{Precio de venta/u} = U. \text{vendidas} - \text{PVP/c. u}$$

$$\text{Precio de venta/u} = 55.440,00 * 1,93$$

$$\text{Precio de venta/u} = \$ 106.999,20$$

3.11.1.4. Punto de equilibrio

$$PE = \frac{\text{Costos fijos}}{1 - \frac{\text{Costos de variables unitarios}}{\text{Precios de venta por unidad}}}$$

$$PE = \frac{\$ 22879,00}{1 - \frac{\$ 73.800,00}{\$ 106.999,20}}$$

$$PE = \frac{\$ 22879,00}{1 - \$ 73.800,00}$$

$$PE = \$ 73737,76$$

3.11.1.5. Margen de utilidad: 0,45%

$$PE = 73737,76 * 0,45$$

$$PE = \$ 33.181,99$$

3.11.1.6. Utilidad neta

Tabla 3-14: Utilidad neta

Cuentas	3%	Años Proyectados				
		2024	2025	2026	2027	2028
Ventas	3209,98	106999,20	110209,18	113419,15	116629,13	119839,10
Costos de unidades vendidas	2214	73800,00	76014,00	78228,00	80442,00	82656,00
Utilidad neta o flujo de caja	996,3	33210,00	34206,30	35202,60	36198,90	37195,20

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

3.11.2. Tasa interna de retorno (TIR)

$$I = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

Donde:

I-. Inversión Inicial

F: Flujos de caja anuales

i: tasa interna de retorno 40%

n: Número de año

Tabla 3-15: Cálculo de la tasa interna de retorno

AÑO	N	F	i	Ecuación	I
2024	0	33210,00			33210,00
2025	1	34206,30			24433,07
2026	2	35202,60	40%	$I = \frac{F}{(1 + i)^n}$	17960,51
2027	3	36198,90			13192,02
2028	4	37195,20			9682,22
TOTAL					98477,82

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

3.11.3. Inversión para el año 2024 -> 40%

$$I = \frac{33.210,00}{(1 + 0,40)^0}$$

$$I = 32.210,00$$

3.11.4. Inversión para el año 2025 -> 40%

$$I = \frac{34.206,30}{(1 + 0,40)^1}$$

$$I = 24.433,07$$

3.11.4.1. Inversión para el año 2026 -> 40%

$$I = \frac{35.202,60}{(1 + 0,40)^2}$$

$$I = 17.960,51$$

3.11.4.2. Inversión para el año 2027 -> 40%

$$I = \frac{36.198,90}{(1 + 0,40)^3}$$

$$I = 13.192,02$$

3.11.4.3. Inversión para el año 2028 -> 40%

$$I = \frac{37.195,20}{(1 + 0,40)^4}$$

$$I = 9.682,22$$

3.11.5. Valor actual neto (VAN)

$$I = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

Donde:

I-. Inversión Inicial

F: Flujos de caja anuales

i: tasa interna de retorno 10%

n: Número de año

Tabla 3-16: Cálculo del valor actual neto

AÑO	n	F	i	Ecuación	I
2024	0	33210			33210,00
2025	1	34206,3			31096,64
2025	2	35202,6	10%	$I = \frac{F}{(1 + i)^n}$	29093,06
2027	3	36198,9			27196,77
2028	4	37195,2			25404,82
TOTAL					146001,29

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

3.11.5.1. *Inversión para el año 2024 -> 10%*

$$I = \frac{33.210,00}{(1 + 0,10)^0}$$

$$I = 32.210,00$$

3.11.5.2. *Inversión para el año 2025 -> 10%*

$$I = \frac{34.206,30}{(1 + 0,10)^1}$$

$$I = 31.096,64$$

3.11.5.3. *Inversión para el año 2026 -> 10%*

$$I = \frac{35.202,60}{(1 + 0,10)^2}$$

$$I = 29.093,60$$

3.11.5.4. *Inversión para el año 2027 -> 10%*

$$I = \frac{36.198,90}{(1 + 0,10)^3}$$

$$I = 27.196,77$$

3.11.5.5. *Inversión para el año 2028 -> 10%*

$$I = \frac{37.195,20}{(1 + 0,10)^4}$$

$$I = 25.404,82$$

3.11.5.6. *Recuperación de la inversión con el 10% de descuento.*

Tabla 3-17: Recuperación de la inversión

AÑO	N	F	I	Ecuación	I	I Acumulada
2024	0	33210			33210,00	33210,00
2025	1	34206,3			31096,64	64306,64
2026	2	35202,6	10%	$I = \frac{F}{(1+i)^n}$	29093,06	93399,69
2027	3	36198,9			27196,77	120596,46
2028	4	37195,2			25404,82	146001,29

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

3.11.6. Costo- beneficio del proyecto

$$BC = \frac{\text{Beneficio (Rec. Inversión)}}{\text{Costo (TIR)}}$$

$$BC = \frac{146.001,29}{98.477,82}$$

$$BC = \$ 1,48$$

Al calcular el costo beneficio de la harina de mashua tenemos como resultado que el valor de \$1,48 la ganancia es de \$0,48 (cuarenta y ocho centavos) por cada dólar invertido, demostrando que la inversión para la implementación de este proceso es viable y rentable.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. *Materia prima (tropaeolum tuberosum)*

En el proceso para la elaboración de la de harina de mashua (*tropaeolum tuberosum*), la primera etapa fundamental fue la recepción de la materia prima para determinar la calidad antes, durante y después del proceso de elaboración de la harina de mashua, por lo cual se tomó de bibliografía la caracterización fisicoquímica de la mashua como se describe a continuación:

Tabla 4-1: Caracterización de la mashua (*tropaeolum tuberosum*)

MATERIA PRIMA	COMPONENTE	RESULTADO (%)
MASHUA <i>tropaeolum Tuberosum</i>	Humedad	78,04 ± 2,91
	Grasa	0,31 ± 0,03
	Ceniza	0,59 ± 0,02
	pH	6,22
	Acidez titulable	1,59 ± 0,05
	Sólidos solubles	8,5

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

Además, mediante la norma NTE INEN 1516:2013 para Hortalizas frescas, papas, se tomó en consideración las disposiciones generales que debe cumplir este tubérculo antes de su procesamiento.

4.2. Elaboración de la harina de mashua a escala de laboratorio

Dentro del proceso de la elaboración de harina de mashua a escala de laboratorio se tomó 1.3 kg del tubérculo andino el cual fue previamente caracterizado mediante las disposiciones generales con base a la norma establecida de hortalizas y frutas frescas, posterior a ello se realizó el procedimiento de la transformación de materia prima a producto final en condiciones de temperatura de 75°C por un tiempo de 10 horas mediante la utilización de un secador de bandejas a gas obteniendo 0.174 kg en peso de harina de mashua, en cada una de las etapas de lavado y cortado, secado, molienda, tamizado se obtuvo un rendimiento del 88,92%, 26,12%, 91,3% y 63,04% respectivamente, determinando finalmente el resultado de rendimiento del proceso de elaboración de un 13,38%.

4.3. Dimensionamiento de equipos

Tabla 4-2: Diseño de equipos para la producción de harina de mashua

EQUIPO	TIPO DE MATERIAL	DISEÑO
Tanque de selección, lavado y desinfectado	Acero inoxidable AISI-304	Volumen: 0,35 m ³ Longitud: 1,50 m Altura: 0,80 m Área total: 0,117 m ² Altura: 1,45 m
Secador de bandejas	Acero inoxidable AISI-304	Longitud: 0,85 m Área cada bandeja: 0,023 m ² Dimensiones de bandeja: 0,2 *0,49 m Numero de bandejas: 5
Molino	Acero inoxidable AISI-304	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolva de alimentación Diámetro: 0,29 m Volumen: 0,11 m³ Altura: 0,21 m ▪ Tornillo sin fin Velocidad de giro: 1800 RPM Diámetro: 0,11 m Potencia: 0,3 Hp Volumen: 0,12 m³
Tamiz	Acero inoxidable AISI-304	Base: 0,68 m Longitud: 0,34 m

Realizado por: Procel, Jonathan, 2023

Para el dimensionamiento de equipos a utilizar para el proceso de elaboración de la harina de mashua se tomó como referencia una producción de 500 kg de materia prima en relación a la cantidad ocupada a escala de laboratorio de cada etapa, en donde el material de fabricación para el diseño de cada uno será de acero inoxidable AISI-304 con el fin de evitar que se genere corrosión misma que puede de afectar la calidad del producto final (harina de mashua), para el tanque de selección, lavado y desinfección se requiere un volumen de 0.35 m³ con medidas de longitud y altura de 1.0 y 0.80 m respectivamente, para el secador de bandejas se requiere un área total de 0.12 m² y para el área de 1-5 bandejas de 0.023 m², en el molino para la tolva de alimentación un volumen de 0.11 m² de diámetro:0.29 m; altura:0.2 m, el tornillo sin fin tendrá una potencia de 0,3Hp a una velocidad de giro de 1800rpm, finalmente para el diseño del tamiz con un volumen de 0.12 m³, para el diseño de los demás equipos y materiales se pretende elegir acorde a las necesidades del proceso.

Para la línea de producción de la empresa tomando en consideración la implementación de los equipos, (ver anexo B), espacios de seguridad y espacios de circulación se necesita un área de 57,27 m² que por facilidad de la empresa se designara un área de 60 m² para la implementación del proceso de producción de harina de mashua.

4.4. Costo-beneficio para la elaboración de harina de mashua a escala industrial

Para el análisis económico se tomó en cuenta la inversión fija que involucra los costos de implementación (equipos, maquinaria, adecuación, mano de obra y servicios básicos) con un valor \$22.897,00; a partir del año 2026 la producción de harina de mashua recuperara la inversión con lo que solventara los gastos que se realizó en la implementación de la infraestructura y producción de esta. Para el capital de operación referente a la adquisición de materia prima de 500 kg se tiene un costo total de \$770,00 produciendo 1155 fundas de presentación de 500gr a un precio de venta al público para la adquisición de la harina de mashua de \$1,93. La relación costo-beneficio para el proyecto es de 1,48 lo que muestra que en la empresa SAVALED por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$0,48 centavos indicando que el proceso de producción para la harina de mashua es viable y rentable generando ganancias en su elaboración.

4.5. Validación del producto final (Harina de Mashua)

Para el producto final se realizó los análisis bromatológicos y microbiológicos de la harina de mashua mediante la comparación de resultados en base a la norma NTE INEN 616:2015 para dar aceptabilidad al producto terminado, asegurando la calidad e inocuidad de la harina de mashua para el consumo humano siendo está destinada en la elaboración de otro tipo de productos alimenticios derivados.

Los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos según la NTE INEN 616:2015 para la harina de trigo se describen a continuación:

REQUISITOS	UNIDAD	Plásticos	Panificación	Pastelería y galletería	Auto leudantes	Para todo uso	integral	MÉTODO DE ENSAYO
Humedad, máximo	%	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	15,0	NTE INEN-ISO 712
Proteína (materia seca), mínimo.	%	10,5	10	7	7	9	11	NTE INEN-ISO 20483
Cenizas (materia seca) máximo	%	0,85	1	0,8	3,5	0,8	2,0	NTE INEN-ISO 2171
Gluten húmedo, mínimo	%	28	28	20	20	25	-	NTE INEN-ISO 21415-1 o INEN-ISO 21415-2
Grasa (materia seca), mínimo	%	2	2	2	2	2	3	NTE INEN-ISO 11085 AOAC 2003 06**
Tamaño de partícula Pasa por un tamiz de 212, mínimo	%	95					-	NTE INEN 517
*Factor de conversión de nitrógeno a proteína para trigo $w_N \times 5,7$.								
** Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.								

Ilustración 4-1: Requisitos físicos-químicos harina de trigo

Fuente: (INEN 2015, pp. 4-5)

REQUISITOS	UNIDAD	CASO	n	c	m	M	MÉTODO DE ENSAYO
Mohos y levaduras	UFC/g	5	5	2	1×10^3	1×10^4	NTE INEN 1529-10 AOAC 997.02*
E. Coli	UFC/g	5	5	2	< 10	-	NTE INEN 1529-8 AOAC 991.14*
*Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.							

Ilustración 4-2: Requisitos microbiológicos harina de trigo

Fuente: (INEN 2015, pp. 4-5)

Tabla 2-3: Análisis-físico: sensorial

COLOR	OLOR	ASPECTO
Amarrillo intenso	Característico débil	Homogéneo granular muy fino

Realizado por: SAQMIC, 2023

Tabla 4-4: Análisis-químico de la Harina de Mashua

PARAMETROS	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
Tamaño de partícula (Tamiz de 212 µm)	%	INEN 517	99,21
Proteína	%	INEN-ISO 20483	7,32
Grasa	%	INEN-ISO 11085	1,04
Gluten Húmedo	%	INEN 529	0,2
Ceniza	%	INEN-ISO 2151	4,17
Humedad	%	INEN-ISO 712	8,30

Realizado por: SAQMIC, 2023

Tabla 4-5: Análisis-microbiológico de la Harina de Mashua

PÁRAMETROS	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
Coliformes Totales	UFC/g	INEN 1529-5	<10
Escherichia coli	UFC/g	INEN 1529-5	<10
Mohos y Levaduras	UFC/g	INEN 1529-10	<10

Realizado por: SAQMIC, 2023

Una vez concluida la parte experimental se realizó diversos análisis de control y calidad en laboratorios SAQMIC de la harina de mashua obtenida, en el análisis físico- sensorial se determinó una coloración amarillo intenso de olor característico débil y aspecto homogéneo granular muy fino. Dentro del análisis químico se calcularon los parámetros tales como: el tamaño de partícula que según la norma vigente se encuentra dentro de los límites permisibles el porcentaje de humedad fue de 8.30, el cual se encuentran en los límites establecidos; el porcentaje de proteína detectada fue de 72 encontrándose entre el rango óptimo según norma ISO 20483. El porcentaje de grasa establecido es de 1.04; porcentaje de ceniza fue de 4.17.

En los análisis microbiológicos que se presenta en la tabla 28-4 de la de la harina de mashua producida es < 10 ufc/g para coliformes totales, Echericha coli y mohos y levaduras, por consiguiente, los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites permitidos de las normas aplicadas mencionado de tal manera que la harina de mashua tratada es apta para el consumo humano.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

CONCLUSIONES

Se diseñó el proceso de fabricación industrial para la elaboración de harina mashua (*tropaeolum tuberosum*) de la empresa de suplementos alimenticios SAVALED, mismo que se pretende implementar en su línea de producción de productos naturales.

Se caracterizó la materia prima (mashua - tubérculo), física y químicamente a través de bibliografía de los componentes tales como la grasa, ceniza, humedad, pH, sólidos solubles y ácidos solubles que la materia prima presenta, además se aseguró la calidad e inocuidad de la harina de mashua tomando en cuenta en el proceso de selección de materia prima mediante las disposiciones generales indicadas determinando que este tubérculo se encuentra apto para su procesamiento cumpliendo así con los requisitos de la norma INEN -1516.

Se identificó en el proceso de elaboración de la harina de mashua los parámetros y variables importantes que influyen en su procesamiento, siendo estos el rango de temperatura idónea de 65 a 80 °C, la presencia de humedad mediante cálculos de humedad en base húmeda y seca con un resultado de 0,74 y 2,83 respectivamente. El tiempo de secado natural expuesto al sol fueron de 6 días, con un tiempo de secado mecánico de 10 horas mediante la utilización de un secador de bandejas a gas. Los tamices utilizados para la obtención de harina fueron de 300 y 250 μm obteniendo una harina con tamaño de partícula del 99,21 %.

Se efectuó el diseño de los equipos que se utilizarán en la línea de producción de la harina de mashua (tanque lavado, secador de bandejas, molino tamiz), para una cantidad estimada de 500 kg/semana tomando como referencia la relación entre la cantidad que se utilizó en desarrollo experimental a escala de laboratorio de 1.3 kg con la cantidad industrial estimada a implementar necesitando un área útil de 57,27 m² considerando espacios de seguridad y circulación, además de realizar la validación económica mediante el análisis costo-beneficio para su elaboración teniendo una ganancia de 0,48 centavos por cada dólar invertido indicando que el proceso de producción para la harina de mashua es viable y rentable para la empresa.

Se realizó la validación del proceso de elaboración de harina de mashua a través de la caracterización físico-química y microbiológica del producto final obteniendo los siguientes resultados, en el análisis físico-sensorial posee un aspecto homogéneo granular muy fino, en el análisis químico el 99,21 % tamaño de partícula (tamiz de 212 μm), 7,32 % proteína, 1,04 % grasa, 8,30 % humedad, 4,17 % ceniza y con ausencia de gluten siendo no apto para productos

panificados, por último en el análisis microbiológico en coliformes totales, *Escherichia coli*, mohos y levaduras con un valor < 10 UFC/g , estos resultados determinan que la harina de mashua se encuentra dentro de los límites de las norma NTE 616.

RECOMENDACIONES

En la etapa de lavado y desinfectado verificar la calidad de la materia prima a utilizar mediante la caracterización y disposiciones generales de la norma establecida, además de utilizar una herramienta optima en la etapa de cortado con la finalidad de evitar el desperdicio de la materia prima obteniendo un mayor rendimiento en el producto final.

Tener en cuenta las variables del proceso tales como el tiempo y temperatura de secado en función del tipo de secador que se vaya a utilizar para la deshidratación de la materia prima ya que de esto va a depender las condiciones óptimas para la siguiente etapa.

En todo el proceso de elaboración de la harina de mashua mantener materiales y equipos debidamente esterilizados para mantener la calidad e inocuidad del producto final.

BIBLIOGRAFÍA

ARTACHO, Alfredo, et al. *La Repostería Básica Profesional*. Madrid : Vision Libros, 2011. 9788498219166.

ARTEAGA, Diego, CHACÓN-CALVO, Luis, SAMAMÉ-HERRERA, Víctor, VALVERDE-CERNA, Darlyn and PAUCAR-MENACHO, Luz María, 2022. Mashua (tropaeolum tuberosum): Nutritional composition, chemical characteristics, bioactive compounds and beneficial properties for health. *Agroindustrial Science*. 2022. Vol. 12, no. 1, pp. 95–101. DOI 10.17268/agroind.sci.2022.01.12.

IBARZ, Albert. *Operaciones unitarias de la ingeniería en alimentos* . Madrid : Mundi - Prensa, 2005. 8484761630.

CABEZAS, Erick, Diseño y construcción de un molino de bolas para aplicaciones de pulvimetalurgia en los laboratorios de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato. . 2017. pp. 1–14.

GONZÁLEZ CABRERA, María Verónica, MORENO ANDRADE, Georgina Ipatia and LÓPEZ SAMPEDRO, Sandra Elizabeth. Caracterización nutricional y funcional de la harina de mashua. *Conciencia Digital*. 2020. Vol. 3, no. 3, pp. 199–214. DOI 10.33262/concienciadigital.v3i3.1299.

GUALOTO, Jaqueline, 2021. Evaluación Nutricional De La Oca, Mashua, Quinoa Y Avena Para Su Uso En La Elaboración De Muesli. Online. 2021. pp. 25. Retrieved from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15542>

INEN, 2015. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616. Harina de trigos. Requisitos. *Norma Técnica Ecuatoriana*. 2015. pp. 1–13.

MINISTERIO DE CULTURA Y PATRIMONIO. Mashua y melloco. *Patrimonio alimentario*. Online. 2013. pp. 9. Retrieved from: www.culturaypatrimonio.gob.ec

MIRANDA, Adriana. ALTERNATIVAS DE POSTRES A BASE DE OCA Y MASHUA PARA LA ORGANIZACIÓN UCASAC DE LA PARROQUIA SAN JUAN, CANTÓN RIOBAMBA 2012. *Biomédica*. 2011. Vol. 31, no. sup3.2, pp. 425. DOI 10.7705/biomedica.v31i0.529.

NTE INEN 1516 and PRIMERA, 6 : 2013. Horatalizas frescas. Papas. Requisitos. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Online. 2013. Vol. First Edit, pp. 15. Retrieved from: https://gestionambiental.pastaza.gob.ec/biblioteca/legislacion-ambiental/patrimonio_natural/nte_inen_2176_1_agua_calidad_agua_muestreo_tecnicas_muestreo.pdf

ROBALINO, Paulina, et al. *Diseño de un proceso de producción industrial de almidón a partir de mashua (Tropaeolum tuberosum)*. Online. 2019. Retrieved from: <http://revistas.esPOCH.edu.ec/index.php/cssn/article/view/292/257>

RUIZ, Rocío & CHUIZA, Marco. Diseño de un secador de bandejas para la deshidratación de plátano en la Parroquia Veracruz del Cantón Pastaza. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Online. 2016. pp. 50–70. Retrieved from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5677>

QUIROZ Santiago, RONMEL Isaías. Procesamiento de harina de Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) para la aplicación en productos de panadería. *Pontificia Universidad Católica del Perú*. 2014. Vol. 8, no. 33, pp. 119.

SÁENZ, Torres. *El cubio (mashua): producción, transformación y beneficios*. Primera Edición. Bogotá : Ediciones Unisalle, 2020. pág. 14. 9789855148413.

SANCHEZ, David. *Operaciones unitarias y proceso químico*. España : IC Editorial, 2012. 9788415670728.

VEGA ACOSTA, Mariela Cristina. DESARROLLO DE PRODUCTOS PANIFICABLES CON INCLUSIÓN DE LA HARINA DE OCA. Online. 2012. pp. 1–112. Retrieved from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9493/1/84T00135.pdf>

VILLANUEVA, Isabel. UTILIZACIÓN DE HARINA DE MASHUA (*tropaeolum tuberosum*) Y SU APLICACIÓN EN PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN, 2015. *Ucv*. Online. 2016. Vol. I, no. 02, pp. 0–116. Retrieved from: [http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10947/Mi%C3%B1ano Guevara%2C Karen Anali.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3346/DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y SU.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10947/Mi%C3%B1ano%20Guevara%20Karen%20Anali.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3346/DIVERSIDAD_DE_MACROINVERTEBRADOS_ACU%C3%81TICOS_Y_SU.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



ANEXOS

ANEXO A -. PROCESO DE LA ELABORACION DE HARINA DE MASHUA PELADO Y CORTADO



6. SECADO



7. PESO DE LA MASHUA SECA



8. TRITURADO



9. TAMIZADO

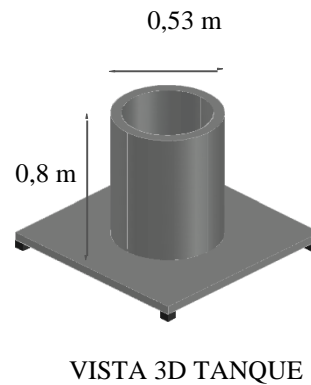
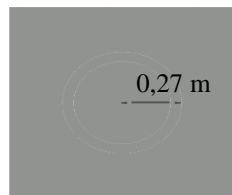
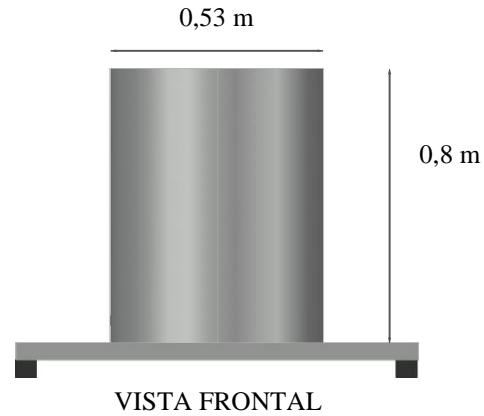


10. EMPAQUETADO



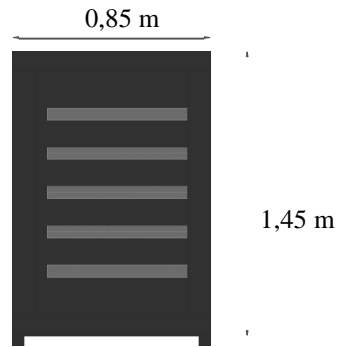
ANEXO B -. DISEÑO DE LOS EQUIPOS

■ TANQUE DE LAVADO Y DESINFECTADO

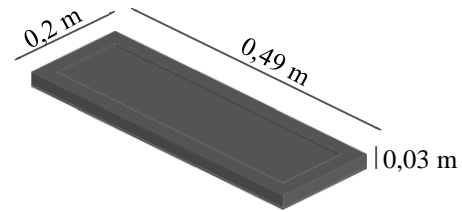


 	
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO “ESPOCH”	
NOMBRE: TRABAJO DE TITULACIÓN – PROYECTO TÉCNICO	
PROYECTO: DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE MASHÚA (<i>tropaeolum tuberosum</i>) EN LA EMPRESA DE SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS SAVALED	
CONTIENE: DISEÑO - TANQUE DE LAVADO Y DESINFECTADO	
AUTOR: JONATHAN FABRICIO PROCEL MORENO	
TUTOR: ING. CESAR PUENTE	ESCALA: INDICADA
LAMINA: 1 DE 6	FECHA: FEBRERO 2023

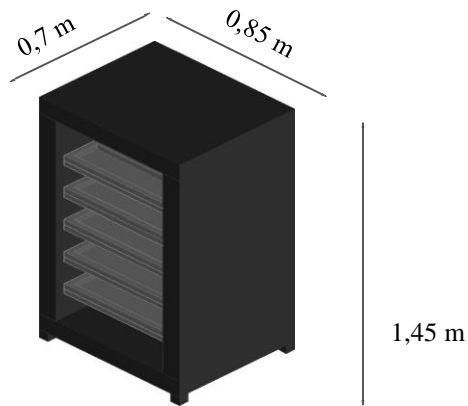
■ SECADOR DE BANDEJAS



VISTA FRONTAL



VISTA 3D BANDEJA



VISTA 3D SECADOR DE BANDEJAS



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

“ESPOCH”

NOMBRE: TRABAJO DE TITULACIÓN – PROYECTO TÉCNICO

PROYECTO:
DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE MASHUA (*tropaeolum tuberosum*) EN LA EMPRESA DE SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS SAVALED

CONTIENE: DISEÑO - SECADOR DE BANDEJAS

AUTOR: JONATHAN FABRICIO PROCEL MORENO

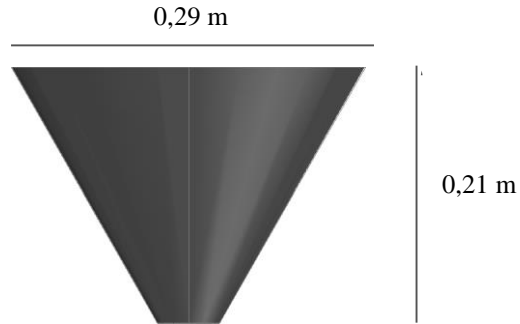
TUTOR: ING. CESAR PUENTE

ESCALA: INDICADA

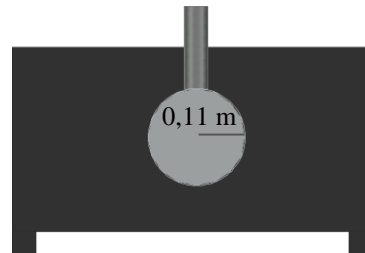
LAMINA: 2 DE 6

FECHA: FEBRERO 2023

■ MOLINO



VISTA FRONTAL DE LA TOLVA



VISTA FRONTAL DE POLEA



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
 “ESPOCH”

NOMBRE: TRABAJO DE TITULACIÓN – PROYECTO TÉCNICO

PROYECTO:
 DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE MASHUA (*tropaeolum tuberosum*) EN LA EMPRESA DE SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS SAVALED

CONTIENE: DISEÑO - MOLINO

AUTOR: JONATHAN FABRICIO PROCEL MORENO

TUTOR: ING. CESAR PUENTE

ESCALA: INDICADA

LAMINA: 3 DE 6

FECHA: FEBRERO 2023

■ TAMIZ

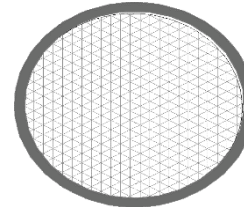
0,68 m



0,34 m

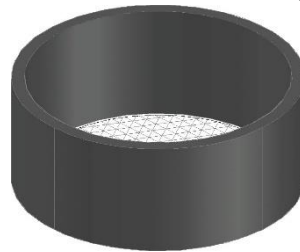
VISTA FRONTAL

0,68 m



VISTA EN PLANTA

0,68 m



0,34 m

VISTA 3D TAMIZ



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

“ESPOCH”

NOMBRE: TRABAJO DE TITULACIÓN – PROYECTO TÉCNICO

PROYECTO:
DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE MASHÚA (*tropaeolum tuberosum*) EN LA EMPRESA DE SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS SAVALED

CONTIENE: DISEÑO - TAMIZ

AUTOR: JONATHAN FABRICIO PROCEL MORENO

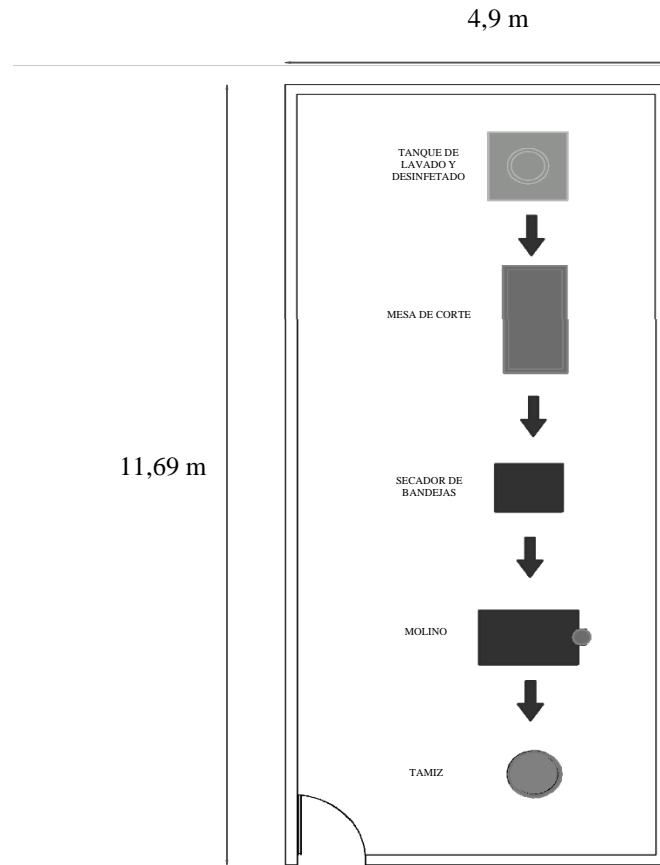
TUTOR: ING. CESAR PUENTE

ESCALA: INDICADA

LAMINA: 4 DE 6

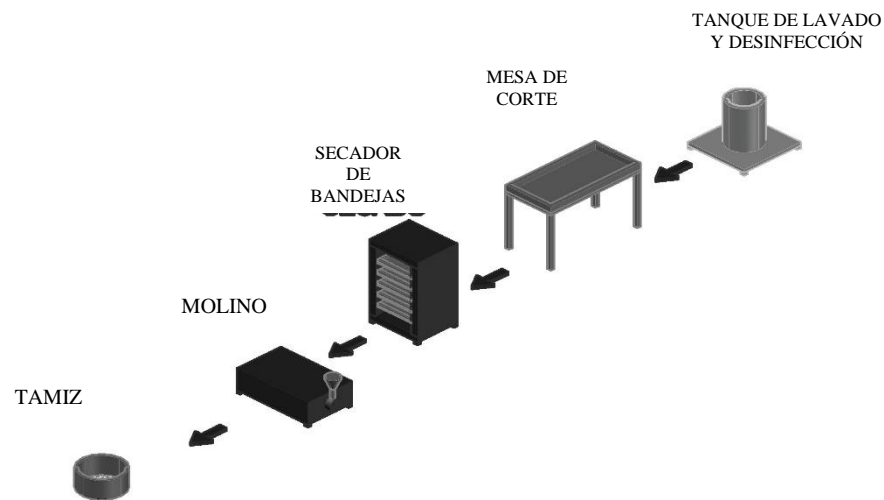
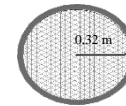
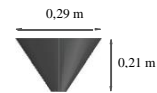
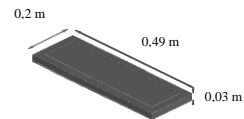
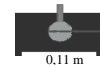
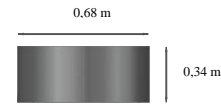
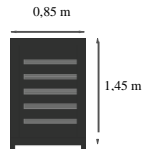
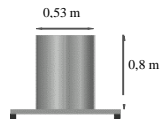
FECHA: FEBRERO 2023

■ PLANTA DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS



ÁREA UTIL: 57,27 m²

 	
<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>“ESPOCH”</p>	
<p>NOMBRE: TRABAJO DE TITULACIÓN – PROYECTO TÉCNICO</p>	
<p>PROYECTO:</p> <p>DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE MASHUA (<i>tropaeolum tuberosum</i>) EN LA EMPRESA DE SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS SAVALED</p>	
<p>CONTIENE: DISEÑO – DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS</p>	
<p>AUTOR: JONATHAN FABRICIO PROCEL MORENO</p>	
<p>TUTOR: ING. CESAR PUENTE</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>
<p>LAMINA: 5 DE 6</p>	<p>FECHA: FEBRERO 2023</p>



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

“ESPOCH”

NOMBRE: TRABAJO DE TITULACIÓN – PROYECTO TÉCNICO

PROYECTO: DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE MASHÚA (*tropaeolum tuberosum*) EN LA EMPRESA DE SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS SAVALED

CONTIENE: DISEÑO – EQUIPOS 3D

AUTOR: JONATHAN FABRICIO PROCEL MORENO

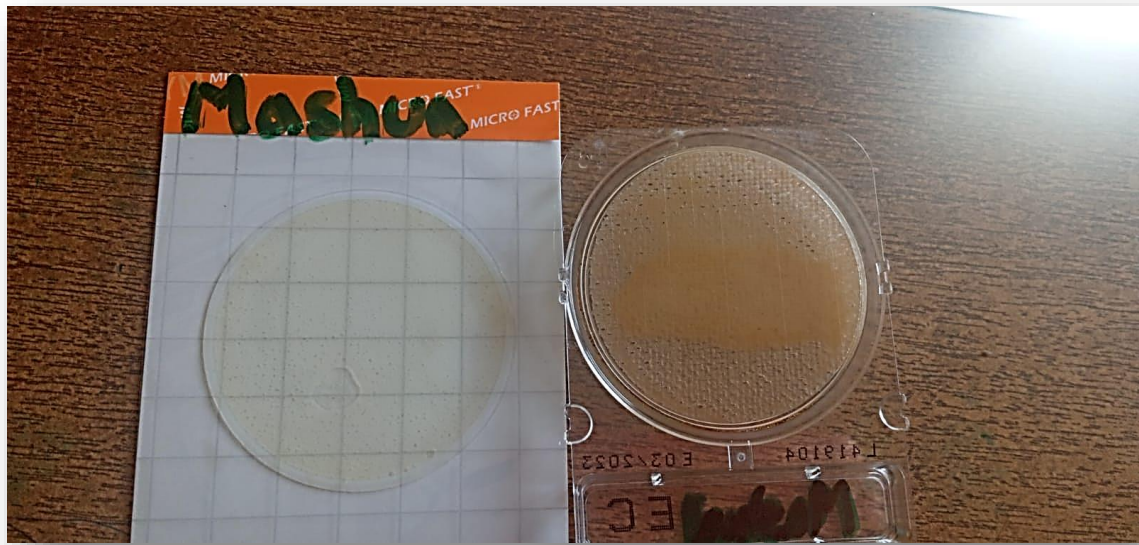
TUTOR: ING. CESAR PUENTE

ESCALA: INDICADA

LAMINA: 6 DE 6

FECHA: FEBRERO 2023

ANEXO C – ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA HARINA DE MASHUA



ANEXO D-. ANALISIS FÍSICOS-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS



INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Fecha: 09 de febrero del 2023
Análisis solicitado por: Sr. Jonathan Procel
Tipo de muestras: Muestras de Harina de Mashua
Localidad: Riobamba

Análisis Físico: Sensorial

Color	Amarillo intenso
Olor	Característico débil
Aspecto	Homogéneo granular muy fino

Análisis Físico Químico

Parámetros	Unid.	Método	Resultados
Tamaño de partícula (Tamiz de 212 µm)	%	INEN 517	99.21
Proteína (BS)	%	INEN-ISO 20483	7.32
Grasa (BS)	%	INEN-ISO 11085	1.04
Gluten húmedo	%	INEN 529	0.2
Ceniza (BS)	%	INEN-ISO 2151	4.17
Humedad	%	INEN-ISO 712	8.30

Análisis Microbiológico

Parámetros	Unid.	Método	Resultado
Coliformes Totales	UFC/g	INEN 1529-6	< 10
Escherichia coli	UFC/g	INEN 1529-5	<10
Mohos y Levaduras	UFC/g	INEN 1529-10	<10

< 10 significa ausencia de crecimiento en la dilución 10⁻¹

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.

RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada



Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322

Saqmic Laboratorio
Riobamba - Ecuador



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 16 / 08 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Jonathan Fabricio Procel Moreno
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniero Químico
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

1532-DBRA-UPT-2023