



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN
DE BEBIDA FERMENTADA KÉFIR DE AGUA ENRIQUECIDA
CON PITAHAYA**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA: KAREN LILIBETH JARRÍN LICUY

DIRECTOR: Ing. MÓNICA LILIÁN ANDRADE ÁVALOS MGs.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2022, Karen Lilibeth Jarrín Licuy

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 del Autor.

Yo, Karen Lilibeth Jarrín Licuy, 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 autora 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, 19 de diciembre del 2022



Karen Lilibeth Jarrín Licuy,
160046779-7

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 BEBIDA FERMENTADA KÉFIR DE AGUA ENRIQUECIDA CON PITAHAYA**, realizado por la señorita: **KAREN LILIBETH JARRÍN LICUY**, 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.Z. Guillermo Eduardo Dávalos Medina MGs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-12-19
Ing. Mónica Lilián Andrade Ávalos MGs. DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-19
Ing. Marlene Jacqueline García Veloz MGs. ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-19

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres que gracias a su apoyo incondicional me permitieron llegar a cumplir mis objetivos, gracias a su amor, cuidado, guía y paciencia supieron llevarme hacia adelante para llegar a ser una profesional. A mis hermanos que gracias a sus palabras de aliento me han motivado para no decaer. A mis amigos que siempre han estado brindándome su apoyo incondicional y a mis compañeros que se han convertido en amigos, y han sido compañía de lucha para lograr nuestros objetivos, gracias por todos los momentos vividos.

Karen

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios y a la vida, por bendecirme y haberme permitido llegar a cumplir esta etapa fundamental. A la Ing. Mónica Andrade e Ing. Marlene García, que han sido parte de este proyecto y que gracias a sus valiosos e importantes conocimientos al igual que su tiempo y predisposición, permitieron que culmine mi carrera y el presente trabajo.

Karen

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.1.1. <i>Identificación del problema</i>.....	2
1.1.2. <i>Justificación del proyecto</i>.....	3
1.1.3. <i>Localización del proyecto</i>.....	4
1.1.4. <i>Beneficiarios</i>.....	5
1.1.4.1. <i>Beneficiarios directos</i>.....	5
1.1.4.2. <i>Beneficiarios indirectos</i>.....	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. <i>Objetivo general</i>.....	5
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>.....	5

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	6
2.1. Datos referenciales.....	6
2.2. Marco teórico.....	6
2.2.1. <i>Kéfir</i>.....	9
2.2.2. <i>Kéfir de azúcar</i>.....	9
2.2.3. <i>Producción de kéfir azucarado</i>.....	11
2.2.4. <i>Diferencia del Kéfir de agua con el de leche</i>.....	11
2.2.5. <i>Pitahaya</i>.....	12
2.2.5.1. <i>Características botánicas</i>.....	13
2.2.5.2. <i>Composición química</i>.....	13

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	14
3.1.	Proceso metodológico	14
3.2.	Tipo de estudio	14
3.3.	Métodos y técnicas	15
3.3.1.	<i>Métodos</i>	15
3.3.2.	<i>Técnicas</i>	15
3.3.2.1.	<i>Caracterización de la materia prima (Pitahaya con la norma NTE INEN 2003)</i>	15
3.3.2.2.	<i>Caracterización del Kéfir</i>	17
3.3.2.3.	<i>Bebida fermentada</i>	20
3.3.3.	Procedimiento a nivel de laboratorio	23
3.3.3.1.	<i>Materiales, equipos e insumos</i>	23
3.3.3.2.	<i>Descripción del proceso a nivel de laboratorio</i>	23
3.2.	Cálculos de ingeniería	26
3.2.1.	Balance de masa	26
3.2.1.1.	<i>Lavado</i>	26
3.2.1.2.	<i>Despulpado y filtrado</i>	27
3.2.1.3.	<i>Pasteurizado</i>	27
3.2.1.4.	<i>Homogenización</i>	28
3.2.1.5.	<i>Fermentación</i>	28
3.2.1.6.	<i>Balance de masa para el proceso de fermentación</i>	32
3.2.2.	Dimensionamiento de equipo	33
3.2.2.1.	<i>Mesa de recepción y lavado</i>	33
3.2.2.2.	<i>Despulpado</i>	34
3.2.2.3.	<i>Homogeneizador</i>	39
3.2.2.4.	<i>Diseño del fermentador</i>	43

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	46
4.1.	Datos de diseño	46
4.2.	Resultados del análisis de la bebida	47
4.2.1.	<i>Caracterización química</i>	47
4.2.2.	<i>Caracterización física</i>	48
4.3.	Proceso de producción	48

4.4.	Análisis de costo/beneficio del proyecto.....	48
4.4.1.	<i>Costo de los equipos</i>	48
4.4.2.	<i>Costos de materia prima</i>	48
4.4.3.	<i>Costos de mano de obra</i>	49
4.4.4.	<i>Infraestructura.....</i>	49
4.4.5.	<i>Costos de requerimientos energéticos</i>	49
4.4.6.	<i>Producción mensual y costes</i>	50
4.4.7.	<i>Costo de venta al público</i>	50
4.5.	Análisis y Discusión de resultados.....	50
	CONCLUSIONES.....	52
	RECOMENDACIONES.....	53
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Coordenadas Curtiduría “3SENCE SAS”	4
Tabla 1-2:	Microorganismos obtenidos en granos de kéfir azucarado.....	12
Tabla 2-2:	Taxonomía de la pitahaya.....	13
Tabla 3-2:	Composición química de la pitahaya.....	13
Tabla 1-3:	Requisitos generales y de madurez.....	15
Tabla 2-3:	Tabla de color	16
Tabla 3-3:	Requisitos físicos y químicos de la pitahaya	16
Tabla 4-3:	Requisitos microbiológicos del Kéfir	18
Tabla 5-3:	Valores máximos y mínimos del producto fermentado	18
Tabla 6-3:	Requerimientos fisicoquímicos	19
Tabla 7-3:	Requisitos de la bebida.....	21
Tabla 8-3:	Requisitos microbiológicos	21
Tabla 9-3:	Requerimientos y características	21
Tabla 10-3:	Materiales, equipos e insumos.....	23
Tabla 11-3:	Solución de pitahaya.....	24
Tabla 12-3:	Elaboración de la bebida	25
Tabla 13-3:	Cantidad de materia prima.....	26
Tabla 14-3:	Diseño experimental.....	29
Tabla 15-3:	Análisis de varianza para grado alcohólico - Suma de cuadrados Tipo III	29
Tabla 16-3:	Encuesta de aceptación.....	30
Tabla 17-3:	Encuesta de aceptación muestra 2	31
Tabla 18-3:	Luz de malla y tolerancia	36
Tabla 19-3:	Requerimientos cámara despulpadora	39
Tabla 1-4:	Características de los equipos.....	46
Tabla 2-4:	Examen químico	47
Tabla 3-4:	Examen físico - sensorial.....	48
Tabla 4-4:	Proceso de producción diaria.....	48
Tabla 5-4:	Costos de los equipos	48
Tabla 6-4:	Costos de materia prima diario.....	49
Tabla 7-4:	Costos de mano de obra.....	49
Tabla 8-4:	Costos de infraestructura	49
Tabla 9-4:	Costos de requerimientos energéticos	49
Tabla 10-4:	Producción mensual y costes.....	50

Tabla 11-4: Producción mensual y costes..... 50

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1:	Ubicación 3SENCE SAS.....	4
Ilustración 1-2:	Kéfir de agua.....	10
Ilustración 1-3:	Etapas del proceso metodológico.....	14
Ilustración 2-3:	De izq a der. Color 0, color 1 y color 2.....	16
Ilustración 3-3:	Manejo de granos de Kéfir.....	17
Ilustración 4-3:	Comportamiento del Kéfir en condiciones de fermentación	19
Ilustración 5-3:	Requerimientos de calidad de la bebida.....	22
Ilustración 6-3:	Proceso para la elaboración de la bebida	25
Ilustración 7-3:	Dispersión por código de nivel	30
Ilustración 8-3:	Dispersión por código de nivel	30
Ilustración 9-3:	Diagrama de barras muestra 1.....	31
Ilustración 10-3:	Diagrama de barras muestra 2.....	31
Ilustración 11-3:	Mesa de lavado	34
Ilustración 12-3:	Cámara despulpadora.....	36
Ilustración 13-3:	Rotor	37
Ilustración 14-4:	Brazo de homogeneizador.....	40
Ilustración 15-3:	Número de pranc.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: DISEÑO DE LOS EQUIPOS

ANEXO B: PARTE EXPERIMENTAL

ANEXO C: ANÁLISIS DE LABORATORIO

ANEXO D: PROCESO INDUSTRIAL

RESUMEN

Es evidente que mantenemos la línea de producción por excelencia de Ecuador como es la exportación de materia prima sin ningún valor agregado, esto ha causado por años grandes problemas económicos como sostenibilidad financiera en el sector agro, al igual que incrementan problemas de salud en la sociedad debido al mal uso y exceso de antibióticos, por lo tanto, el objetivo del proyecto “Diseño de un proceso industrial para la obtención de bebida fermentada kéfir de agua enriquecida con pitahaya” tuvo como finalidad obtener una bebida con alto valor para la salud como para el potenciamiento de la pitahaya en el sector agroindustrial. La metodología utilizada tuvo un enfoque en la caracterización físico-química y microbiológica de la materia prima, se identificó las variables principales para el diseño del proceso industrial al igual que los cálculos ingenieriles para los equipos y se realizó la validación técnica a través de la Norma INEN 2395:2011 con la finalidad de evitar contaminación o daños en el producto final. Mediante esta metodología se logró obtener la bebida de gran aporte a la salud por su actividad probiótica y aporte a la agroindustria debido al aprovechamiento de la pitahaya, diseñada con cada uno de los equipos inmersos en el proceso con sus especificaciones. Finalmente se concluye que el sector agroindustrial y la salud van llevados de la mano por ello se creó un nexo entre estos aprovechando las potencialidades y el alto valor agregado que tendrá la pitahaya al formar parte esencial de la bebida, activando la economía circular y el comercio justo.

Palabras clave:

<DISEÑO INGENIERIL>, <AGROINDUSTRIA>, <BEBIDA PROBIÓTICA>, <PITAHAYA>, <ECONOMÍA CIRCULAR>.

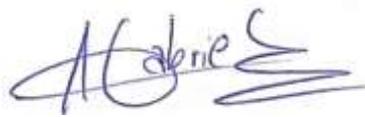
0721-DBRAI-UPT-2023



SUMMARY

It is evident that we maintain the production line par excellence of Ecuador as is the export of raw material without any added value; this has caused for years major economic problems such as financial sustainability in the agricultural sector, as well as increasing health problems in society due to misuse and excess of antibiotics .Therefore, the objective of the project "Design of an industrial process for obtaining fermented drink water kefir enriched with pitahaya" was to obtain a drink with a high value for health and for the enhancement of pitahaya in the agro-industrial sector. The methodology used focused on the physicochemical and microbiological characterization of the raw material. The main variables for the design of the industrial process as well as the engineering calculations for the equipment were identified. The technical validation was performed through the INEN 2395:2011 Standard in order to avoid contamination or damage to the final product. By means of this methodology, it was possible to obtain a beverage of great contribution to health due to its probiotic activity and contribution to the agroindustry using pitahaya, designed with each of the equipment involved in the process with its specifications. Finally, it is concluded that the agro-industrial sector and health go hand in hand; for this reason a nexus was created between them, taking advantage of the potentialities and the high added value that the pitahaya will have by being an essential part of the beverage, activating the circular economy and fair trade.

Keywords: < ENGINEERING DESIGN>, <AGROINDUSTRY>, <PROBIOTIC DRINK>, <PITAHAYA>, <CIRCULAR ECONOMY>.



Abg. Ana Gabriela Reinoso.
Mgs.

Ced: 1103696132

INTRODUCCIÓN

El interés por el consumo de alimentos saludables y la elaboración casera de fermentados artesanales ha generado mayor impacto en la sociedad. El kéfir de agua es una bebida milenaria de origen incierto, que viene de generación en generación, debido a que se consume en todo el mundo, teniendo en cuenta las actualizaciones recientes y extensas publicadas sobre el kéfir azucarado (Pendón et al., 2021, p.21).

Los interesados son más conscientes del papel relevante de una dieta saludable para mejorar su bienestar, conduciendo a una creciente demanda de alimentos probióticos saludables donde las bebidas fermentadas tradicionales como el kéfir de leche y el kéfir de agua están ganando especial atención. Debido al efecto alérgico de los productos lácteos, muchos consumidores tienen un gran interés por los alimentos funcionales no lácteos convirtiéndose en una dieta importante para los veganos y vegetarianos (Pendón et al., 2021, p.21).

El kéfir de agua, también conocido como 'aquakefir' o 'kéfir azucarado', es una bebida fermentada artesanal, ligeramente efervescente de sabor ácido y afrutado y de baja graduación alcohólica. Esta bebida se obtiene por fermentación de agua azucarada añadida con frutas deshidratadas como higos secos o pasas con una comunidad microbiana multiespecie contenida en los granos de kéfir de agua o también llamados "tínicos". En algunos casos, se añaden rodajas de algún cítrico como el limón, para aportar sabor y aroma al producto final. A diferencia del kéfir de leche, el kéfir de agua es un tipo de kéfir no lácteo preparado mediante la fermentación de una solución de sacarosa con levaduras, siendo principales *Kluyveromyces*, *Candida* y *Saccharomyces*, bacterias del ácido láctico que contienen *Lactobacillus*, *Lactotococcus*, *Leuconostoc* y *Streptococcus*, con/sin la adición de extractos de frutas y vegetales. El kéfir de agua se caracteriza por un dióxido de carbono ácido, refrescante y suave, bajo contenido de alcohol y ácido acético.

A medida que aumenta la evidencia de los efectos positivos del kéfir de agua en la salud, aumenta el número de estudios científicos sobre el mismo. No obstante, existen muy pocos estudios sobre el uso de frutas en la fermentación de kéfir de agua (Ozcelik, Akan & Kinik, 2021, p.34).

La reciente popularidad adquirida por este producto artesanal quedó evidenciada por el creciente número de trabajos de investigación y revisiones recientes que hacen una recopilación de datos relevante de lo que se conoce en relación a su proceso de producción y los microorganismos involucrados en la fermentación.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

1.1.1. *Identificación del problema*

De acuerdo con diario el Universo indica que el Ecuador en el 2021 exportó 60% más de pitahaya correspondiente a 17.895 toneladas, mientras que en el 2020 se exportaron 11.260 toneladas. El mercado principal corresponde a Estados Unidos con el 84% seguido por Colombia y Singapur con el 5.4% y 2.7% respectivamente. Dentro del ámbito local la producción mayoritaria de pitahaya corresponde a Morona Santiago con el 65 % de la producción total, otra de las provincias que siguen es Manabí con el 8 % y Pichincha con 5.5% de producción (Universo, 2022).

Según datos proporcionados por parte de agrocalidad hasta el 31 de diciembre de 2021 se han registrado 2051 sitios de producción de pitahaya para exportación localizados en 21 provincias del territorio nacional. Los centros de acopio habilitados por la agencia (agrocalidad) se distribuyen en nueve provincias: Santo Domingo de los Tsáchilas, Pastaza, Cotopaxi, Tungurahua, Los Ríos, Manabí, Guayas, Pichincha y Morona Santiago (Agrocalidad, 2021, p.64).

Es evidente que mantenemos la línea de producción por excelencia de Ecuador como es la exportación de materia prima sin ningún valor agregado, esto ha causado por años grandes problemas económicos como sostenibilidad financiera en el agro, lo que en años próximos puede causar un desajuste en los niveles de producción de pitahaya, afectando de forma directa a la economía del pequeño y mediano agricultor.

Por otra parte, problemas de la salud también es importante señalar ya que el uso de medicamentos excesivos puede traer consecuencias a la salud. Un ejemplo de ello son los probióticos de origen sintético que trae consigo dolores de estómago, hinchazón, gases y en el peor de los casos confusión mental.

Las bebidas fermentadas elaboradas de forma casera han venido tomando un lugar importante en la salud de las personas puesto que día a día cada vez existe un acrecentamiento en la producción de alimentos funcionales a los cuales se les atribuye acciones de tipo curativas o preventivas de manera natural, los mismos que han sido inoculados con microorganismos vivos llamados

probióticos. Este es el caso del Kéfir, una bebida fermentada a base de gránulos de Kéfir de agua (típicos), que juega un papel importante en el organismo, aliviando de forma considerable las molestias en la salud de las personas y aportando un sin número de beneficios para tener una mejor calidad de vida.

1.1.2. *Justificación del proyecto*

En relación a los antecedentes expuestos, se da un enfoque el dar valor agregado a los productos que genera el sector agropecuario en Ecuador, siendo una de las principales motivaciones para el diseño del proceso industrial para la obtención de la bebida “Kéfir de agua enriquecida con pitahaya”.

De acuerdo a los antecedentes de productividad y exportación de pitahaya vemos que tan solo se expone al mundo como materia prima sin ningún valor agregado y este proyecto técnico brinda una alternativa viable para la revalorización del producto (pitahaya) que consiste en el enriquecimiento al Kéfir de agua, proporcionándole sabores y nutrientes que hacen de esta una bebida de gran relevancia en el ámbito del cuidado de la salud, debido a que sus beneficios se enfocan en el aporten nutricional y adicionales tales como la protección contra la carcinogénesis, mutagénesis, la prevención de las lesiones causadas por los radicales libres, control de la microbiota intestinal, la resistencia gastrointestinal, disminución de la presión arterial entre otras según lo indica López (2016, p.23) en su investigación.

El sector industrial como agropecuario deben ir de la mano por ello este proyecto crea un nexo entre estos aprovechando las potencialidades de la pitahaya como antioxidante que dotan protección contra los niveles altos de radicales libres que se producen dentro del cuerpo humano, evitando así el daño celular y a enfermedades relacionadas con esta característica anatómica, ya que es una de las que más se presenta en la región (Guartatanga, 2022, p.17).

El Kéfir de agua es una bebida fermentada elaborada de forma casera. Los granos de Kéfir de agua fermentan un líquido rico en azúcar y minerales, transformando el azúcar en un elixir rico en probióticos ya que contiene diferentes cepas de bacterias vivas y levaduras (López, 2016, p.34).

Cuando se emplean estas bacterias y levaduras en un agua azucarada producirán una bebida bellamente refinada, ligera y refrescante. Por lo que el presente trabajo empleará el diseño del proceso industrial de esta bebida, basada en un proceso de fermentación donde se tiene en cuenta importantes parámetros como el manejo del cultivo, un delicado equilibrio de agua azucarada y

minerales, temperatura, tiempo y presión, dando como resultado una bebida de primera fermentación, es decir el Kéfir de agua.

La bebida de Kéfir de agua enriquecida con pitahaya se obtendrá por un proceso de segunda fermentación donde se mezcla la pitahaya y el Kéfir de agua (primera fermentación), tomando en cuenta los mismos parámetros mencionados. De esta manera la capacidad antioxidante de la pitahaya junto con las potencialidades de la bebida Kéfir, creará un producto de alta calidad nutritiva aplicable en la dieta de niños, jóvenes y adultos. Por tal motivo el diseño del proceso industrial garantizará el aprovechamiento de las potencialidades de cada ingrediente para la elaboración del Kéfir de agua de pitahaya.

1.1.3. Localización del proyecto

El presente Trabajo de Integración Curricular se desarrolló en empresa 3SENCE SAS, perteneciente a la provincia de Chimborazo en el cantón Riobamba.

Tabla 1-1: Coordenadas Curtiduría “3SENCE SAS”

Latitud	1°14'40.0''S	Altitud	2495msnm
Longitud	78°36'20.0''W	Clima	12°C

Realizado por: Jarrín Karen, 2022.

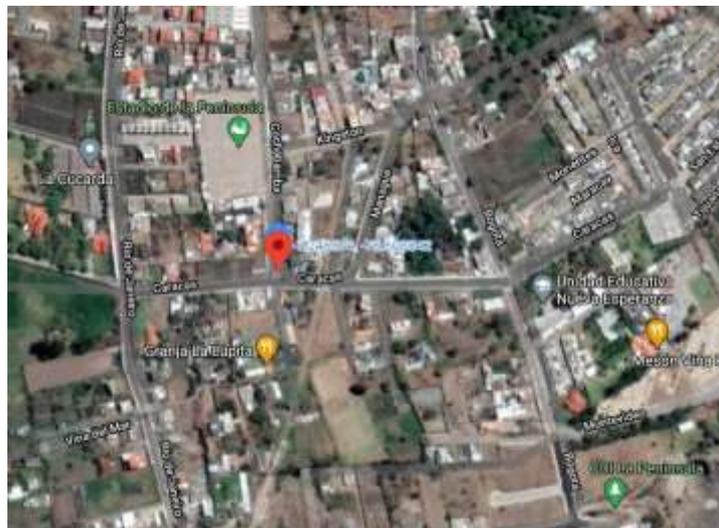


Ilustración 1-1: Ubicación 3SENCE SAS

Fuente: Google Maps, 2022.

1.1.4. Beneficiarios

1.1.4.1. Beneficiarios directos

La empresa 3SENCE SAS, en su propósito de impulsar proyectos que vinculen el sector agrícola del Ecuador con el desarrollo productivo ha permitido el trabajo en conjunto para el desarrollo del trabajo colaborativo.

1.1.4.2. Beneficiarios indirectos

Los Estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que tengan como propósito innovar en el desarrollo de nuevas bebidas probióticas.

El sector agropecuario por el alto valor agregado que tendrá la pitahaya al formar parte esencial de la bebida, activando la economía circular y el comercio justo.

La población en general por los beneficios que la bebida tiene en términos de mejorar la salud.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Diseñar un proceso industrial para la obtención de bebida fermentada “Kéfir de agua” enriquecida con pitahaya.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar la caracterización físico-química y microbiológica de la materia prima.
- Identificar las variables principales para el diseño del proceso industrial para la obtención del Kéfir de agua.
- Determinar los cálculos ingenieriles para el dimensionamiento de los equipos inmersos en el proceso productivo del Kéfir de agua.
- Realizar la validación técnica y económica de la bebida Kéfir de agua enriquecida con pitahaya mediante la Norma NTE INEN 2395:2011.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Datos referenciales

2.2. Marco teórico

Según Bueno et al., (2021, pp.123-220) en el tema “Evaluación de la calidad y vida útil de una nueva bebida producida a partir de granos de kéfir de agua y pitahaya roja” plantea lo siguiente con el fin de diversificar el consumo de pitahaya roja, el objetivo de este estudio fue evaluar la vida útil de dos formulaciones de bebidas no alcohólicas fermentadas por kéfir de agua utilizando pitahaya roja y pulpa de manzana como sustratos. Las bebidas se almacenaron a 7 °C durante 28 días, con análisis cada 7 días. Las especies de levaduras y bacterias identificadas en mayor porcentaje fueron *Brettanomyces bruxellensis* y *Liquorilactobacillus satsumensis*.

Después de 28 días de almacenamiento, la pitahaya y las bebidas fermentadas de pitahaya y manzana presentaron una reducción de 9,15% y 5,25% en el pH, un aumento de 2,7 y 1,8 veces en la acidez, una reducción de 6,27% y 5,25% en los sólidos solubles totales y un aumento de 2,5 y 1,9 veces en el contenido alcohólico, respectivamente. La adición de pulpa de manzana a la bebida fermentada con pitahaya mejoró la capacidad antioxidante de 2.49 mMFe⁺².100 mL⁻¹ a 3.19 mMFe⁺².100 mL⁻¹ y la capacidad reductora de 42.08 mgEAG.100 mL⁻¹ a 62.01 mgEAG.100 mL⁻¹. Sin embargo, se observaron reducciones en la actividad bioactiva de las bebidas durante el tiempo de almacenamiento. Ambas formulaciones presentaron puntajes satisfactorios en relación a todos los atributos sensoriales evaluados. Por lo tanto, la pitahaya roja y la manzana se pueden utilizar para producir una nueva bebida funcional.

El trabajo investigado por Ozcelik, Akan y Kinik, (2021, p.67) “Uso de jugos de cornalina, espino, ciruela roja, rosa mosqueta y granada en la producción de bebidas de kéfir de agua”, sostienen que los jugos de frutas de cornalina, espino, ciruela roja, rosa mosqueta y granada se fermentaron con granos de kéfir de agua durante 48 h a 25 °C. Se determinaron las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y el contenido de compuestos fenólicos totales y las actividades antioxidantes (método 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH)) de las bebidas de kéfir de agua durante 28 días de almacenamiento. Se determinó que el valor de pH de todas las bebidas osciló entre 3,45 y 3,97 al final de la fermentación. Las bebidas de rosa mosqueta y granada tuvieron la mayor actividad de captación de radicales DPPH y compuestos fenólicos totales durante el

período de almacenamiento ($p < 0,05$). Durante el período de almacenamiento, la mayor parte de *Lactobacillus* spp., y *Lactococcus* spp., los conteos se determinaron en bebida de rosa mosqueta. Bebidas de kéfir de agua de granada y rosal fueron las más preferidas por los panelistas. En esta investigación se ha concluido que los jugos de frutas se pueden utilizar en la producción de kéfir de agua y se puede aumentar la funcionalidad de las bebidas producidas ().

De la misma manera, Alves et al., (2021, p.67) en su investigación “Desarrollo de bebida fermentada con kéfir de agua en extracto hidrosoluble de coco (*Cocos nucifera* L.) con adición de inulina” afirma que el uso de extractos de plantas solubles en agua es una opción viable de sustrato no lácteo en el desarrollo de nuevos productos alimenticios, como las bebidas fermentadas con kéfir. El objetivo de este estudio fue desarrollar una bebida vegana fermentada con kéfir de agua en el extracto de coco soluble en agua (WSCE), con inulina. Un diseño factorial 2^3 se aplicó, con variables independientes: azúcar de coco (2,0; 6,0 y 10,0% p/v); inulina (2,0, 2,5 y 3,0 % p/v) y goma xantana (0,0; 0,13 y 0,26 % p/v) y variables dependientes: crecimiento de granos de kéfir, rendimiento de bebida fermentada y ácido láctico. El crecimiento de los granos de kéfir fue mayor cuando las concentraciones de inulina fueron cercanas a 2,8 y 3,0% (p/v) y de goma xantana hasta 0,26% (p/v), influyendo en un 90% en la tasa de crecimiento. El rendimiento de la bebida fermentada y el ácido láctico estuvieron entre 80 y 82,5 % y entre 1,2 y 1,25 %, respectivamente, mientras que la goma xantana y el azúcar de coco estuvieron entre 0,26 y 10,0 % (p/v). Aun así, el proceso fermentativo fue significativo en términos de contenido nutricional y enzimático. El kéfir de agua mostró gran potencial de adaptación a WSCE en 24 h de fermentación.

Ghibaudo et al., (2021, p.56) en la investigación “Fortificación de kéfir de agua con nanopartículas de magnetita” plantea un nuevo reto para la elaboración de bebidas de mejor calidad ya que como parte de su trabajo detalla lo siguiente: evaluar la idoneidad de incorporar NPs de Fe_3O_4 (magnetita, M) en bebidas de kéfir de agua. Las NP de magnetita se sintetizaron y recubrieron con pectinas (cM) y se incorporaron a bebidas kéfir de agua obtenidas por fermentación de una solución de azúcar mascabado con granos de kéfir de agua $FeSO_4$, normalmente empleado como fortificante, se usó como control. Se analizaron cuatro bebidas diferentes: wKef, wKef-cM, wKef-M, wKef- $FeSO_4$, entendiéndose a wKef como kéfir de agua, indicando bebidas wKef fortificadas con cM, M o $FeSO_4$, respectivamente. Su estabilidad se evaluó determinando la viabilidad de las bacterias y levaduras de ácido láctico totales, y la composición de los sacáridos durante el almacenamiento a 4 °C hasta por 30 días. La toxicidad de M y cM se evaluó en un modelo *in vivo* de *Artemia salina*. La absorción de hierro se cuantificó mediante la determinación de los valores de ferritina en las células intestinales Caco-2/TC7 y sus mecanismos de internalización mediante el empleo de inhibidores de las vías endocíticas y la cuantificación de la ferritina.

M y cM no fueron tóxicos en *Artemia salina* hasta 500 µg/mL, una toxicidad incluso menor que la de FeSO₄, que mostró una DL50 de 304,08 µg/mL. Después de 30 días de almacenamiento, no se observó una disminución significativa en la viabilidad de las levaduras y la viabilidad de las bacterias estuvo por encima de 6 log CFU/mL para las cuatro bebidas. A su vez, la sacarosa disminuyó a valores indetectables, concomitantemente a un aumento en las concentraciones de glucosa y fructosa. Tanto wKef-M como wKef-cM condujeron a un aumento significativo en los valores de ferritina (hasta 2 veces) con respecto al estado basal. La internalización de M NP se produjo a través de las vías de las clatras y las caveolinas, mientras que la de cM, por macropinocitosis.

La incorporación segura de M y cM NP en las bebidas kéfir de agua aparece como una estrategia innovadora para proporcionar hierro biodisponible con el objetivo de mejorar el estado nutricional de las poblaciones en riesgo de deficiencia de hierro (p. *ej.*, veganos).

De acuerdo con Moretti et al., (2022, p.46) en su tema “Kéfir de agua, una bebida fermentada que contiene microorganismos probióticos: De la fabricación ancestral y artesanal a la comercialización industrializada y regulada”. Durante la pandemia de COVID-19, hubo una demanda de productos naturales capaces de mejorar la salud de los consumidores. Mucha gente descubrió los beneficios de los productos fermentados como el Kéfir de leche y agua y la Kombucha. En concreto, el Kéfir de agua ha despertado un gran interés por parte de personas interesadas en consumir alimentos que no proceden de animales (dietas veganas y de origen vegetal) o personas alérgicas a las proteínas de la leche o intolerantes a la lactosa, al tiempo que aumenta la evidencia científica de que el Kéfir de agua mejora la salud. Esta revisión trata sobre la necesidad del establecimiento de parámetros de calidad encontrados en la bebida de Kéfir de agua tradicional y saborizada, para su implementación en la bebida producida industrialmente. Dicha industrialización debe buscar el desarrollo sostenible de esta actividad económica para la implementación de lineamientos de economía circular. Los beneficios y la seguridad de esta bebida fermentada no láctea han sido demostrados desde su consumo ancestral y han sido documentados por numerosos trabajos científicos alrededor del mundo. La comunidad científica debe acompañar este rápido avance de los alimentos fermentados que contienen microorganismos probióticos, dadas las prioridades cambiantes dentro de la industria alimentaria. Además, se deben establecer los parámetros de calidad para la inclusión de este producto en el Codex Alimentarius de muchos países, a fin de regular su producción a escala industrial y su comercialización.

Los autores Açik et al., (2020, p.64) en su trabajo “Fuente alternativa de probióticos para personas con intolerancia a la lactosa y veganos: kéfir azucarado” el objetivo fue explicar la información

general sobre el kéfir azucarado, la diversidad microbiana, el proceso de producción y los posibles efectos en la salud. Aunque el kéfir azucarado se conoce desde hace muchos años, no se ha estudiado mucho. Los estudios han demostrado que el kéfir azucarado tiene una diversidad microbiana similar en comparación con el kéfir de leche tradicional y, por lo tanto, puede ser una fuente alternativa de probióticos. Sin embargo, se ha demostrado que el kéfir azucarado contiene propiedades probióticas, como la adhesión a la mucosa al alcanzar el lumen de la mucosa, la colonización de patógenos en la mucosa. De esta manera, los efectos potenciales para la salud como la actividad antimicrobiana, la supresión de los agentes inflamatorios, la reducción del estrés oxidativo, la inmunomodulación, la lucha contra el cáncer y la obesidad han sido demostrados por estudios clínicos. Sin embargo, los estudios sobre si estos efectos están presentes o no en humanos son muy limitados. Por lo tanto, se necesitan estudios aleatorizados, doble ciego y controlados con placebo para investigar los efectos potenciales sobre la salud en humanos.

2.2.1. Kéfir

El Kéfir en sí mismo es un producto biotecnológico que actúa como matriz para liberar de manera efectiva, porque se cultivan probióticos en diferentes tipos de productos. Además de los microorganismos vivos contenidos en las bebidas de kéfir, los exopolisacáridos presentes en ellas (llamados "kéfir") son biológicamente activos y definitivamente agregarán valor al producto. En los últimos años, los alimentos mejorados como los microorganismos probióticos y las sustancias orgánicas funcionaron por lo que han llamado mucho la atención. Por ello, existe un creciente interés en el uso comercial del kéfir, ya que puede comercializarse como una bebida natural que contiene bacterias saludables (Montero, 2021, pp.69-70).

2.2.2. Kéfir de azúcar

El Kéfir azucarado, también conocido como Kéfir de agua en la literatura, es un kéfir sin leche preparado con extractos de frutas fermentados por granos de kéfir compuestos por *Xeromyces*, *Cándida*, *Saccharomyces*, y LAB, o con una solución de sacarosa no afrutada.

La fermentación del kéfir azucarado se lleva a cabo con un consorcio de levaduras, LAB y bacterias del ácido acético (AAB) (Fiorda et al., 2017). Los granos de kéfir que fermentan el azúcar moreno son amarillentos, claros y cristalizados de forma diferente a la apariencia de los granos de kéfir de leche (Chen et al., 2018). Los granos de kéfir azucarados son pequeñas masas mucinosas translúcidas que consisten en un gel de polisacárido que contiene LAB y levaduras. Es un complejo heteropolisacárido y consiste en dextrano. La primera explicación científica del kéfir

azucarado se publicó en el siglo XIX como el “Tibi” de origen mexicano, que se asocia con la *Opuntia* y cuyos gránulos se denominan como “cerveza de jengibre” (Hsieh et al., 2012). Los granos de kéfir procesados en una solución de azúcar se conocen como “tibico” o “tibi”. Estos granos de tibicos son muy similares a los granos de kéfir de leche en cuanto a su estructura microbiológica (Miguel et al., 2011). Sin embargo, la composición, frecuencia y concentración de especies microbianas varían según las fuentes de carbono y energía en el ambiente para la fermentación del grano (Fiorda et al., 2017).

El tibico se consume principalmente en México y Brasil. Las poblaciones microbianas de los granos de Tibicos incluyen AAB como *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Acetobacter* levaduras como *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Candida*, y *Kloeckera* (Miguel et al., 2011). Estos microorganismos están incrustados en una matriz de glicogalactantes ramificados solubles en agua flexible llamada kefiran (Randazzo et al., 2016). Los granos de Kéfir generalmente están presentes en una solución de azúcar de 3-10% (Miguel et al., 2011). Esta bebida, de intenso consumo en Estados Unidos, Japón, Francia y Brasil, está considerada entre los alimentos funcionales. En la literatura, se muestra que el kéfir azucarado tiene una relación microbiana con BAL y especies de levadura similar a la fermentación tradicional de kéfir de leche. En los estudios, se probó el estado de adaptación de los granos de kéfir en sustratos no lácteos como frutas, verduras y melaza para la producción de bebidas funcionales con diferentes características sensoriales. El resultado es una bebida cremosa con carbonato natural (Açik et al., 2020,p.54).



Ilustración 1-2: Kéfir de agua

Fuente: (Pendón et al., 2021,p.49).

El Kéfir de agua se prepara tradicionalmente agregando granos de kéfir de agua a una solución de sacarosa con diferentes frutas frescas o secas. Por lo general, esta preparación se fermenta

durante 2 a 4 días a temperatura ambiente (21 a 25 °C) utilizando un 6 % a un 30 % (p/v) de azúcar y un 6 % a 20 % (p/v) de granos de kéfir. A veces, se puede realizar un segundo paso de fermentación agregando frutas y jugos de frutas (generalmente jugos de manzana, piña, lima, limón, naranja, mango, cerezas, fresas) después de quitar los granos y dejar esta mezcla en el refrigerador durante 24 h para obtener más sabor (Pendón et al., 2021,p.49).

2.2.3. Producción de kéfir azucarado

Kéfir azucarado es una bebida casera tradicional y se consume en muchos países del mundo. En la producción de kéfir azucarado, el producto (azúcar moreno) se pasteuriza después de ser homogeneizado con agua. El producto pasteurizado se enfría y se mezcla con granos de kéfir y se deja fermentar a 25-30 °C durante aproximadamente 24 horas. Luego, el kéfir obtenido se separa de sus granos por filtración y se envasa. Se entrega al consumidor final sin romper la cadena de frío en los procesos de almacenamiento y transporte (Guzel et al., 2011,p.39).

Debido a los efectos positivos del Kéfir en la salud humana, se están realizando estudios para utilizar muchos alimentos distintos de los productos lácteos como sustratos durante la fermentación. La mayoría de estos son frutas, azúcares simples y vegetales. Tradicionalmente, en el proceso de preparación de kéfir azucarado a partir de diferentes frutas, se añaden granos de kéfir en una solución que contiene un 8% de sacarosa, frutas frescas o secas (típicamente higos) y rodajas de limón. Como resultado de la fermentación en uno o dos días a temperatura ambiente se obtiene kéfir azucarado ácido, carbonatado y de color pajizo con bajo contenido de azúcar y alcohol (Gulitz et al., 2011, p.98).

Algunos alimentos como la zanahoria, el tomate, el jengibre o el hinojo también se utilizan para hacer kéfir. El Kéfir a base de jengibre, llamado cerveza de jengibre, ahora lo consumen principalmente las personas que viven en las zonas rurales de Grecia. Además, los granos de kéfir se fermentan mucho más lentamente en el jengibre que en el azúcar moreno y, en consecuencia, ofrecen un mayor contenido de alcohol etílico.

2.2.4. Diferencia del Kéfir de agua con el de leche

El Kéfir azucarado es una bebida fermentada obtenida por la adición de granos de kéfir azucarados que actúan como inóculo a una mezcla de diferentes sustratos en lugar de agua, sacarosa o azúcar (Laureys et al., 2016,p.65). El Kéfir de leche tradicional se obtiene con la fermentación de la leche utilizando granos de kéfir; en la producción industrial de kéfir, con cultivo de microorganismos

obtenidos a partir de granos. Los granos de kéfir azucarados y los granos de kéfir de leche son similares en términos de contenido estructural y de microorganismos. Sin embargo, diferentes tipos de estructuras o componentes de carbono, que son la fuente de energía de los sustratos, pueden ser efectivos en el crecimiento microbiano.

Tabla 1-2: Microorganismos obtenidos en granos de kéfir azucarado

Grupo microbiano	Especies	Kéfir azucarado
Bacterias	<i>Acetobacter</i>	<i>A. fabarium</i> , <i>A. orientalis</i> , <i>A. lovaniensis</i> .
	<i>Lactobacillus</i>	<i>L. brevis</i> , <i>L. buchneri</i> , <i>L. casei</i> subsp. <i>casei</i> , <i>L. casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i> , <i>L. diolivorans</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. harbinensis</i> , <i>L. hilgardii</i> , <i>L. hordeii</i> , <i>L. kefiranofaciens</i> , <i>L. kefir</i> , <i>L. lactis</i> , <i>L. mali</i> , <i>L. nagelli</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. parafarraginis</i> , <i>L. perolens</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. satsumensis</i> .
	<i>Leuconostoc</i>	<i>L. citreum</i> , <i>L. mesenteroides</i>
Levadura	<i>Saccharomyces</i>	<i>S. cerevisiae</i>
	<i>Pichiá</i>	<i>P. membranifaciens</i> , <i>P. kudriavzevii</i>
	<i>Lanchancea</i>	<i>L. fermentati</i> , <i>L. meyericii</i>
	<i>Kazajstán</i>	<i>K. aerobia</i> , <i>K. unispora</i>

Fuente: Laureys et al., 2016, pp 43-45.

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

2.2.5. Pitahaya

Dentro de la familia de la pitahaya se encuentran alrededor de 2000 variedades, mismas que se concentran en su mayoría en el continente americano y asiático. Según fuentes revisadas data que la pitahaya tiene origen en Latinoamérica principalmente en países como Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras y México. Mientras que en Asia podemos encontrar esta fruta en Malaysia, Tailandia, Taiwán y Vietnam. Su clasificación botánica resulta ser complicada debido a que especies mantienen características morfológicas semejantes cuya denominación corresponde genéricamente “Pitahaya”, los géneros correspondientes son cuatro: *Cereus sp*, *Hylocereus sp*, *Selenicereus sp*, *Stenocereus sp*.

En Ecuador la pitahaya presenta características como color amarillo siendo este el origen de esta fruta en nuestro país cuyo nombre científico corresponde a (*Cereus sp*), las provincias donde este producto se puede encontrar es en Loja, Morona Santiago y Pichincha (Montero, 2021, p.76).

2.2.5.1. Características botánicas

Dentro de ellas tenemos las siguientes:

Tabla 2-2: Taxonomía de la pitahaya

Reino	Plantae
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Opuntiales
Familia	Cactaceae
Nombre científico	<i>Cereus sp</i>
Variante	<i>Hylocereus sp</i>

Fuente: (Montero, 2021,p.123)

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

2.2.5.2. Composición química

Cada 100 g de pitahaya en relación a la parte comestible de esta fruta se tiene la siguiente composición nutricional:

Tabla 3-2: Composición química de la pitahaya

Nutriente	Cantidad
Agua	89,4 g
Proteínas	1,2 g
Grasa	0,4 g
Carbohidratos	15 g
Fibra	0,8 g
Cenizas	0,6 g
Tiamina	0,36 mg
Riboflavina	0,04 mg
Niacina	0,2 mg
Ácido ascórbico	25 mg
Sodio	50 mg
Calcio	8 mg
Fosforo	30 mg
Hierro	0,6 mg
Potasio	339 mg
Magnesio	200 mg

Fuente: Montero, 2021,p.63.

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Proceso metodológico

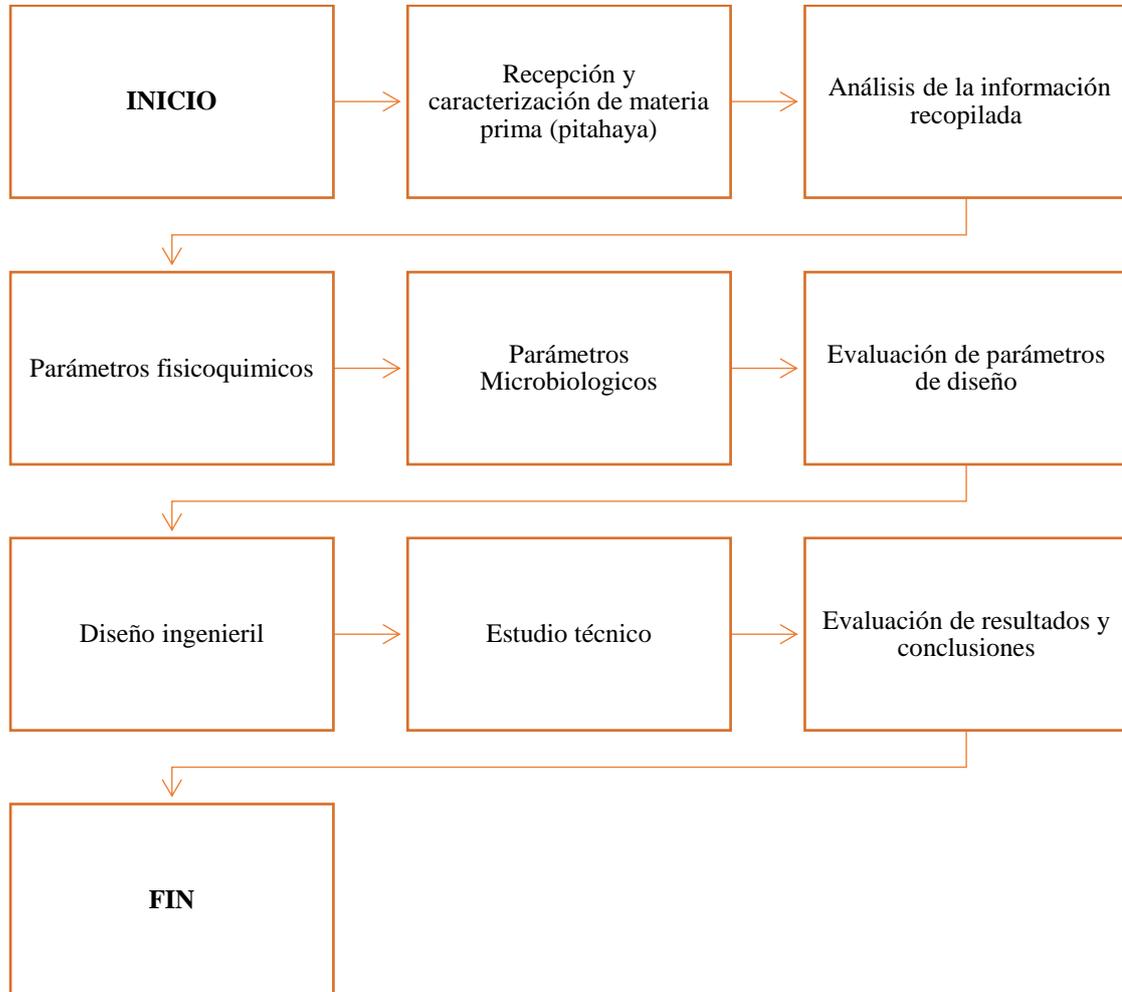


Ilustración 1-3: Etapas del proceso metodológico

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

3.2. Tipo de estudio

El proyecto “Diseño de un proceso industrial para la obtención de bebida fermentada Kéfir de agua enriquecida con pitahaya” es de tipo técnico-sistemático ya que partimos desde la materia prima, razón por la cual se utilizaron distintos métodos como el inductivo, deductivo y experimental, permitiéndonos con estas estrategias investigativas el desarrollo del trabajo de integración curricular.

3.3. Métodos y técnicas

3.3.1. Métodos

Inductivo: Este método permitió recopilar información sobre las principales materias primas utilizadas en el desarrollo experimental de la bebida desarrollado este proceso se continua con el planteamiento de la encuesta como mecanismo de recolección de la información, este método también permite recopilar información relacionada a las variables y normativas a llevarse a cabo.

Deductivo: Permite el análisis de la materia prima como del producto final verificando que se dé cumplimiento a las normativas de calidad, también permite determinar las variables de operación a nivel laboratorio e implementar en un proceso industrial de gran capacidad.

Experimental: Este método permite identificar las variables que tienen mayor influencia en el proceso para llevar a cabo pruebas piloto a nivel laboratorio con el propósito de encontrar la formulación correcta de a bebida.

3.3.2. Técnicas

En este trabajo de integración curricular se plantea normativas que permitan llevar a cabo un proceso de calidad.

3.3.2.1. Caracterización de la materia prima (Pitahaya con la norma NTE INEN 2003)

En todas las categorías, de conformidad con los requisitos especiales y las tolerancias permitidas, las pitahayas deben:

Tabla 1-3: Requisitos generales y de madurez

Requisitos generales	Requisitos de madurez
a) Estar enteras y exentas de daños mecánicos; b) Deben excluirse los frutos afectados por podredumbre o deterioro causados por altas y bajas temperaturas que haga que no sean aptos para el consumo; c) Estar limpias (sin espinas) y exentas de cualquier materia extraña visible principalmente en el orificio apical; d) Estar exentas de plagas y daños que afecten al aspecto general del producto;	La madurez del fruto se aprecia visualmente por su color externo y puede confirmarse su estado por medio de la determinación del contenido de sólidos solubles y acidez titulable.

e) Estar exentas de humedad externa anormal; f) Estar exentas de cualquier olor y/o sabores extraños; g) El pedúnculo o tallo debe medir de 15 mm a 25 mm de longitud; h) La comercialización de este producto debe realizarse cuando el fruto tenga madurez fisiológica.	
--	--

Fuente: INEN, 2003,p.4.

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Tabla 2-3: Tabla de color

La siguiente descripción relaciona los cambios de color con los diferentes estados de madurez del fruto:		
COLOR 0 (verde):	COLOR 1 (pintón):	COLOR 2 (maduro):
Fruto de color verde con visos amarillos que van del 5% al 20% en toda la superficie.	Fruto de color verde-amarillo, que van del 21% al 40%. Inicia el llenado de las mamilas y la separación entre ellas.	Fruto de color amarillo, que van del 41% al 80%, con la punta de las mamilas de color verde y aumenta la separación entre las mismas.

Fuente: (INEN, 2003,p.5).

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

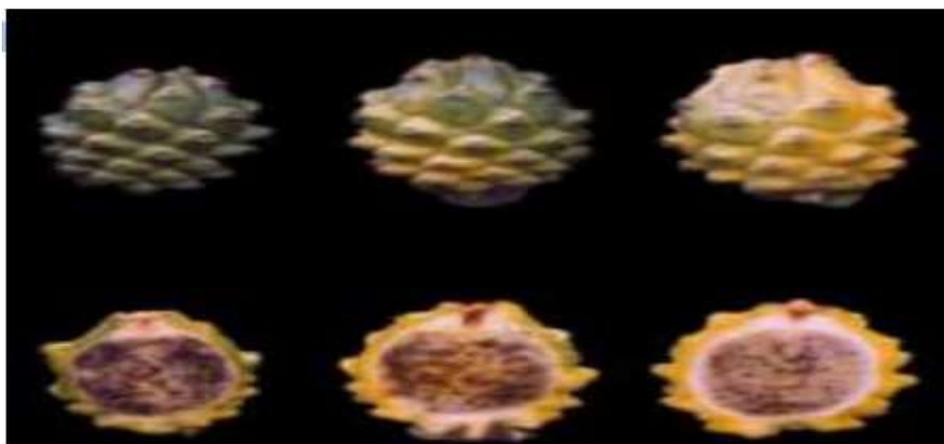


Ilustración 2-3: De izq a der. Color 0, color 1 y color 2

Fuente: INEN, 2003, p.5.

Requisitos específicos

Tabla 3-3: Requisitos físicos y químicos de la pitahaya

	Unidad	0 (verde)	1 (pintón)	2 (maduro)	Método de ensayo
Sólidos Solubles (S)					
Jugo y pulpa	% (fracción másica)	$16 < S < 18$	$18 \leq S \leq 21$	$S > 21$	NTE INEN-ISO 2173

Acidez titulable expresada como ácido cítrico (A)					
Jugo y pulpa	% (fracción másica)	A>6	$6 \leq A \leq 5$	A<5	NTE INEN ISO 750
Porcentaje del contenido de pulpa (CP)	% (fracción másica)	CP<30	$30 \leq CP \leq 50$	CP>50	Ver.7.2
Relación masa (m) pulpa (P)	Masa en Kg y pulpa en % (fracción másica)	m<0.15 P<30	$0.15 \leq m \leq 0.20$ $30 \leq P \leq 50$	m>0.20 P>50	Ver.7.1 Ver.7.2
Materia seca	% (fracción másica)	MS>20	$20 \leq MS \leq 18$	MS<18	Ver.7.3

Fuente: INEN, 2003, p.6.

3.3.2.2. Caracterización del Kéfir

El cuidado del Kéfir es una de los procesos que requiere mayor atención con el fin de conservar sus propiedades.

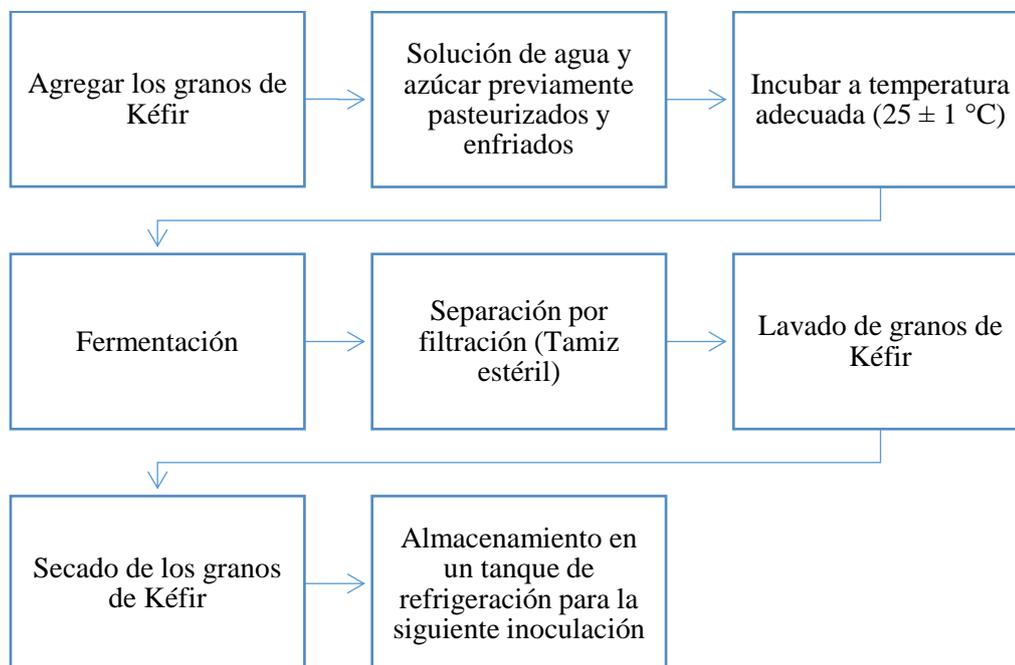


Ilustración 3-3: Manejo de granos de Kéfir

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Tabla 4-3: Requisitos microbiológicos del Kéfir

Ácido láctico	10 ⁷ -10 ⁸ UFC/g
Bacterias del ácido acético	10 ⁶ -10 ⁷ UFC/g
Levaduras	10 ⁶ -10 ⁷ UFC/g
<i>Lb. casei/paracasei</i>	31-63 %
<i>Lb. hilgardi/diolivorans</i>	14-46 %
<i>Lb. Nagelii</i>	2-19 %
Turbidez	Media

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Tabla 5-3: Valores máximos y mínimos del producto fermentado

Grupo microbiano	Máximo (UFC/ml)	Mínimo (UFC/ml)
Bacterias de ácido láctico	9,0*10 ⁷	2,8*10 ⁴
Bacterias del ácido acético	3,22*10 ⁶	7,0*10 ²
Levaduras	4,8*10 ⁷	4,77*10 ⁵

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Las variaciones de estos parámetros variaran en relación directa con el sustrato utilizado.

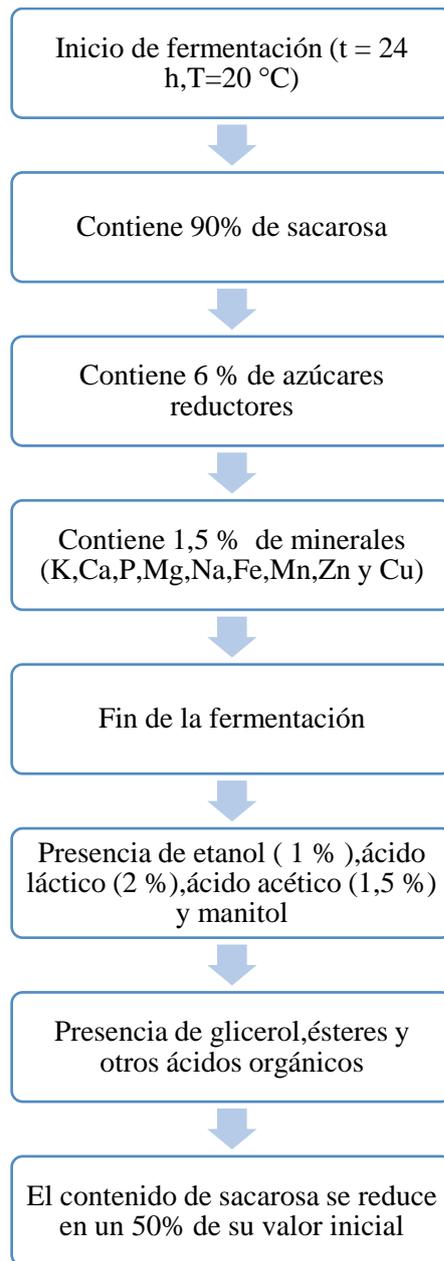


Ilustración 4-3: Comportamiento del Kéfir en condiciones de fermentación

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Tabla 6-3: Requerimientos fisicoquímicos

FERMENTACIÓN A 24 h y 20 °C (Sustrato de azúcar)	
pH	4
Ácidos titulables totales	0,07 g/ml
°Brix	4,1
FERMENTACIÓN A 24 h y 20 °C (Sustrato de panela)	
pH	4-6
Ácidos titulables totales	0,07 g/ml
°Brix	4,1

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Cuantificación de la actividad enzimática

Para este procedimiento se cuantifica a partir del extracto fermentado de kéfir

Para la amilasa, el extracto reaccionó diluyendo el almidón (1% p/p) en una solución de acetato de sodio (0,1 mol/L, pH 5,0), en la proporción de 1:25 (p/v), a 38 ± 1 ° C durante 10 min. La cuantificación resultante se determina a partir de azúcares reductores totales (TRS) por espectrofotometría a 540 nm.

$$\text{Absorbancia} = 0.2922 \times \text{concentración de azúcar} \left(\frac{\text{g}}{\text{L}} \right) - 0.0304$$

Determinación del crecimiento de los granos de Kéfir

El crecimiento de los granos de Kéfir (Δx), el rendimiento de la bebida fermentada (R) y la producción de CO₂ se determinó mediante el balance de masa (g), calculado mediante las ecuaciones planteadas, respectivamente, según la metodología de (Maldonado et al., 2020).

Crecimiento de granos de Kéfir (Δx)

$$\Delta x \left(\frac{\text{g}}{100 \text{ g}} \right) = \frac{(m_{kf} - m_{k0})}{m_0} \times 100$$

Rendimiento de la bebida fermentada (R)

$$R \left(\frac{\text{g}}{100 \text{ g}} \right) = \frac{m_{Bf}}{m_{B0}} \times 100$$

Producción CO₂

$$\text{CO}_2(\%) = \frac{1 - m_{Bf} + m_{kf}}{m_{k0} + m_{B0}} \times 100$$

Donde:

m_{kf} = masa final de kéfir

m_{k0} = masa inicial de kéfir

m_{B0} =masa inicial de la bebida sin fermentar

m_{Bf} = masa final de la bebida fermentada

3.3.2.3. Bebida fermentada

Debido a que no se encuentra una norma directa para analizar la bebida fermentada con Kéfir de agua se toma como base de análisis NTE INEN 2395:2011.

Tabla 7-3: Requisitos de la bebida

Producto	Yogur, Kumis, kéfir, leche cultivada, leches fermentadas con ingredientes y leche fermentada concentrada. Mínimo	Kéfir y kumis Mínimo
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido para cada producto	10 ⁷ UFC/g	
Bacterias probióticas	10 ⁶ UFC/g	
Levaduras		10 ⁴ UFC/g

Fuente: INEN, 2011, p.5.

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Tabla 8-3: Requisitos microbiológicos

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales,UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de <i>E.coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras,UFC/g	5	200	2	2	NTE INEN 1529-10

Fuente: INEN, 2011, p.6.

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Tabla 9-3: Requerimientos y características

Requerimientos fisicoquímicos	Características Organolépticas
pH	Olor
Temperatura	Sabor
Humedad relativa	Color

Fuente: INEN, 2011, p.7.

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

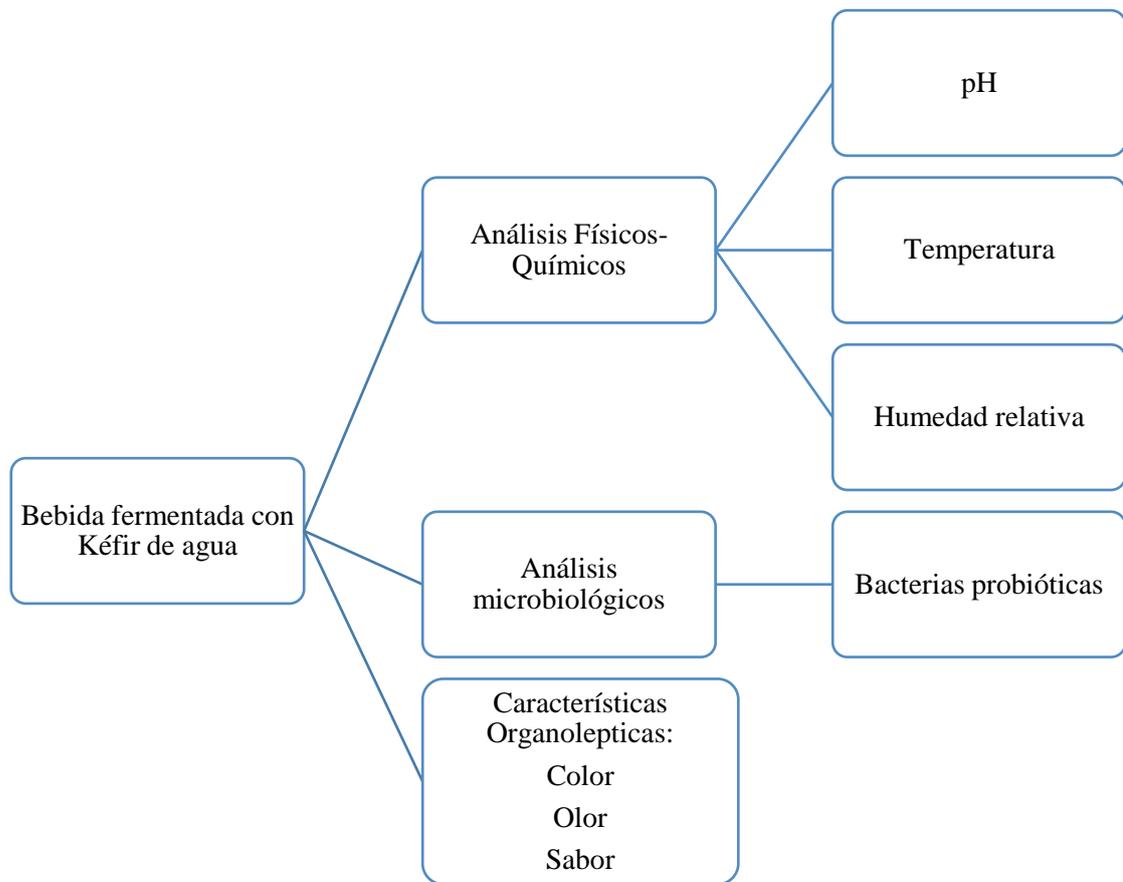


Ilustración 5-3: Requerimientos de calidad de la bebida

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

3.3.3. Procedimiento a nivel de laboratorio

3.3.3.1. Materiales, equipos e insumos

Tabla 10-3: Materiales, equipos e insumos

Materiales	Equipos	Insumos
<ul style="list-style-type: none">➤ Vaso de precipitación de 500ml➤ Espátula➤ Varilla de agitación➤ Recipientes➤ Equipos de protección personal (mandil, cofia, guantes, mascarilla)➤ Cuchillo➤ Embudo➤ Cinta➤ Manguera de silicona➤ Filtro➤ Termómetro➤ Cronómetro	<ul style="list-style-type: none">➤ Balanza➤ Licuadora➤ pH-metro➤ Refractómetro	<ul style="list-style-type: none">➤ Agua purificada➤ Granos de Kéfir➤ Azúcar➤ Pitahaya

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

3.3.3.2. Descripción del proceso a nivel de laboratorio

Recepción de la materia prima

Para llevar a cabo con la prueba piloto se toma 1 Kg de pitahaya para la obtención de la pulpa, de la misma manera se toma una cantidad de 130 g de granos de Kéfir para llevar a cabo las distintas pruebas planteadas.

Selección de la materia prima

En este caso se toma en consideración parámetros físicos y grado de madurez de la pitahaya para llevar a cabo la prueba piloto, es decir se verifica que no contengan ningún elemento interferente ni que presente grado de putrefacción, en el caso de los granos de Kéfir verificar que el medio en el que se mantienen cumpla con las condiciones adecuadas como solución azucarada.

Lavado

Llevar a cabo el proceso de lavado con la finalidad de eliminar residuos de la pitahaya, esto se llevará a cabo con una solución al 10 % de hipoclorito de sodio, este proceso no aplica para el

Kéfir debido a que puede causar muerte de los microorganismos y esto puede llevar a que el proceso no se pueda llevar a cabo.

Obtención del concentrado de pitahaya

Para este procedimiento consideramos una relación de 1:3 v/v de pitahaya y agua, para este procedimiento utilizaremos una licuadora con el propósito de tener una solución homogénea y poder aprovechar los azúcares presentes en la fruta.

Filtrado del concentrado de pitahaya

Este procedimiento se lleva a cabo para eliminar las semillas de la pitahaya que pueden estar suspendidas, para ello se utilizara un medio filtrante como tela lienzo y papel filtro.

Pasteurizado

El concentrado de pitahaya pasa a un proceso de pasteurizado con la finalidad de eliminar agentes contaminantes, esta etapa se lleva a cabo a un rango de temperaturas de 65 °C-68 °C por un tiempo de 5 minutos para tal efecto es importante llevar un control adecuado del proceso.

Enfriamiento del concentrado de pitahaya

Este proceso se lleva a cabo a temperatura ambiente ya que no requiere de un sistema de enfriamiento específico.

Activación de los granos de Kéfir

Para esta etapa es importante tener un medio azucarado y agregar los granos de Kéfir por un tiempo de 72 h y temperatura de 25 °C, para esta etapa es importante llevar a cabo un control diario.

Elaboración de la bebida

Agregar los granos de Kéfir al concentrado pasteurizado de pitahaya a razón de 5 % p/p y llevar a fermentación por dos intervalos de tiempo de 24 h y 48 para dicho efecto planteamos la siguiente tabla de experimentos.

Tabla 11-3: Solución de pitahaya

Pulpa de Pitahaya (mL)	Agua (mL)
100	300
116	350

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Tabla 12-3: Elaboración de la bebida

TIEMPO DE FERMENTACIÓN (h)	VOLUMEN DILUIDO DE PULPA (mL)	CANTIDAD DE KÉFIR (g)
24	400	15
48	400	15
24	460	15
48	460	15
24	400	17.5
48	400	17.5
24	460	17.5
48	460	17.5

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

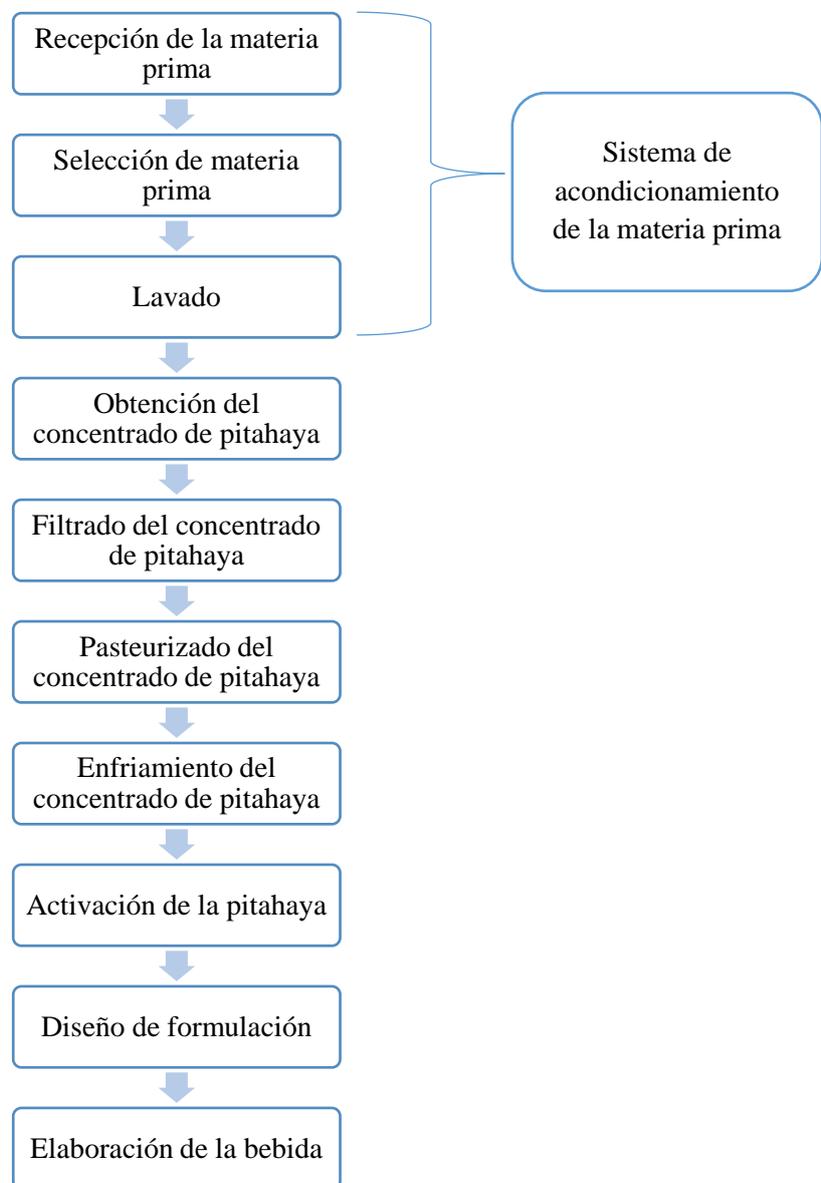


Ilustración 6-3: Proceso para la elaboración de la bebida

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

3.2. Cálculos de ingeniería

3.2.1. Balance de masa

Para llevar a cabo el balance en cada una de las operaciones unitarias del proceso de la elaboración de la bebida se toma en consideración una producción por lote de 250 L, por tal motivo es importante escalar con el experimento seleccionado como el mejor.

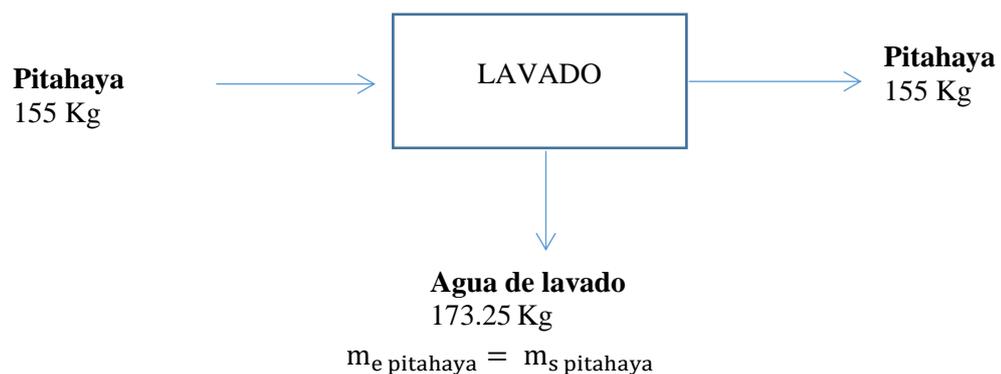
Para determinar la cantidad de pitahaya necesaria calculamos en función del requerimiento de pulpa para obtener el volumen indicado anteriormente, expresando así:

Tabla 13-3: Cantidad de materia prima

Materia prima / insumos	Cantidad de producción a escala de laboratorio	Cantidad de producción industrial
Pitahaya (g)	248	155000
Desperdicio (g)	137	85625
Pulpa (g)	111	69375
Azúcar (g)	3	1875
Agua (Ml)	289	180625
Kéfir (g)	15	9375

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

3.2.1.1. Lavado



Donde:

$m_e \text{ pitahaya}$ = masa de entrada de pitahaya (Kg)

$m_s \text{ pitahaya}$ = masa de salida de pitahaya (Kg)

$$155 \text{ Kg} = 155 \text{ Kg}$$

3.2.1.2. Despulpado y filtrado



$$m_{\text{pulpa de pitahaya}} = m_{\text{pitahaya}} - m_{\text{residuos}}$$

$$m_{\text{pulpa de pitahaya}} = 155 \text{ Kg} - 85.625 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{pulpa de pitahaya}} = 69.375 \text{ Kg}$$

Donde:

$m_{\text{pulpa de pitahaya}}$ = masa de pulpa de pitahaya (Kg)

m_{pitahaya} = masa de pitahaya (Kg)

m_{residuos} = masa de residuos (Kg)

Para evaluar el rendimiento de esta etapa planteamos la relación matemática como se muestra a continuación.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Pulpa de pitahaya (Kg)}}{\text{Pitahaya (Kg)}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{69.375 \text{ (Kg)}}{155 \text{ (Kg)}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 44.75 \%$$

3.2.1.3. Pasteurizado



En este caso no existe pérdidas de materia prima por tratarse de un proceso continuo donde la entrada es igual a la salida como se muestra a continuación

$$m_{\text{pulpa de pitahaya}} = m_{\text{pulpa de pitahaya pasteurizada}}$$

$$69.375 \text{ Kg} = 69.375 \text{ Kg}$$

Donde:

$m_{\text{pulpa de pitahaya}}$ = masa de pulpa de pitahaya (Kg)

$m_{\text{pulpa de pitahaya pasteurizada}}$ = masa de pulpa de pitahaya pasteurizada (Kg)

3.2.1.4. Homogenización



$$\text{Homogenizado(Kg)} = \text{Pulpa (Kg)} + \text{Agua (Kg)} + \text{Azúcar (Kg)}$$

$$\text{Homogenizado(Kg)} = 69.375 \text{ Kg} + 180.083 \text{ Kg} + 1.875 \text{ Kg}$$

$$\text{Homogenizado(Kg)} = 251.33 \text{ Kg}$$

3.2.1.5. Fermentación

Para el balance de masa en este proceso se toma en consideración como un reactor tipo batch, donde se especifica la concentración de la solución como C_s , factor exponencial como k_0 y la coacción entre moléculas $e^{(E_a/RT)}$ describiéndose matemáticamente como:

$$\frac{dC_s}{dt} = -k_0 e^{E_a/RT} C_s$$

La ecuación corresponde al balance del sustrato.

Para el cálculo de la concentración del sustrato desarrollamos de la siguiente manera:

$$C_s = \frac{\text{Cantidad de kéfir (Kg)}}{\text{Volumen de solución homogenizada (L)}}$$

$$C_s = \frac{9.375 \text{ Kg}}{250 \text{ L}}$$

$$C_s = 0.0375 \text{ Kg/L}$$

Como factor de Arrhenius consideramos el de formación de fermentos correspondiente a $9.5 \cdot 10^8$

$$k_0 = 9.5 \cdot 10^8$$

$$T = 298 \text{ K}$$

$$E_a = 220 \text{ J/mol}$$

$$R = 8.314 \text{ J/mol K}$$

Para determinar el tiempo de fermentación consideramos los resultados obtenidos en el diseño experimental del proceso.

Tabla 14-3: Diseño experimental

TIEMPO DE FERMENTACIÓN (h)	VOLUMEN DILUIDO DE PULPA (mL)	CANTIDAD DE KÉFIR (g)	pH	°Brix	Grado alcohólico
24	400	15	4.5	6.23	2.12
48	400	15	3.9	5.88	1.88
24	460	15	4.42	6.25	2.13
48	460	15	4.35	5.67	1.74
24	400	17.5	4.24	6.42	2.25
48	400	17.5	3.79	4.74	1.11
24	460	17.5	4.5	6.31	2.17
48	460	17.5	4.35	6.25	2.13

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Tabla 15-3: Análisis de varianza para grado alcohólico - Suma de cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tiempo de fermentación (h)	0.409513	1	0.409513	3.35	0.1412
B:Volumen diluido de pulpa (mL)	0.0820125	1	0.0820125	0.67	0.4588
C:Cantidad de kéfir (g)	0.0055125	1	0.0055125	0.05	0.8422
RESIDUOS	0.48905	4	0.122262		
TOTAL (CORREGIDO)	0.986087	7			

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de Grado Alcohólico en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ningún valor-P es menor que 0.05, ninguno de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Grado alcohólico con un 95.0% de nivel de confianza.

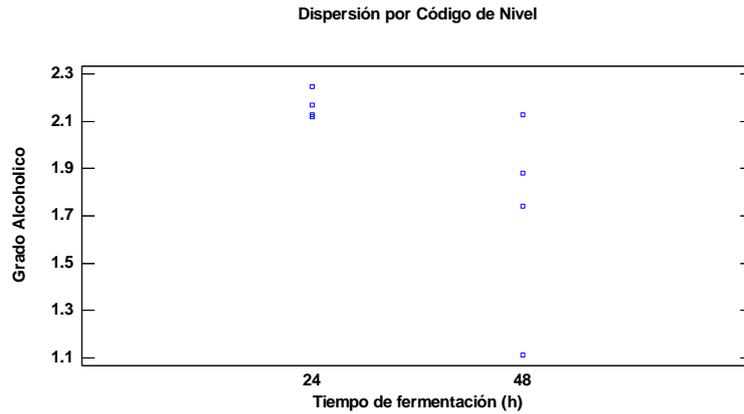


Ilustración 7-3: Dispersión por código de nivel

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Vemos que en el tiempo de 48 h el grado alcohólico disminuye esto se debe a que los microorganismos pierden actividad, por este motivo no es conveniente dejar en este tiempo por la inactividad de los microorganismos.

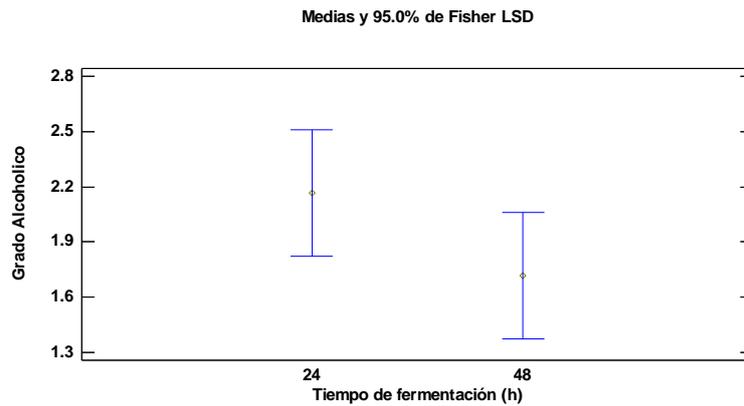


Ilustración 8-3: Dispersión por código de nivel

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Tabla 16-3: Encuesta de aceptación

Muestra 1	21 personas		
	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta
Sabor	16	5	0
Consistencia	15	6	0
Color	14	7	0
Olor	12	7	2

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022

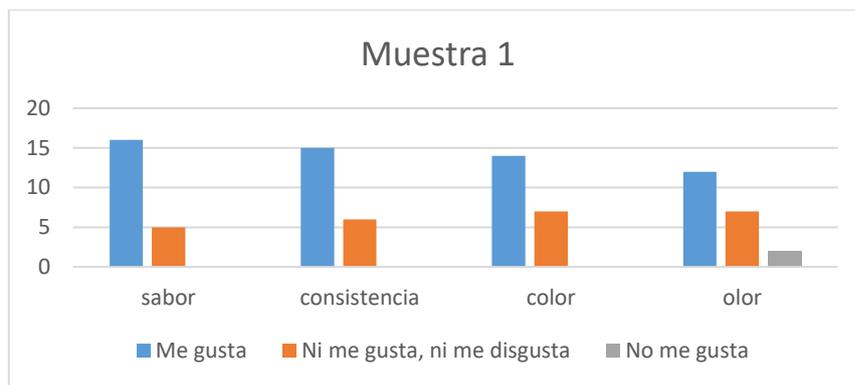


Ilustración 9-3: Diagrama de barras muestra 1

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022

Como podemos evidenciar la muestra 1 tiene mayor aceptabilidad de acuerdo a la información recolectada, mientras que la muestra 2 obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 17-3: Encuesta de aceptación muestra 2

Muestra 2	9 personas		
	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	No me gusta
Sabor	4	5	0
Consistencia	6	3	0
Color	4	5	0
Olor	5	3	1

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022

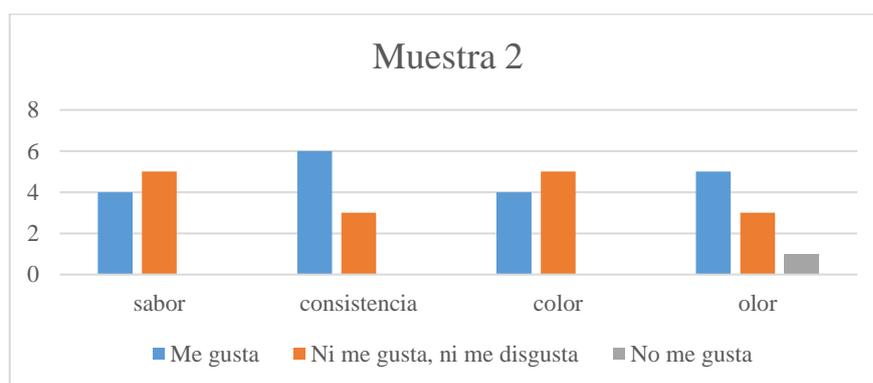


Ilustración 10-3: Diagrama de barras muestra 2

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022

En esta muestra evidenciamos poca aceptabilidad por lo que como conclusión del análisis seleccionamos la muestra 1 con las siguientes composiciones.

Tiempo de fermentación = 24 h

Cantidad de Kéfir = 15 g

Volumen diluido de pulpa = 400 mL

3.2.1.6. Balance de masa para el proceso de fermentación

Resolviendo la ecuación diferencial queda de la siguiente manera:

$$\int_{0.0375}^{C_{sf}} \frac{dC_s}{C_s} = -k_0 e^{E_a/RT} \int_0^{24 \text{ h}} dt$$

$$\ln(C_{sf}) - \ln(C_s) = -k_0 e^{-\frac{E_a}{RT}} * (24)$$

$$\ln(C_{sf}) = -k_0 e^{\frac{E_a}{RT}} * (24) + \ln(C_s)$$

$$\ln(C_{sf}) = -9.5 \times 10^8 e^{\frac{220 \text{ J/mol}}{(8.314 \frac{\text{J}}{\text{molK}} * 298 \text{ K})}} * (24) + \ln(0.0375 \text{ Kg/L})$$

$$\ln(C_{sf}) = 8.18 \times 10^{10}$$

$$C_{sf} = e^{-8.18 \times 10^{10}}$$

$$C_{sf} = 0$$

El componente viene denotado de la siguiente manera:

$$\frac{dCP}{dt} = k_0 e^{-E_a/RT} C_s$$

$$\int dCP = k_0 e^{-E_a/RT} C_s \int dt$$

$$CP = k_0 e^{-E_a/RT} C_s * (t)$$

$$CP = 1 * e^{-\frac{220 \text{ J/mol}}{(8.314 \frac{\text{J}}{\text{molK}} * 298 \text{ K})}} * (24) * (0.0375)$$

$$CP = 0.82 \frac{\text{Kg}}{\text{L}}$$

masa de salida = CP * Volumen supuesto (L)

$$\text{masa de salida} = 0.82 \frac{\text{Kg}}{\text{L}} * 250 (\text{L})$$

$$\text{masa de salida} = 205 \text{ Kg}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{205 \text{ Kg}}{251.33 \text{ Kg}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 81.56 \%$$

3.2.2. Dimensionamiento de equipo

3.2.2.1. Mesa de recepción y lavado

Para el diseño hay que considerar el esfuerzo que requiere llevar este proceso, por lo que es primordial realizar las debidas consideraciones ergonómicas que se requiere para evitar lesiones en el trabajador, para este caso consideramos la cantidad de pitahaya requerida para el lote de producción como es 155 Kg de pitahaya.

Para el cálculo de volumen de lavado desarrollamos la fórmula de la densidad:

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

Donde:

m= masa de pitahaya (Kg)

V= volumen de pitahaya (m³)

ρ=densidad de la pitahaya (Kg/m³)

Donde como datos conocemos la masa de pitahaya y la densidad correspondiente a 1100 Kg/m³

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

$$V = \frac{155 \text{ Kg}}{1100 \text{ Kg/m}^3}$$

$$V = 0.14 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{mesa}} = V + (V \times 0.15)$$

$$V_{\text{mesa}} = 0.14 \text{ m}^3 + (0.14 \text{ m}^3 \times 0.15)$$

$$V_{\text{mesa}} = 0.161 \text{ m}^3$$

Dimensiones de la mesa:

Consideramos una altura de 0.80 m

$$V_{\text{mesa}} = L_m \times a_m \times h_m$$

$$0.161 \text{ m}^3 = L_m \times a_m \times h_m$$

De la misma manera tomamos en cuenta una longitud de 2 m

$$0.161 \text{ m}^3 = 2 \text{ m} \times a_m \times 0.80 \text{ m}$$

$$a_m = \frac{0.161 \text{ m}^3}{2 \text{ m} \times 0.80 \text{ m}}$$

$$a_m = 0.25 \text{ m}$$

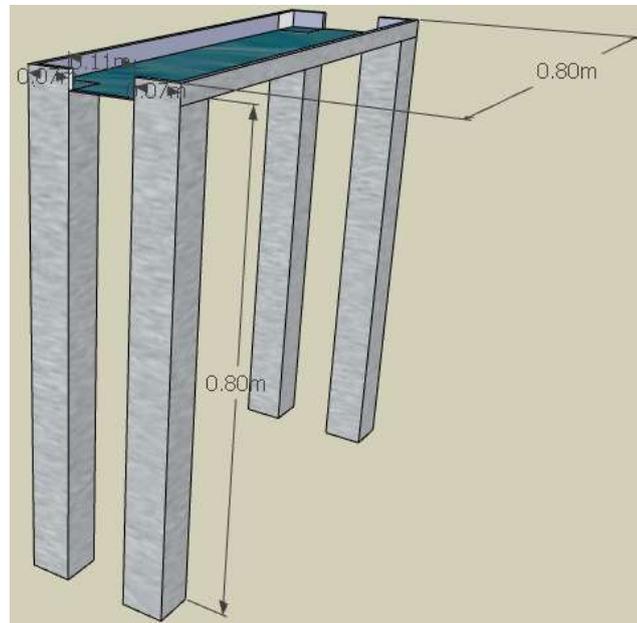


Ilustración 11-3: Mesa de lavado

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

De la misma manera la dimensión de la mesa de cortado será similar a la de lavado.

3.2.2.2. *Despulpado*

Para el proceso de despulpado iniciamos con el diseño de la tolva de alimentación con característica trapezoidal con ángulo de 60°, el tiempo de despulpado corresponde a 15 min.

$$\text{Flujo de alimentación} = \frac{\text{Masa de pitahaya (Kg)}}{\text{Tiempo despulpado (h)}}$$

$$\text{Flujo de alimentación} = \frac{155 \text{ (Kg)}}{0.25 \text{ (h)}}$$

$$\text{Flujo de alimentación} = 620 \text{ Kg/h}$$

Volumen de la tolva se expresa de la siguiente manera:

$$V_{\text{tolva}} = \frac{\text{Flujo de alimentación} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{h}}\right)}{\text{Densidad} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$V_{\text{tolva}} = \frac{620 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{h}}\right)}{1100 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$V_{\text{tolva}} = 0.56 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{\text{tolva}} = \frac{H}{3} \times (A_1 + A_2) + \sqrt{(A_1 + A_2)}$$

$$V_{\text{tolva}} = \frac{0.36}{3} \times (0.19 + 0.09) + \sqrt{(0.19 + 0.09)}$$

$$V_{\text{tolva}} = 0.56 \text{ m}^3$$

Cámara despulpadora

Se considera de forma cilíndrica horizontal esto permitirá tener mayor eficiencia en el proceso de cortado, consideramos la siguiente formula:

$$V = \pi r d^2 \times H d$$

Donde:

V = Volumen que ingresa a la despulpadora

Hd = Valores de altura que se asumen en función de los estándares (0.50 m -1.30 m)

rd= radio del tanque (m)

$$rd = \sqrt{\frac{V}{\pi \times H d}}$$

$$rd = \sqrt{\frac{0.56}{\pi \times 1.10}}$$

$$rd = 0.40 \text{ m}$$

$$Dd = 0.80 \text{ m}$$

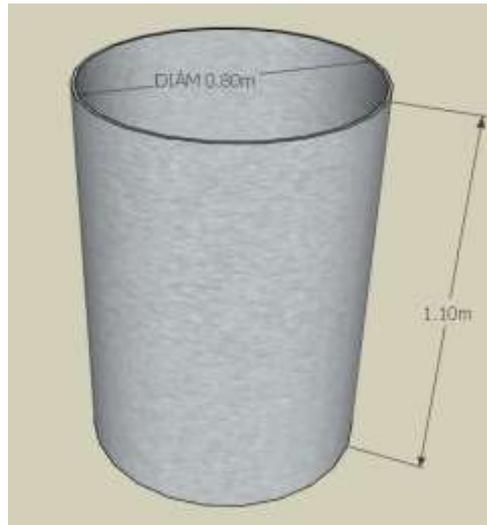


Ilustración 12-3: Cámara desulpadora

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Para el diámetro de los agujeros del tamiz se considera un diámetro de semilla de pitahaya de 5 mm.

Tabla 18-3: Luz de malla y tolerancia

LUZ	TOLERANCIA
4,00 mm	± 0,20 mm
2,00 mm	± 0,10 mm
1,00 mm	± 0,05 mm
0,50 mm	± 0,025 mm
Luz de malla es la distancia entre dos alambres contiguos de urdimbre o trama	

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022

Altura y diámetro del tamiz

Se considera un 3 % de la altura y diámetro:

$$H_2 = H_d - ((3\%) \times H_d)$$

$$H_2 = 1.10 - ((3\%) \times 1.10)$$

$$H_2 = 1.06 \text{ m}$$

$$D_2 = D - ((3\%) \times D)$$

$$D_2 = 0.80 - ((3\%) \times 0.80)$$

$$D_2 = 0.776 \text{ m}$$

Radio del rotor

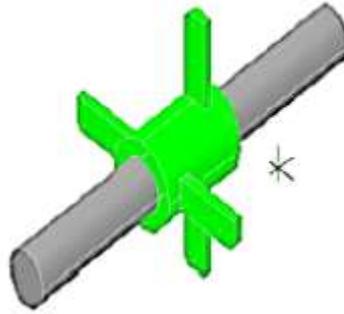


Ilustración 13-3: Rotor

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

$$r_{\text{rotor}} = \frac{3}{8} \times D$$
$$r_{\text{rotor}} = \frac{3}{8} \times (0.776)$$
$$r_{\text{rotor}} = 0.291 \text{ m}$$

Frecuencia de Rotación

El cálculo de la frecuencia de rotación se lo lleva a cabo con la finalidad de obtener las revoluciones por minuto (rpm) ya que se debe dar el proceso de contacto de la fruta con el tamiz y por este pase la pulpa.

$$f = \sqrt{\frac{g}{4\pi r}}$$

Donde:

f= Frecuencia de rotación (rpm)

g = Gravedad (9.8 m/s²)

r= radio del rotor (m)

$$f = \sqrt{\frac{9.8 \text{ m/s}^2}{4\pi(0.291\text{m})}}$$

$$f = 1.63 \frac{\text{rev}}{\text{s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 98.22 \text{ rpm}$$

Velocidad Angular

La velocidad angular se determina para conocer la velocidad mínima para que permanezca la pitahaya en la periferia interna del tamiz durante todo el recorrido, además se necesita conocer la fuerza de empuje (F_e) que acciona el paso de la pulpa por el tamiz, teniendo en cuenta que mientras más tiempo avanza la masa y el radio de la fruta cambiarán, por lo tanto, se determina también para condiciones críticas.

$$F_c + F_e = mg$$
$$F_c = m_{ac} \text{ y } a_c = -rw^2$$

Donde:

F_c = fuerza centrípeta

F_e = fuerza de empuje

m = masa de la fruta

w = velocidad angular

r = radio del rotor- radio de la fruta

Despejando y reemplazando:

$$m_{ac} + F_e = mg$$
$$m(-rw^2) + F_e = mg$$
$$m - rw^2 + F_e = g$$
$$w^2 = \frac{mg - F_e}{-mr}$$
$$w = \sqrt{\frac{mg - F_e}{-mr}}$$

F_e = fuerza adicional (fuerza de empuje) es de magnitud constante 23 N (2.038 Kg)

$F_e = 23 \text{ N}$

r = radio del rotor - \emptyset fruta $r = 0.291 - 0.10 \text{ m} = 0.191 \text{ m}$

m = masa (Kg)

$$w = \sqrt{\frac{0.25 \text{ Kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 23 \text{ N}}{-0.25 \text{ Kg} \times 0.2344 \text{ m}}}$$

$$w = 18.72 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ rev}}{2\pi \text{ rad}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 178.76 \text{ rpm}$$

En caso de presentarse condiciones críticas se toma la mitad del peso de pitahaya y se duplica el radio de la fruta.

$$0.25/2$$

$$m=0.125 \text{ Kg}$$

$$r=0.46 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{\frac{mg - Fe}{-mr}}$$

$$w = \sqrt{\frac{0.125\text{Kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 23\text{N}}{-0.125\text{Kg} \times 0.46\text{m}}}$$

$$w = 19.46 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ rev}}{2\pi \text{ rad}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 185.8 \text{ rpm}$$

Para llevar a cabo el proceso de despulpación se utilizará un motor siemens de hasta 800 rpm y de potencia 1 Hp como se muestra a continuación.

Tabla 19-3: Requerimientos cámara despulpadora

CÓDIGO	TIPO	HP	Kw	Rpm	F,S	EFICIENCIA %	MOMENTO DE INERCIA Kg m ²	PESO Kg
01113	1LA7 080- 4YA60	1.00	0.75	800	0.75	69.2	0.0015	8.1

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022

3.2.2.3. Homogeneizador

Volumen del tanque homogeneizador

Del balance obtenemos un volumen de 251.33 L

$$\text{Volumen}_{\text{tanque homogeneizador}} = \text{Volumen a homogeneizar} + (\text{Volumen a homogeneizar}) * 0.15$$

$$\text{Volumen}_{\text{tanque homogeneizador}} = 251.33 + (251.33)(0.15)$$

$$\text{Volumen}_{\text{tanque homogeneizador}} = 289.02 \text{ L}$$

$$\text{Volumen}_{\text{tanque homogeneizador}} = 0.289 \text{ m}^3$$

Para el cálculo del radio y altura del homogeneizador se considera un diámetro de 0.80 m

Radio

$$r = \frac{\varnothing}{2}$$
$$r = \frac{0.80 \text{ m}}{2}$$
$$r = 0.40 \text{ m}$$

Altura del homogeneizador

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$
$$h = \frac{0.289 \text{ m}^3}{\pi(0.40)^2}$$
$$h = 0.57 \text{ m}$$

Añadiendo el factor de seguridad tenemos de la siguiente manera

$$h_{\text{total}} = h + h * 0.05$$
$$h_{\text{total}} = 0.57 + (0.57) * 0.05$$
$$h_{\text{total}} = 0.59 \text{ m}$$

Cálculo del sistema de agitación

Para este proceso y por las características de la materia prima consideramos paletas planas inclinadas como se ilustra a continuación:

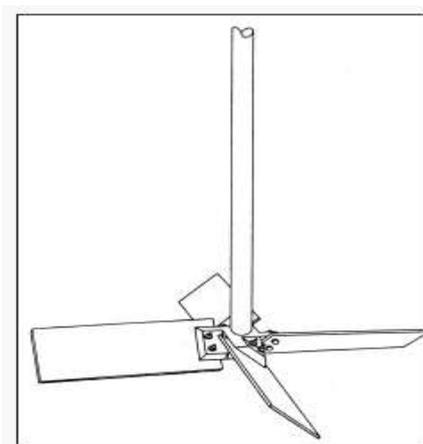


Ilustración 14-4: Brazo de homogeneizador

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Longitud del brazo

$$L_{\text{brazo}} = \frac{5}{8} \times \emptyset$$

\emptyset = diámetro asumido de 0.80 m

$$L_{\text{brazo}} = \frac{5}{8} \times (0.80 \text{ m})$$

$$L_{\text{brazo}} = 0.5 \text{ m}$$

Espesor del agitador

$$E_r = \frac{1}{10} \times L_{\text{brazo}}$$

$$E_r = \frac{1}{10} \times (0.5)$$

$$E_r = 0.05 \text{ m}$$

Diámetro del rodete

$$\theta_r = \frac{3}{4} \times \emptyset$$

Donde:

\emptyset = Diámetro interno del homogeneizador (m)

θ_r = Diámetro del rodete (m)

$$\theta_r = \frac{3}{4} \times 0.80 \text{ m}$$

$$\theta_r = 0.6 \text{ m}$$

Diseño entre el fondo del tanque y el rodete

$$X = h_t - L_{\text{brazo}}$$

Donde:

X = Distancia entre el fondo del tanque y el rodete (m)

h_t = Altura del líquido (m)

L_{brazo} = Longitud del brazo (m)

$$X = 0.59 - 0.5$$

$$X = 0.09 \text{ m}$$

Altura de la Paleta

Para el cálculo de la altura de la paleta se aplica la siguiente formula:

$$A_p = \frac{1}{5} \times L_{\text{brazo}}$$

A_p = Altura de paleta (m)

L_{brazo} = Longitud del brazo (m)

$$A_p = \frac{1}{5} \times 0.5 \text{ m}$$

$$A_p = 0.1 \text{ m}$$

Potencia del Agitador

La potencia del agitador se basa en el cálculo entre la relación grafica del número de Reynolds y el número de potencia dependiendo de las características del agitador.

Para la obtención de la potencia se relaciona gráficamente el número de Reynolds y el número de potencia mediante el siguiente diagrama:

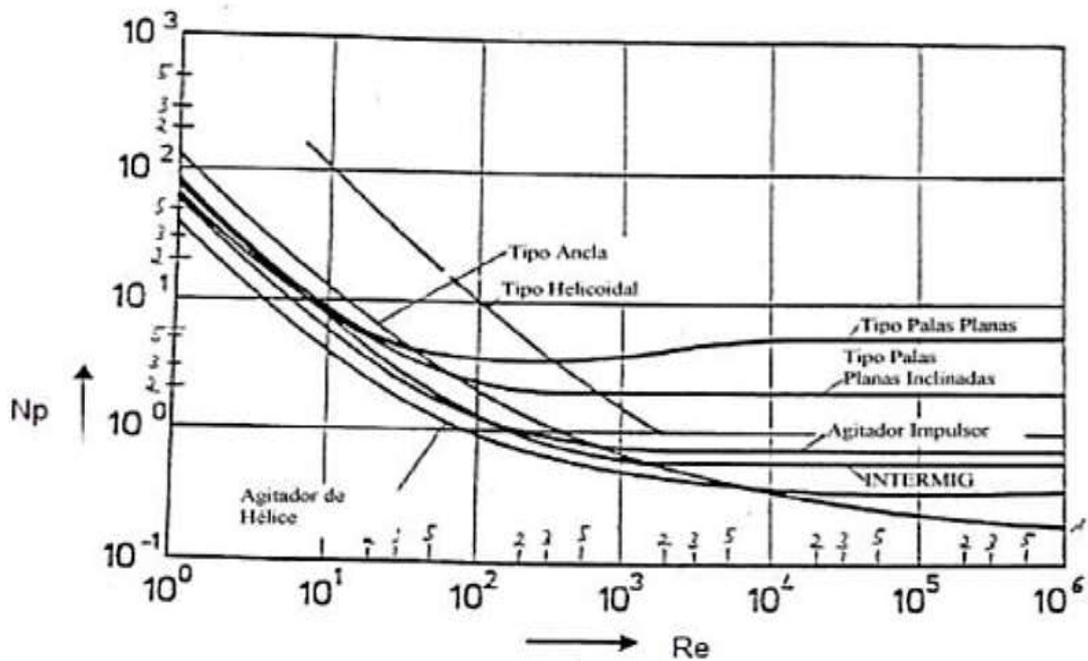


Ilustración 15-3: Número de pranc

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Para esto se debe calcular primeramente el número de Reynolds aplicando la ecuación dada por Mc Cabe- Smith:

$$NRe = \frac{\theta^2 r \times N \times \rho}{\mu}$$

Donde:

$\theta^2 r$ = diámetro del rodete

N = velocidad de rotación (0.8 rps)

ρ = densidad del fluido (1050 Kg/m³)

μ = viscosidad del fluido (1.7959 Pa*s)

N → se obtiene experimentalmente al analizar la velocidad óptima para homogenizar la pulpa.

$$NRe = \frac{(0.6 \text{ m})^2 \times 0.8 \text{ rps} \times 1100 \text{ kg/m}^3}{1.7959 \text{ Pa s}}$$

$$NRe = 176 \rightarrow \text{flujo laminar}$$

Cálculo de la potencia del agitador.

$$P = \frac{N_{Po}}{gc} \times \rho \times N^3 \times \theta r^5$$

N_{Po} = diagrama (50) 5×10^1

gc = factor gravitacional de conservación = 9.8 kg m / kg f s²

→ 1 Kg / Ns² → porque 1Kg fuerza es igual a 9.8 N

$$P = \frac{50}{1} \times 1100 \text{ Kg/m}^3 \times 0.8^3 \times (0.6)^5$$

$$P = 2189.72 \text{ W}$$

$$P = 2189.72 \text{ W} \times \frac{1 \text{ hp}}{746 \text{ W}} = 2.93 \text{ hp}$$

$$\text{Potencia} = 2.93 \text{ hp}$$

Se necesita un agitador con una potencia de 3 Hp para el sistema de homogeneización.

3.2.2.4. Diseño del fermentador

$$\text{Volumen fermentador} = 251.33 + (251.33)(0.15)$$

$$\text{Volumen fermentador} = 289.02 \text{ L}$$

$$\text{Volumen fermentador} = 0.289 \text{ m}^3$$

Diámetro del fermentador

$$V_f = \pi * \frac{\theta_f^2}{4} * h_f$$
$$\theta_f = \sqrt[3]{\frac{V_f * 4}{\pi}}$$
$$\theta_f = \sqrt[3]{\frac{(0.2899 * 4)}{\pi}}$$
$$\theta_f = 0.71 \text{ m}$$
$$\theta_f = h_f$$

Área del fermentador

$$A_f = 2 * \pi * r_f * h_f + 2 * \pi * r_f^2$$
$$A_f = 2 * \pi * 0.355 * (0.71) + 2 * \pi * (0.71)^2$$
$$A_f = 4.75 \text{ m}^2$$

Diámetro de paletas

$$\theta_p = \frac{1}{3} * \theta_f$$
$$\theta_p = \frac{1}{3} * (0.71)$$
$$\theta_p = 0.23 \text{ m}$$

Distancia paletas

$$\frac{E_p}{\theta_p} = 1$$
$$E_p = 0.23 \text{ m}$$

Altura de paletas

$$\frac{h_p}{\theta_p} = \frac{1}{5}$$

$$h_p = \frac{1}{5}(0.23)$$

$$h_p = 0.046 \text{ m}$$

Ancho de paletas

$$\frac{a_p}{\theta_p} = \frac{1}{4}$$

$$a_p = \frac{1}{4}(\theta_p)$$

$$a_p = \frac{1}{4}(0.23)$$

$$a_p = 0.057 \text{ m}$$

Número de Reynolds

$$NRe = \frac{(0.6 \text{ m})^2 \times 0.8 \text{ rps} \times 1100 \text{ kg/m}^3}{1.7959 \text{ Pa s}}$$

$$NRe = 176 \rightarrow \text{flujo laminar}$$

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Datos de diseño

Como principal materia de construcción tenemos el acero inoxidable por su alta resistencia a la corrosión, de esta manera se detalla las características de cada uno de los equipos inmersos en el proceso.

Tabla 1-4: Características de los equipos

Descripción	Representación	Valor	Unidad
Mesa de recepción y lavado			
Volumen de la mesa	V_{mesa}	0.161	m^3
Altura de la mesa	H_m	0.80	m
Longitud de la mesa	L_m	2	m
Ancho de la mesa	a_m	0.25	m
Despulpado (Tolva)			
Volumen Tolva	V_{tolva}	0.56	m^3
Área superior de la tolva	A_1	0.19	m^2
Área inferior de la Tolva	A_2	0.09	m^2
Cámara despulpadora			
Capacidad	V	0.56	m^3
Altura de la cámara	H_d	1.10	m
Radio del tanque	r_d	0.40	m
Diámetro del tanque	D_d	0.80	m
Radio del rotor	r_{rotor}	0.291	m
Sistema de despulpado			
Potencia del motor	P	1	Hp
Velocidad	w	185.8	rpm
Sistema de tamizado			
Altura de tamiz	H_2	1.06	m
Diámetro de tamiz	D_2	0.776	m
Luz de malla	u	4	mm
Homogeneizador			
Volumen tanque homogeneizador	Volumen tanque homogeneizador	0.289	m^3
Diámetro de homogeneizador	\emptyset	0.80	m

Radio de homogeneizador	r	0.40	m
Altura del homogeneizador	h	0.59	m
Longitud del brazo	L_{brazo}	0.5	m
Espesor del agitador	E_r	0.05	m
Diámetro del rodete	θ_r	0.6	m
Distancia entre el fondo del tanque y el rodete	X	0.09	m
Altura de paleta	A_p	0.1	m
Potencia del agitador	P	2.93	hp
Fermentador			
Volumen del fermentador	Volumen _{fermentador}	0.289	m ³
Diámetro del fermentador	θ_f	0.71	m
Área del fermentador	A_f	4.75	m ²
Diámetro de paletas	θ_p	0.23	m
Distancia entre paletas	E_p	0.23	m
Altura de paletas	h_p	0.046	m
Ancho de paletas	a_p	0.057	m

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

4.2. Resultados del análisis de la bebida

4.2.1. Caracterización química

Tabla 2-4: Examen químico

Determinación	Unidad	Método de análisis	Resultado
Proteína	%	INEN 1670	1.68
Grasa	%	INEN 382	0.35
Fibra	%	INEN 522	0.42
Azúcares totales	%	-	6.5
Mohos	UFC/g	SIEMBRA EN MASA	Ausencia
Levaduras	UFC/g	SIEMBRA EN MASA	120
Bacterias probióticas	UFC/g	SIEMBRA EN MASA	1.1×10^6
Coliformes totales	UFC/g	SIEMBRA EN MASA	AUSENCIA
Escherichia coli	UFC/g	SIEMBRA EN MASA	AUSENCIA

Fuente: Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos de Aguas y Alimentos.

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

4.2.2. Caracterización física

Tabla 3-4: Examen físico - sensorial

Aspecto	Muestra homogénea libre de material extraño, estado líquido
Olor	Característico
Color	Blanquecino

Fuente: Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos de Aguas y Alimentos.

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

4.3. Proceso de producción

Tabla 4-4: Proceso de producción diaria

Materia prima / insumos	Cantidad de producción industrial (diario)
Pitahaya (g)	155000
Desperdicio (g)	85625
Pulpa (g)	69375
Azúcar (g)	1875
Agua (mL)	180625
Kéfir (g)	9375

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

4.4. Análisis de costo/beneficio del proyecto

4.4.1. Costo de los equipos

Tabla 5-4: Costos de los equipos

Equipos	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Mesa de recepción y lavado	1	448.8	448.8
Despulpadora	1	4900	4900
Homogeneizador	1	1700	1700
Fermentador	1	1700	1700
Total			8748.8

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

4.4.2. Costos de materia prima

Tabla 6-4: Costos de materia prima diario

Materia prima e insumos	Cantidad	Unidades	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Pitahaya	155	Kg	465	465
Azúcar	1.875	Kg	1.96	1.96
Agua	1.875	L	0.468	0.468
Kéfir	9.375	Kg	312	312
Sorbato de Potasio	0.75	Kg	15	15
Envases	715	-	0.166	118.69
Total				913.118

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

4.4.3. Costos de mano de obra

Tabla 7-4: Costos de mano de obra

Trabajadores	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Operario	1	425	425
Técnico	1	650	650
Chofer	1	425	425
Total			1500

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

4.4.4. Infraestructura

Tabla 8-4: Costos de infraestructura

Tipo	Costo Unitario (\$)	Costo total (\$)
Infraestructura	6000	6000
Mano de obra	4000	4000
Total		10000

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

4.4.5. Costos de requerimientos energéticos

Tabla 9-4: Costos de requerimientos energéticos

Detalle	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Energía	Kw/mes	0.02 Kwh	180
Agua Potable	m/mes	0.35 m	95
Total			275

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

4.4.6. Producción mensual y costes

Tabla 10-4: Producción mensual y costes

PRODUCCIÓN MENSUAL(UNIDADES)	15730
COSTE UNIDADES MATERIA PRIMA (MENSUAL)	12317.08279
DEPRECIACIÓN MAQUINAS (MENSUAL)	104.152381

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

4.4.7. Costo de venta al público

Tabla 11-4: Producción mensual y costes

COSTO DE ELABORACIÓN (15370)	14196.23517
COSTO POR UNIDAD	0.902494289
MARGEN DE UTILIDAD	0.33
PRECIO DE VENTA AL PUBLICO	1.200317405
INVERSIÓN INICIAL	18748.8
VENTA MENSUAL	18880.99277
GANANCIA MENSUAL	4684.757605

Realizado por: Jarrín, Karen, 2022.

Como se puede evidenciar la producción mensual de unidades de 350 mL corresponde a un total de 15370 con un coste de producción de 14196.23 \$ y un total de ventas mensuales de 18880.92 \$ con una ganancia mensual de 4684.75 \$ correspondiente al 33 % de margen de utilidad.

4.5. Análisis y Discusión de resultados

Para llevar a cabo el proceso de elaboración de la bebida se caracterizó la materia prima con la finalidad de evitar contaminaciones o daños en el producto final, de esta manera se evidenció que la pitahaya se encontraba en perfectas condiciones físicas para elaborar la bebida, de la misma manera los granos de kéfir se encontraron en perfectas condiciones y actividad probiótica.

Con la utilización de un diseño experimental se planteó las formulaciones que permitan obtener la bebida probiótica y determinar cuál de ellas es la adecuada, para fortalecer este análisis se llevó a cabo encuestas donde se refleja que de un total de 30 encuestados 21 seleccionan a la muestra 1 como la más aceptable mientras que 9 personas indican que les gusta la muestra 2, desarrollado estos pasos se diseña cada uno de los equipos inmersos en el proceso con sus especificaciones.

Mediante la Norma NTE INEN 2395:2011 se verificó que el producto elaborado cumpla con las especificaciones de esta manera en los cálculos expuestos se evidencia el cumplimiento de los

mismos, es importante señalar que la capacidad de los equipos está diseñada para 250 L con una producción mensual de unidades de 350 mL corresponde a un total de 15370 con un coste de producción de 14196.23 \$ y un total de ventas mensuales de 18880.92 \$ con una ganancia mensual de 4684.75 \$ correspondiente al 33 % de margen de utilidad.

CONCLUSIONES

Se llevó a cabo la caracterización físico-química y microbiológica de la materia prima con la finalidad de evitar contaminación o daños en el producto final, esto quiere decir que tanto la pitahaya como los granos de kéfir se encuentran en perfectas condiciones para llevar a cabo el proceso de elaboración de la bebida.

Dentro de las variables principales identificadas para el diseño del proceso es la cantidad de agua, pulpa de pitahaya y peso de kéfir, sin dejar de lado las variables como es el tiempo de fermentación 24 h y la temperatura de fermentación de 25 °C.

En función de las variables identificadas y de los experimentos realizados como de las encuestas de aceptabilidad se seleccionó la muestra 1 como la más indicada para plantear el diseño ingenieril en función de los balances de materia planteados, de esta manera se diseñó la mesa de recepción y lavado con capacidad de 0.161 m³, seguido de esta la cámara despulpadora con una capacidad de 0.56 m³ con una potencia de motor de 1 hp, para la etapa de homogeneizado tenemos un tanque de forma cilíndrica con agitador de paletas con un volumen de 0.289 m³ y potencia de 2.93 hp, para el fermentador se diseñó un tanque tipo batch con capacidad de 0.289 m³ con un tiempo de residencia de 24 h y temperatura de fermentación de 25 °C.

Se realizó la validación técnica y económica de la bebida Kéfir de agua enriquecida con pitahaya mediante la Norma NTE INEN 2395:2011 teniendo resultados favorables con proteína 1.68 %, grasa 0.35 %, fibra 0.43 %, azúcares totales 6.5 %, mohos presenta ausencia en la muestra, levaduras con un total de 120 UFC/g, bacterias probióticas 1.1×10⁶ UFC/g, coliformes totales ausencia de la misma manera Escherichia coli.

RECOMENDACIONES

Llevar a cabo un estudio que permita establecer las condiciones óptimas de inoculación de los granos de Kéfir luego de ser utilizados en el proceso de elaboración de la bebida, esto con la finalidad de garantizar un cuidado adecuado de cada uno de ellos.

Plantear estrategias de mercado con la finalidad de que el producto pueda ser vendido obteniendo de tal manera beneficios económicos.

BIBLIOGRAFÍA

AÇIK, M. Alternative source of probiotics for lactose intolerance and vegan individuals: Sugary kefir. *Food Science and Technology (Brazil)*, vol. 40, no. 3, pp. 523-531. 2020. ISSN 1678457X. DOI 10.1590/fst.27919.

AGROCALIDAD. Centros de Acopio de Pitahaya. [en línea]. Quito, 2021: Disponible en: <https://agrobox.agrocalidad.gob.ec/agrobox/data/public/9fef87--es>.

ALVES, V. Development of fermented beverage with water kefir in water-soluble coconut extract (*Cocos nucifera* L.) with inulin addition. *Lwt* [en línea], vol. 145, no. January. 2021. ISSN 00236438. DOI 10.1016/j.lwt.2021.111364. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002364382100517X>.

BUENO, R.S. Quality and shelf life assessment of a new beverage produced from water kefir grains and red pitaya. *Lwt* [en línea], vol. 140, pp. 110770. 2021. ISSN 00236438. DOI 10.1016/j.lwt.2020.110770. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110770>.

GHIBAUDO, F. Fortification of water kefir with magnetite nanoparticles. *Food Research International* [en línea], vol. 149, no. May, pp. 110650. 2021. ISSN 18737145. DOI 10.1016/j.foodres.2021.110650. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110650>.

GUARTATANGA, C. Determinación de la capacidad antioxidante del extracto etanólico y acuoso de la pulpa del fruto de pitahaya (*Cereus* sp.), producida en la provincia de Morona Santiago para posible uso en la industria alimentaria [en línea]. S.l.: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. 2022. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21629/1/UPS-CT009503.pdf>.

GULITZ, A. The microbial diversity of water kefir. *International journal of food microbiology* [en línea], vol. 151, no. 3, pp. 284-288. 2011. [Consulta: 12 junio 2022]. ISSN 1879-3460. DOI 10.1016/J.IJFOODMICRO.2011.09.016. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22000549/>.

GUZEL Z.B. Review: Functional Properties of Kefir. <http://dx.doi.org/10.1080/10408390903579029> [en línea], vol. 51, no. 3, pp. 261-268. 2011. [Consulta: 12 junio 2022]. ISSN 10408398. DOI 10.1080/10408390903579029. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408390903579029>.

INEN. ECUATORIANA NTE INEN 2003 Primera revisión. Quito-Ecuador: 2023.

INEN. NTE INEN 2395 - Leches Fermentadas. Norma Técnica Ecuatorina Nte Inen 2395:2011 [en línea]. Quito-Ecuador: 2011. Disponible en: http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/ACO/17122014/nte-inen-2395-2r.pdf.

LAUREYS, D. Bifidobacterium aquikefiri sp. nov., isolated from water kefir. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology [en línea], vol. 66, no. 3, pp. 1281-1286. 2016. [Consulta: 12 junio 2022]. ISSN 14665026. DOI 10.1099/IJSEM.0.000877/CITE/REFWORKS. Disponible en: <https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/ijsem.0.000877>.

LÓPEZ, J. Efecto de la formulación del Kéfir de agua en algunos productos de fermentación con tibicos [en línea]. 2016. Instituto Politécnico Nacional /Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2009.07.006> <http://dx.doi.org/10.1016/j.neps.2015.06.001> <https://www.abebooks.com/Trease-Evans-Pharmacognosy-13th-Edition-William/14174467122/bd>.

MONTERO, L. Característica de una bebida fermentada elaborada con kéfir [en línea]. S.l.: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2021. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15552/1/27T00505.pdf>.

MORETTI, A.F. Water kefir, a fermented beverage containing probiotic microorganisms: From ancient and artisanal manufacture to industrialized and regulated commercialization. Future Foods, vol. 5, pp. 100123. 2022. ISSN 2666-8335. DOI 10.1016/J.FUFO.2022.100123.

OZCELIK, F. Use of Cornelian cherry, hawthorn, red plum, roseship and pomegranate juices in the production of water kefir beverages. Food Bioscience [en línea], vol. 42, no. February, pp. 101219. 2021. ISSN 22124292. DOI 10.1016/j.fbio.2021.101219. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101219>.

PENDÓN, M. Factores que afectan la infiltración. [en línea], pp. 1-3. DOI <https://doi.org/10.1111/jam.15385>. 2021. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/353887807/Factores-Que-Afectan-La-Infiltracion>.

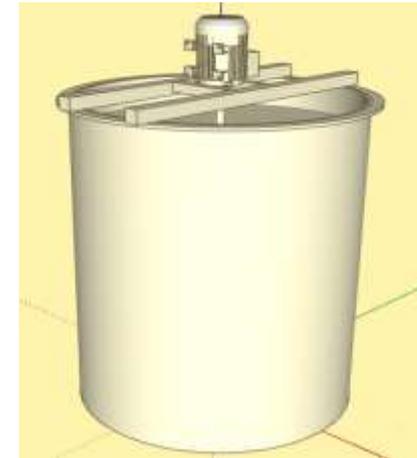
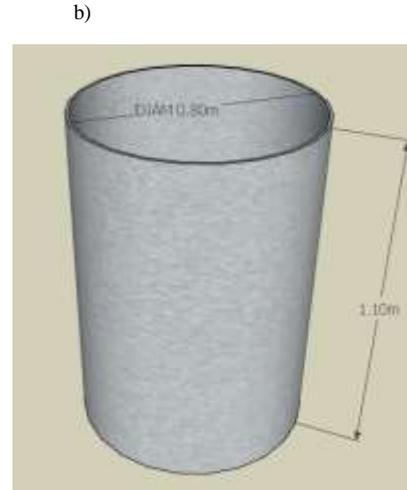
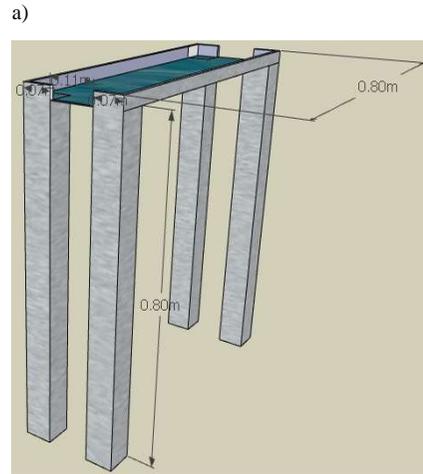
UNIVERSO. Ecuador exportó 17.895 toneladas de pitahaya en 2021, 60 % más que en 2020 |

Economía | Noticias | El Universo. [en línea]. [Consulta: 11 febrero 2022]. 2022. Disponible en: https://www.eluniverso.com/noticias/economia/ecuador-exporto-17895-toneladas-de-pitahaya-en-2021-60-mas-que-en-2020-nota/?fbclid=IwAR204K4Ug9E5X80n2ANa0GIxBYiDGHKVHbaWJ_qaIUOwPidc-XS7DWnBE0s.



ANEXOS

ANEXO A: DISEÑO DE LOS EQUIPOS



NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA: <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Jarrín Karen	DISEÑO DE LOS EQUIPOS			
a. Mesa de lavado b. Cámara de despulpado c. Tanque homogeneizador/fermentador			de	LÁMIN A	ESCALA	FECHA
				1	1:10	2022/10/08

ANEXO B: PARTE EXPERIMENTAL

a)



b)



c)



d)



NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA	PARTE EXPERIMENTAL		
		DE CHIMBORAZO			
a. Selección de la materia prima	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobado	FACULTAD DE CIENCIAS			
b. Lavado	<input type="checkbox"/> Certificado	ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	LÁMINA	ESCALA	FECHA
c. Filtrado	<input type="checkbox"/> Información	ELABORADO POR:	1	1:1	2022/10/08
d. Concentración de pitahaya	<input type="checkbox"/> Preliminar	Jarrín Karen			
	<input type="checkbox"/> Por aprobar				
	<input type="checkbox"/> Por calificar				

ANEXO C: ANÁLISIS DE LABORATORIO



EXAMEN BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

saqmie

CODIGO: 133E-22

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

CLIENTE: Srta. Karen Lilibeth Jarrín Lucuy

DIRECCIÓN: Riobamba

TIPO DE MUESTRA: Bebida probiótica de pitajaya

FECHA DE RECEPCIÓN: 29 de julio del 2022

FECHA DE MUESTREO: 29 de julio del 2022

EXAMEN FÍSICO

ASPECTO: Muestra homogénea libre de material extraño, estado líquido

OLOR: Característico

COLOR: Blanquecino

EXAMEN QUÍMICO

DETERMINACIÓN	UNIDAD	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Proteína	%	INEN 1670	1.68
Grasa	%	INEN 382	0.35
Fibra	%	INEN 522	0.42
Azúcares totales	%	-	6.5
Mohos	UFC / g	SIEMBRA EN MASA	Ausencia
Levaduras	UFC / g	SIEMBRA EN MASA	120
Bacterias probióticas	UFC / g	SIEMBRA EN MASA	1.1×10^5
Coliformes totales	UFC / g	SIEMBRA EN MASA	AUSENCIA
Eschericha coli	UFC / g	SIEMBRA EN MASA	AUSENCIA

RESPONSABLE:

Dra. Gina Álvarez R.

SAQMIE
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

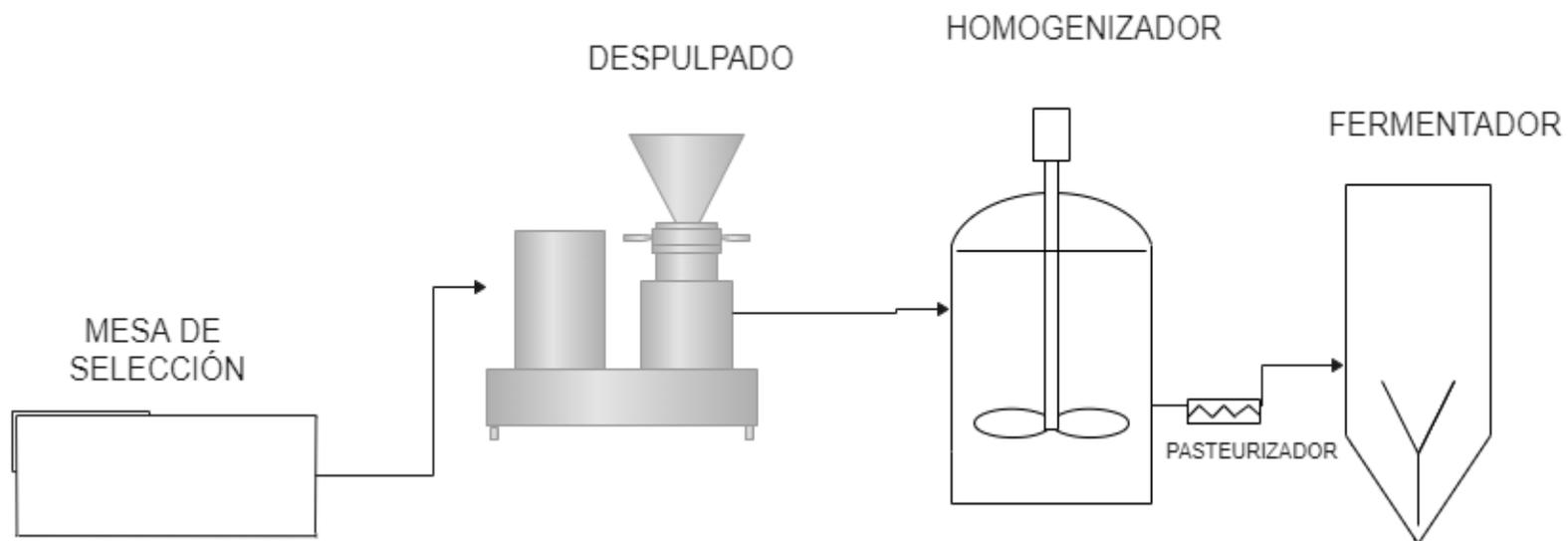
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*La muestra es receptada en laboratorio

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322
Saqmie Laboratorio 📍
Riobamba - Ecuador

saqmie

ANEXO D: PROCESO INDUSTRIAL



NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE	PROCESO INDUSTRIAL		
a. Proceso industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar	CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Jarrín Karen			
			1	1:1	2022/10/08



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: 22 / 8 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Karen Lilibeth Jarrín Licuy
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniera Química
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo


0721-DBRAI-UPT-2023
