



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS FUNCIONALES DE
KÉFIR PARA EVALUAR LA ACEPTABILIDAD EN EL MERCADO GUATEMALTECO**

Laura María Zetina Zetina

Asesorado por la Inga. María Alejandra Estrada Santizo

Guatemala, marzo de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS FUNCIONALES DE
KÉFIR PARA EVALUAR LA ACEPTABILIDAD EN EL MERCADO GUATEMALTECO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LAURA MARÍA ZETINA ZETINA

ASESORADO POR LA INGA. MARÍA ALEJANDRA ESTRADA SANTIZO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, MARZO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Jorge Emilio Godínez Lemus
EXAMINADOR	Ing. Estuardo Edmundo Monroy Benítez
EXAMINADOR	Inga. Cinthya Patricia Ortiz Quiroa
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS FUNCIONALES DE KÉFIR PARA EVALUAR LA ACEPTABILIDAD EN EL MERCADO GUATEMALTECO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 16 de octubre de 2021.

Laura María Zetina Zetina

Ref. EEPFI-1658-2021
Guatemala, 22 de noviembre de 2021

Director
Williams Guillermo Álvarez Mejía
Escuela de Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ing. Álvarez:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN TITULADO: ELABORACIÓN DE BEBIDAS FUNCIONALES DE KEFIR PARA EVALUAR LA ACEPTABILIDAD EN EL MERCADO GUATEMALTECO**, presentado por la estudiante **Laura María Zetina Zetina** carné número **200815474**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


INGA. MARÍA ALEJANDRA ESTRADA SANTIZO
COLEGIADO No. 2,275

Mtra. María Alejandra Estrada Santizo
Asesora


Mtra. Hilda Palma de Martini
Coordinadora de Maestría
Ciencia y Tecnología de los Alimentos



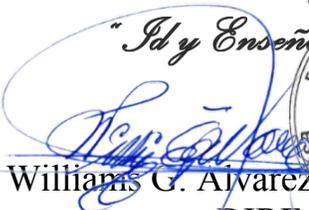

Mtro. Edgar Darío Álvarez Goti
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





Ref.EEP.EIQ. 001.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **ELABORACIÓN DE BEBIDAS FUNCIONALES DE KEFIR PARA EVALUAR LA ACEPTABILIDAD EN EL MERCADO GUATEMALTECO**, presentado por la estudiante universitaria Laura María Zetina Zetina, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

"Id y Enseñanza"


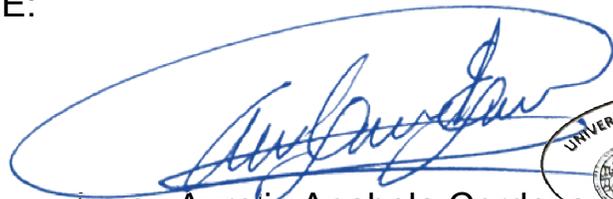
EEP 001
Ing. Williams G. Alvarez Yreña M.I.C., M.U.I.E.
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, enero de 2022

LNG.DECANATO.OI.156.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS FUNCIONALES DE KÉFIR PARA EVALUAR LA ACEPTABILIDAD EN EL MERCADO GUATEMALTECO**, presentado por: **Laura María Zetina Zetina**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, marzo de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por haberme permitido realizar una más de mis metas.
Mi mamá	Por haberme traído al mundo y guiado a través de él, mi eterno agradecimiento por su apoyo para hacer realidad este sueño.
Mis hermanos	Andrea y Eduardo Zetina, por su apoyo y compañía durante mi vida.
Mi abuela	Ana Méndez por sus sabias enseñanzas y consejos durante toda mi vida.
Mi novio	Sergio García por acompañarme en el proceso de lograr una más de mis metas.
Mis sobrinos	Augusto, Manuel y Matías Zetina, Annelisse y Renata Ochaeta, por ser parte de mi vida.
Familia y amigos	Por acompañarme durante todo el proceso su apoyo y compañía.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el alma <i>mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
Mis amigos	Por haberme acompañado durante la carrera.
Mi asesor	Inga. María Alejandra Estrada Santizo, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.
Familia	Por ser parte de todo el proceso y estar siempre a mi lado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Contexto general	9
3.2. Descripción del problema	10
3.3. Formulación del problema	10
3.4. Delimitación geográfica	11
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15
5.1. General.....	15
5.2. Específicos	15
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	17
7. MARCO TEÓRICO.....	19
7.1. Origen del Kéfir.....	19

7.2.	El Kéfir.....	20
7.3.	Gránulos de Kéfir (Cultivos Lácticos)	21
7.3.1.	Composición de los gránulos de Kéfir	21
7.3.2.	Kéfir con diferentes sustratos	22
7.3.2.1.	Kéfir con sustrado de agua.....	22
7.3.2.2.	Kéfir con sustrado de té	22
7.4.	Elaboración del Kéfir	23
7.4.1.	Gránulos de Kéfir artesanal.....	24
7.4.2.	Yogur y Kéfir.....	25
7.4.3.	Valor nutritivo del Kéfir	25
7.4.4.	Métodos de conservación de los nódulos de Kéfir	26
7.4.5.	Reactivación de nódulos deshidratados	27
7.4.6.	Elaboración del Kéfir a base de leche	27
7.4.6.1.	Leche.....	27
7.4.6.2.	Equipos	28
7.4.6.3.	Transporte.....	28
7.4.6.4.	Temperatura.....	28
7.4.6.5.	Análisis de calidad cruda en la recepción.....	28
7.4.6.6.	Aplicación de BPM	29
7.4.6.7.	Parámetros de control	29
8.	PROPUESTA DEL ÍNDICE DE CONTENIDO	33
9.	MÉTODOLOGÍA	35
9.1.	Diseño de la investigación.....	35
9.2.	Tipo de estudio.....	35
9.3.	Alcance	36

9.4.	Variables.....	36
9.5.	Fases de la investigación	37
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	39
11.	CRONOGRAMA.....	41
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	43
13.	REFERENCIAS.....	45
14.	APÉNDICE	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Valor Nutricional del Kéfir	25
2.	Cronograma de actividades	41

TABLAS

I.	Variables del producto.....	36
II.	Recursos necesarios para la investigación	43

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°Bx	Grados Brix
°C	Grados Celsius
g	Gramos
h	Hora
Kg	Kilogramo
l	Litro
mg	Miligramos
mL	Mililitros
NMP	Número más probable
%	Porcentaje
pH	Potencial de la concentración de hidrógeno
Q	Quetzales
UFC	Unidades formadoras de colonias
UNM	Unidad de medida

GLOSARIO

Aminoácidos	Es una molécula orgánica compuesta por un grupo amino y un grupo carboxilo.
Atomización	Dispersión de un líquido en partículas muy pequeñas.
Bacterias Aeróbicas	Son las bacterias que se reproducen en presencia de oxígeno y lo necesitan para vivir.
Bacterias Anaeróbicas	Son bacterias que no necesitan oxígeno para poder vivir.
Cepas	Es una variante fenotípica de una especie; es decir un conjunto de células homogéneas o clones que se deriva de una reproducción de una célula inicial única, seleccionada o aislada.
Coliforme	Especie de bacteria que tiene ciertas características bioquímicas que indican contaminación de agua y los alimentos.
Deshidratador	Es un dispositivo que remueve la humedad de los alimentos para ayudar a su preservación por periodos prolongados.

E. Coli	Es un bacilo gran negativo de la familia de las entero bacterias, que se encuentran en el intestino de humanos y animales de sangre caliente.
Enzimas	Son moléculas de naturaleza proteica que catalizan reacciones químicas, siempre que sea térmicamente posible.
Fermentación	Proceso bioquímico por el que una sustancia se transforma a otra más simple.
Inoculación	Inserción de microorganismos en un medio llamados inóculos.
Levadura	Organismo unicelular que produce enzimas capaces de provocar una fermentación alcohólica de hidratos de carbono.
Liofilización	Es el proceso durante el cual se deshidrata un alimento por sublimación previamente congelado.
Metabolitos	Es cualquier molécula utilizada, capaz o producida durante el metabolismo dada una ruta metabólica.
Microorganismo	Son microorganismo que perjudican la salud de los humanos.
Moho	Recubrimiento veloso o fibroso producido por diversos tipos de hongos sobre materia orgánica.

Pasteurización

Procedimiento que consiste en someter térmicamente un alimento a altas temperaturas durante un tiempo determinado para eliminar microorganismos patógenos.

RESUMEN

En la industria de alimentos existe una variedad de bebidas al igual que en sector artesanal. Sin embargo, no se ha visto una bebida de Kéfir funcional en el sector guatemalteco a un precio competitivo y accesible en supermercados. Bajo esta circunstancia se ha decidido implementar el diseño de investigación de elaboración de bebidas funcionales de Kéfir para evaluar la aceptabilidad en el mercado guatemalteco.

El presente diseño de investigación busca sentar las bases para calcular las cantidades y proceso de una formulación de bebida de Kéfir con diferentes sustratos a la cual se le realizará pruebas fisicoquímicas, microbiológicas y sensorial para determinar cuál es la bebida con mayor aceptación.

Se realizarán pruebas hedónicas para determinar la aceptabilidad de los consumidores con los datos obtenidos se realizarán análisis de varianzas Anova y Tukey e interpretar los datos.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo es la innovación de una bebida de Kéfir, la cual se formulará y desarrollará, realizando dos variantes de esta; tanto en agua como en leche. A nivel laboratorio se llevará a cabo la elaboración de estas bebidas para establecer cuál es el producto con mejor aceptabilidad. El proceso de la elaboración de Kéfir es muy similar a la de Yogurt, solamente adicionando el proceso de colación de nódulos, ya que también se realiza pasteurización e incubación.

El Kéfir es una deliciosa bebida fermentada probiótica con diversas propiedades y beneficios para la salud. Es un producto elaborado a partir de bacterias probióticas y levaduras. Sus nódulos son gelatinosos y blandos y están envueltos en una matriz compuesta de polisacáridos, denominada Kefiran. Existen tres tipos de Kéfir, de leche, de agua y de té o Kombucha, los tres tipos son el mismo Kéfir con la misma microflora, pero adaptados a medios distintos, es decir que aportan los mismos beneficios.

Tiene alto poder desintoxicante, depura el organismo, equilibra y regenera parcialmente la flora intestinal, ayuda para el estreñimiento y los ácidos en su composición ayudan a equilibrar el nivel de azúcar en la sangre. Este producto va dirigido a la población en general, hoy en día las personas llevan una dieta poco saludable que altera nuestro microbiota intestinal, como también el consumo de antibióticos.

La finalidad de la investigación es apoyar al equipo comercial de una empresa que distribuye una serie de cultivos, (quesos, yogurt, Kéfir, entre otros)

a la promoción de los cultivos de Kéfir, elaborando los diferentes tipos de esta bebida y evaluando la aceptabilidad por medio de análisis sensorial. Para poder presentar a los clientes ya una formulación de un producto innovador y para que luego sea duplicada a nivel industrial.

En el informe final, serán presentados y discutidos los resultados que se obtengan, con el objetivo de que puedan ser aplicados por cualquier persona interesada en ahondar en el tema. En el informe final serán presentadas las siguientes secciones: resumen general, planteamiento del problema, objetivos, resumen del marco metodológico, introducción, marco teórico, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

2. ANTECEDENTES

La empresa lleva quince años en el mercado, desde su fundación en el año 2004 se ha dedicado a la distribución de ingredientes y materia prima para alimentos en el nicho de carnes y embutidos. En el año 2013 surge la necesidad de implementar una planta piloto para el apoyo a los clientes en el desarrollo de productos, la empresa año con año va en crecimiento y es en el año 2018 que se toma la decisión de crear la división de ingredientes lácteos tomando la representación de una marca de cultivos para quesos (madurados y no maduros), yogurt y Kéfir.

Una empresa de alimentos del sector que distribuye cultivos para la elaboración de quesos, yogurt y Kéfir, ha realizado estadísticas de mercado con respecto a la venta de los cultivos que manejan y han concluido que desde el año 2018 hasta la fecha se ha obtenido una muy buena aceptación en el mercado de los diferentes cultivos de quesos y yogurt, pero con el cultivo de Kéfir se han encontrado barreras para la aceptación en la industria láctea ya que no es un producto conocido por los consumidores.

Se toma la decisión por parte del equipo de comercialización de utilizar la planta piloto para elaborar la formulación de una bebida de Kéfir e invitar a los clientes a conocer el proceso y el producto final. También se decide no solamente enfocar el cultivo de Kéfir en leche, si no también presentar la opción de realizar la bebida de Kéfir con agua y té. (estadísticas de venta internas de la empresa)

Barrón (2006) planteó la elaboración de Kéfir de leche endulzado con azúcar refinada de caña y saborizado con fresa natural, en el estudio de mercado

y factibilidad técnica concluyó que la elaboración de Kéfir es posible en cuanto a disponibilidad de materias primas y la venta del producto, como también la formulación del producto.

En el estudio económico se pudo determinar el precio final, y se estableció que la materia prima más cara serían las fresas, pero como estrategia se podría utilizar fresas de rechazo (daño mecánico) compradas a empresas dedicadas a exportar frutas frescas.

El resultado del estudio indica que la bebida de Kéfir se puede vender en el mercado a un precio competitivo y la aceptación por la población es bastante buena, también determinó que la imagen del envase y etiquetado influyen en la aceptación de la población. La imagen de un producto y el costo del material de empaque es importante para definir la factibilidad económica de la elaboración de la bebida de kéfir de leche como también la aceptabilidad en el mercado.

El estudio de Monar, Davalos, Zapata (2014), se determinaron las variaciones de acidez y °Brix del kéfir de agua, elaborado con tres tipos de endulcorantes (panela, miel de abeja y azúcar blanca granulada), a diferentes tiempos de fermentación (24, 48 y 72 horas), en un panel sensorial se evaluaron los tres, midiéndose también la acidez y Brix para obtener las especificaciones fisicoquímicas.

El tratamiento con mayor aceptación debido a sus característica fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales fue el de miel de abeja a las 48 h de fermentación. Monar, Davalos, Zapat (2014), indica que “La caracterización fenotípica y genotípica de la microbiota indicó la presencia de *Leuconostoc holzapfelii*, *Leuconostoc pseudomesenteroides* y *Saccharomyces cerevisiae* lo que podría conferir características probióticas al Kéfir de agua” (p. 25). El aporte

más importante es que se evidencia que el Kéfir de agua tiene beneficios probióticos y también da indicio de la mejor fuente para endulzar esta bebida.

El Kéfir es una bebida láctea fermentada con bioactividad multifuncional, que a su vez representa una fuente de compuestos con actividad biológica. La microbiota de los granos de Kéfir está constituida principalmente por levaduras, bifidobacterias y bacterias ácido-lácticas y ácido acéticas. Estos microorganismos simbióticos generan metabolitos tales como exopolisacáridos, ácidos orgánicos y bacteriocinas, además liberan péptidos con potencial bioactivo. Las secuencias peptídicas resultantes pueden presentar estructuras químicas similares a las de los péptidos endógenos que actúan en el organismo como hormonas, neurotransmisores o reguladores. Estudios recientes in vitro e in vivo han demostrado que el Kéfir posee múltiples bioactividades, como antioxidantes, antihipertensiva, hipocolesterolémica, antimicrobiana, antiinflamatorio, hipoglucemiante y antitumoral.” Este aporte nos indica los beneficios que una bebida de kéfir puede aportar al consumidor si la consume de forma regular. (Rodríguez-Figueroa, 2017, p.15)

El fermento madre del Kéfir (nódulos de Kéfir) resiste la manipulación y alteración sin perder las propiedades características, López (2019) lo describe como “un cultivo milenario que se ha pasado siempre como un legado que ha pasado de mano en mano, al que se atiende en tan curiosa simbiosis” (p.15), también se define como una bebida funcional y económica, un auxiliar para mantener la salud y un alimento vivo con propiedades que aportan grandes beneficios a nuestra salud (López, 2019). El aporte es útil para la parte productiva de la bebida de Kéfir ya que hace ver que el cultivo se puede reutilizar, es decir que después de la fase de colado, se recuperan los nódulos y se pueden volver a cultivar, sin perder sus propiedades.

Olagnero, et al. (2007) Las bacterias ácido-lácticas son microorganismos que se utilizan como cultivos para elaborar yogurt, quesos, Kéfir, mantequilla, entre otros. El crecimiento de la demanda de estos macroorganismos en la industria de alimentos ha resurgido interés en la preservación de estas bacterias por diferentes métodos de secado que mantengan la viabilidad y la actividad de las células bacterianas durante su almacenamiento, transporte, uso y manejo a largo plazo.

Mediante el método de secado por atomización se obtienen productos a bajo costo y es eficaz, con relación al método de secado por liofilización que es el más utiliza con estos microorganismos y el costo de inversión que se requiere es más alto.

El aporte de este artículo es muy interesante ya que indica cual es el proceso de la obtención de los microorganismos de los cuales se obtiene el Kéfir y que hay dos opciones en el mercado, cada uno con diferente proceso y precio.

También muestra que la diferencia de precio entre un cultivo liofilizado y uno obtenido por secado por atomización es el costo en el proceso y no por la calidad del producto.

El estudio evaluó el efecto de la concentración de cultivo Kéfir al 3 %, 4 %, 5 % y 6 %, en las características fisicoquímicas, químico proximal, sensorial y reológicas de la leche fermentada de soya. El producto se obtuvo mediante los siguientes procedimientos: inoculación, incubación, agitación, filtración, envasado y almacenamiento, a una temperatura de 18°C por 48 horas de fermentación. Luego se realizó los análisis fisicoquímicos, químicos proximales, reológicas y evaluación sensorial. La concentración

más aceptada fue el del 4 %, pH de 4.5, acidez de 0.565, densidad de 1.028, 7.12 °Brix, contenido de proteína de 3.12 %, grasa 0.4 %, fibra 0.04% y carbohidratos 7.72 % con un índice Reológico (n) de 0.2515. Se concluyó que la leche de soya es un buen sustrato para ser fermentado con cultivo de Kéfir. (Leonardo, 2017, p. 15-25)

El aporte que se obtuvo con esta tesis es de vital importancia ya que indica que se puede utilizar un sustrato de leche vegetal, como también los parámetros fisicoquímicos que se pueden obtener, esta información servirá de guía para evaluar los parámetros fisicoquímicos del producto final.

López et al. (2017), realizaron un estudio de la fermentación de Kéfir de agua de fruta con tibicos, microbioglea los cuales con macro colonias útiles para la elaboración de Kéfir de agua de frutas y otros sustratos, estudiaron la cinética de la fermentación de Kéfir de agua de frutas, la biomasa que se obtuvo a las 43 h fue de 34.7 g, correspondiente al 72.2 % respecto al valor inicial, con pH de 4.6.

Al final de la fermentación se obtuvo una reducción de 1.5 pH, por la producción de etanol y que crecieron los tibicos, favoreciendo la acidificación. Durante la fermentación, se obtuvo ácido láctico, 0.477 g de ácido láctico/100 mL y su velocidad de producción.

La relación entre la producción de fenol y actividad antioxidante fue lineal, por lo tanto, los fenoles proporcionan la actividad antioxidante, durante la fermentación, se liberan y quedan disponibles.

Se encontró un mayor número de colonias en la microbioglea del Kéfir de agua de frutas que en el Kéfir de agua. El aporte que proporciona este artículo es la diferencia entre realizar un Kéfir con agua de piña y uno de agua,

proporcionándonos datos que servirán para el análisis de los sustratos que se utilizarán para realizar las diferentes bebidas de Kéfir.

Plaza (2019), describe como el Kéfir se puede utilizar para realizar diferentes platillos gastronómicos y también productos sucedáneos, indica que elaboró artesanalmente un queso de Kéfir muy parecido al mascarpone con el cual elaboró un pastel, además se utilizó en diferentes batidos de frutas, también se puede utilizar para realizar panes artesanales, bases de pizza, aderezos, yogurt y helados como fermento (masa madre).

En diferentes recetas el Kéfir se ha usado en reemplazo del yogurt, para elaborar, magdalenas, cubiletes, entre otros. Por último, se elaboró un requesón llamado queso de Kéfir, pudiendo ser los sustitutos de los productos lácteos que podemos encontrar en el mercado con beneficios extras para la salud del consumidor. También los siguientes: el Kéfir como sustituto del yogurt, mantequilla de Kéfir como sustituto de la mantequilla, y otras que se lograron obtener como, crema y requesón.

El aporte de esta tesis es valioso ya que se aprendió que el consumidor puede darle varios usos al Kéfir y no solamente consumirlo como una bebida, con esta información también se le puede dar un valor adicional al producto que se va a desarrollar en cuanto a mercadeo, describiendo que otras maneras se puede consumir.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

El origen del Kéfir se sitúa en la región del Cáucaso (entre Europa del Este y Asia Occidental, entre el mar Negro y el Mar Caspio). Los viajeros que transportaban leche en odres se percataron de que esta cambiaba, convirtiéndose en un producto espeso y de sabor algo agrio pero sabroso. Ello era debido a las condiciones ambientales del odre (temperatura elevada, poco oxígeno, movimiento) y a los azúcares de la leche, que los microorganismos del Kéfir consumían para crecer. (López et al., 2017).

El Kéfir en Guatemala es conocido en el área de Antigua Guatemala, ya que en esa región del país habitan muchos extranjeros, quienes fueron los que introdujeron ese producto al país.

Una de las principales causas por que las empresas de lácteos se encuentran resistentes a comercializar el Kéfir, es por el poco conocimiento que tienen del producto tanto el mercado como la industria. La inversión que se debe realizar no es significativa ya que el proceso del Kéfir es muy similar al de un yogurt y estas empresas ya cuentan con la infraestructura necesaria.

Las bebidas de Kéfir que se encuentran en el mercado son artesanales y distribuidas por tiendas especializadas, lo cual hace que el producto sea caro para el consumidor y poco accesible.

3.2. Descripción del problema

La empresa distribuidora de cultivos de Kéfir no logra la venta de estos cultivos, por lo que le está generando un costo de inventario.

El departamento comercial toma la decisión de promocionar estos cultivos, realizando la formulación de una bebida de Kéfir en la planta piloto que tiene la empresa e invitar a los clientes que ya consumen otros cultivos, y así presentarles esta formulación junto con los beneficios de la bebida.

Por lo tanto, se considera importante formular y desarrollar una bebida de Kéfir con diferentes sustratos para evaluar su sabor y así pueda proporcionar los beneficios que tiene esta bebida al consumidor, que sea versátil y accesible.

La disponibilidad de este producto en Guatemala es poca y actualmente sólo está disponible a nivel artesanal, es decir que no se cuenta con ningún control de inocuidad, calidad y regulaciones establecidas.

3.3. Formulación del problema

La pregunta central de la presente investigación es: ¿Cuál es la formulación adecuada para desarrollar una bebida de Kéfir para que sea aceptada por el consumidor, tenga una vida útil razonable y a un precio accesible?

Las preguntas auxiliares son:

- ¿Cuál es la formulación de bebidas de Kéfir de leche, agua y té?

- ¿Cuál es la formulación más aceptada por el consumidor por medio de análisis sensoriales?
- ¿Cuál formulación de bebida de Kéfir está al alcance económico de la población?
- ¿Cuál es el empaque adecuado para presentar el producto terminado para que permita una vida útil considerable?

3.4. Delimitación geográfica

El Desarrollo del producto se realizará en una empresa distribuidora de materias primas para alimentos ubicada en Mixco, Guatemala.

En una empresa guatemalteca dedicada a la fabricación y distribución de ingredientes y materias primas para alimentos tanto industrial como servicios de alimentos.

Su visión es ser líder en la región Centroamericana y El Caribe, en la producción y comercialización de ingredientes especializados y equipo para la industria de alimentos, bajo una filosofía de excelencia, innovación y compromiso en la calidad.

Tiene como objetivo ser líder en la producción y comercialización de ingredientes y equipos especializados para la industria de alimentos, comprometidos a brindar a sus clientes excelencia en el servicio, desarrollos a la medida y productos de alta calidad, comprometidos con el ambiente y la sociedad.

Dentro su portafolio de productos cuenta con sistemas de conservación, de saborización, sistemas de coberturas, ingredientes, sistemas funcionales y la línea de productos lácteos. Cabe mencionar que en Guatemala son los representantes de equipos para análisis de leche cruda.

4. JUSTIFICACIÓN

Dentro de las líneas de investigación de la Maestría en Ciencias y Tecnología de Alimentos se encuentra el desarrollo y formulación de productos alimenticios funcionales e innovadores.

El aporte de esta investigación radica en la innovación de un producto fermentado con microorganismos específicos que aportarán un sabor característico y beneficios nutricionales al consumidor, la base del producto será de leche, té y agua.

Al ofrecer una nueva opción de alimentos para el consumidor es importante tener en cuenta los beneficios que aportan, esta innovación beneficia a la industria láctea ya que es un producto que fácilmente lo puede producir con los equipos que ya cuentan y no es necesario realizar una inversión elevada o agregar una nueva línea de producción, ya que el proceso es muy parecido a la elaboración de yogurt. Al desarrollar esta investigación se aplicarán los conocimientos de tecnología de alimentos en la industria láctea.

El mercado nacional de lácteos se ha enfocado a la elaboración de quesos y yogurt, sin tomar en cuenta que existen una diversidad de productos derivados de la leche que son funcionales y muy populares en otras partes del mundo. La industria láctea recientemente en el mercado ha incursionado en las bebidas a base de frutas, ya que cuentan con la línea de distribución que se adapta a este mercado.

Por lo que se ha tomado la decisión de elaborar una bebida de Kéfir en planta piloto que guste a la población guatemalteca y que sea económica y puedan conocer los beneficios funcionales de la misma.

Se realizarán diferentes formulaciones con leche, agua (agua de frutas) y té, para poder obtener tres formulaciones que puedan ser evaluadas por un panel de consumidores a través de pruebas hedónicas de 5 puntos, donde los resultados serán analizados en una base de datos aplicando modelos estadísticos por medio de análisis estadístico Anova para obtener la mejor opción que será presentada como formulación elegida por consumidores entre 18 y 55 años.

Las tres formulaciones serán evaluadas a través de análisis fisicoquímicos y microbiológicos los cuales ayudarán a definir parámetros para el producto final al cual se determinará el costo final.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Formular una bebida funcional de Kéfir que sea aceptada en el mercado guatemalteco.

5.2. Específicos

- Formular una bebida funcional de Kéfir de leche, agua y té a escala laboratorio.
- Determinar la formulación más aceptada por el consumidor por medio de análisis sensoriales.
- Determinar el costo de las bebidas formuladas.
- Identificar el empaque adecuado para presentar el producto final preservando la inocuidad y beneficios nutricionales.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

El trabajo pretende apoyar a la parte comercial de la empresa, promocionando los cultivos de Kéfir por medio de la elaboración de una bebida funcional, en la planta piloto de dicha empresa y que además sea de agrado al consumidor.

La empresa que comercializa los cultivos está interesada en desarrollar la bebida de Kéfir, por lo que no solamente está dispuesta a aportar los ingredientes que sean necesarios, sino que, a prestar sus instalaciones, equipo y maquinaria para el desarrollo y evaluación sensorial, por lo que toda la parte práctica que conlleve esta investigación será desarrollada en las instalaciones de dicha empresa.

La aplicabilidad de esta formulación busca dar a conocer el Kéfir para producción a nivel industrial y no artesanal como los pocos que existen en el mercado. Al elaborar este producto a nivel industrial se garantiza el fácil acceso de la población por el tipo de línea de distribución que se maneja y también al ser industrializado el precio del producto final es accesible.

Se realizarán varias formulaciones con distintos tipos de leche, agua de frutas y té, y por medio de una prueba hedónica de cinco puntos donde se evaluará color, olor, sabor y textura y obtener la formulación más aceptable por el panel de consumidores.

Se identificará el empaque adecuado para envasar el producto final que preserve la inocuidad y beneficios nutricionales, esto se realizará por medio del

análisis de los diferentes tipos de empaque que existen en el mercado para bebidas.

Se realizarán pruebas fisicoquímicas y microbiológicas para determinar los parámetros de control y por último, se analizará la valoración económica del producto final.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Origen del Kéfir

Los alimentos obtenidos por medio de microorganismos han existido desde la antigüedad. Antiguamente se hacía mención de la importancia del chu para la fabricación del chiu como antiguamente se le conocían a las bebidas alcohólicas. Se comenta que el chu eran granos contaminados por mohos, que servían como enzimas, para la creación de sustancias menos complejas que otros microorganismos que transformarían en etanol a través de la hidrólisis del almidón.

Por esta razón se cree que el chu se descubrió poco tiempo después de que se empezó a consumir como alimento humano los granos, hace 7000 años. Cuando el hombre logró domesticar al ganado, el descubrimiento para la creación de una nueva gama de alimentos dio inicio y esto fue a través de la leche acidificada, este proceso, nacieron los alimentos producto de la fermentación (alimentos fermentados) el origen surgió por medio de experimentación accidental (García, Pérez, Caro, Mateo y Nevarez, 2004, p. 315).

Se tiene información de varios tipos de fermentaciones nativas, debido a que a finales del siglo XIX se inició a consumir leches fermentadas.

Consistían en el aislamiento de los microorganismos asociados, la acción del microorganismo sobre el sustrato, la metodología de preparación y recomendaciones del uso de estos microorganismos en la tecnología

Europea. Estos estudios se detuvieron al iniciar la primera guerra mundial y reaparecieron en los años 50. (López, 2019, p. 32)

Los alimentos fermentados se pueden obtener mediante los siguientes microorganismos:

- Mohos.
- Bacterias.
- Levaduras.
- Cultivos mixtos (López, 2019).

Dentro de la variedad de los alimentos fermentados resaltan los lactobacillus y en ocasiones las Enterobacterias. Por medio de estas bacterias se han producido una diversidad de bebidas y alimentos (García y Hernández, 2008).

Al Kéfir antiguamente se le llamó Champaña de la Leche, elaborada mediante los granos del profeta Mahoma, de esta manera el fermento era conocido en esa época, ya que Mahoma fue quien introdujo esa bebida entre su pueblo. También se le llamaba leche de búlgaros ya que se realizaba por medio de leche de búfalo, yegua, oveja y otros animales (Hunter, 1981).

7.2. El Kéfir

Es una bebida fermentada típica de Europa Oriental que proviene del XIX, entre las regiones que lo producen y consumen de forma constante se puede observar la longevidad y buena salud de su gente. Previene enfermedades provenientes del sistema respiratorio, del sistema digestivo como infecciones

intestinales, úlceras, restablece la flora intestinal y también ayuda a mejorar el apetito y mejora el sistema de defensas (Barrón, 2006).

El Kéfir se consume desde hace muchos años y se ha considerado un alimento que beneficia la producción de bacterias saludables en el organismo (prebiótico), lo cual proporciona una buena salud digestiva (Rabanal, 2015).

7.3. Gránulos de Kéfir (Cultivos Lácticos)

Los gránulos de Kéfir tienen una consistencia gelatinosa muy parecidos a las flores de coliflor, los microorganismos están conectados por medio de una estructura formada por polisacáridos junto con lípidos, azúcares y proteínas,

Los cuales se encuentran adheridos en una estructura matricial de un carbohidrato fibrilar, ramificado y compuesto de glucosa y galactosa, siendo un carbohidrato al cual se le llama kefiriano. Las bacterias lácticas, acéticas y levaduras están en el grano del Kéfir mediante una asociación simbiótica por medio de la cual intercambian sus productos metabólicos como fuente de energía y factor de crecimiento. El tamaño del gránulo de Kéfir es de 2 a 20 mm. (Lopitz-Otsoa, Rementeria, Elguezabal y Garaizar, J, 2006, p. 50)

7.3.1. Composición de los gránulos de Kéfir

La composición microbiana de los gránulos de Kéfir varían entre ellos, las levaduras *Saccharomyces Kéfir* son muy semejantes a la levadura de cerveza, y las levaduras lácticas como *Streptococcus cremoris*, *Lactis* y el *Lactobacillus caucasicus*, son microorganismos fundamentales (Veisseyre, 1980).

La forma de asociación entre los microorganismos principales del Kéfir son los Lactobacilos que hidrolizan la lactosa en galactosa y glucosa. Debido a las levaduras los azúcares se forman en alcohol (Groux,1973).

7.3.2. Kéfir con diferentes sustratos

Según Pérez (2017) en su artículo “Estudio de la comunidad microbiana del Kéfir y aislamiento de microorganismos con actividad antimicrobiana” (p. 12).

7.3.2.1. Kéfir con sustrato de agua

El Kéfir que tiene como sustrato el agua se le conoce como Kéfir de agua. Este tipo de Kéfir proviene de una estructura en donde conviven por medio de una combinación de diferentes variedades de bacterias y levaduras similares al Kéfir de leche. Estas se encargan de la doble fermentación que se desarrolla alcohólica y ácido-láctica (Pérez, 2017, p. 9).

La apariencia de estos gránulos es gelatinosa de color amarillo o naranja, se diferencian de los granulos de Kéfir de leche que son más pequeños y su estructura no es en pequeños ramilletes y el sabor se parece a una bebida cítrica a base de limón. La apariencia de los granulos de Kéfir de leche es transparente, de tono café claro y suelta (Plaza, 2019).

7.3.2.2. Kéfir con sustrato de té

“El Kéfir de té es conocido como Kombucha, es una bebida fermentada a base de té (sustrato) que se obtiene por medio de bacteria de ácido acético *Acetobacter xylinum* y dos tipos de levaduras, *Zygosaccharomyces rouxii* y *Candida sp.*” (Pérez, 2017, p. 11).

Estos microorganismos se desarrollan en una bebida de té fría con azúcar, para la fermentación se utiliza el té verde, rojo o negro. Cuando estos microorganismos se van desarrollando crea un círculo espeso en la superficie del té azucarado, el cual se va observando más grueso conforme van pasando los días. Día a día los microorganismos se van alimentando con el azúcar del té y la van consumiendo. El recipiente debe estar debidamente tapado para evitar el ingreso de contaminación, de lo contrario no se da la fermentación. Se recomienda tomar esta bebida en cantidades pequeñas cuando son las primeras veces que se consume (Pérez, 2017).

7.4. Elaboración del Kéfir

“La elaboración comercial del Kéfir requiere de cultivos seleccionados y eficientes que permitan controlar la micro flora involucrada para obtener producción de calidad y estandarizada, además de buenas propiedades químicas y organolépticas” (Juergenson y Mortenson, 1965, p.48).

Puede ser a base de leche de diferentes orígenes mediante una fermentación alcohólica y láctica, la característica principal es la presencia de CO₂ producido por levaduras lo que convierte a la bebida espumante. El inóculo debe ser muy singular, debe estar formado por una combinación de microorganismos retenidos en una estructura de polisacárido, lo que forma pequeñas masas simulando a granos de arroz. El inóculo se puede reutilizar separando por medio de filtración separando la leche fermentada. El producto final obtenido es una bebida láctea, fermentada que la la sensación de burbujas y ácida, la bebida contiene de 0.7 – 1.0 % de ácido láctico. Las pequeñas cantidades producidas de alcohol, dióxido de carbono y compuestos aromáticos que son responsables de dan ese sabor característico gaseoso y ácido (Hunter, 1981, p. 93).

El Kéfir es una leche fermentada que contiene cultivos ácido lácticos elaborados con granos de Kéfir, *Lactobacillus Kéfir*, especies de géneros *Leuconostoc*, *Lactococcus* y *Acetobacter* con producción de ácido láctico, etanol y dióxido de carbono. Estos granos están constituidos por levaduras fermentadoras de lactosa (*Kluyveromyces marxianus*) y levaduras no fermentadoras de lactosa (*Saccharomyces omnisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces exiguus*), *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* sp y *Streptococcus salivarius* subs. *Thermophilus*, los cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto. Por otro lado, los *Lactobacillus caucasicus* encuentra los factores de crecimiento que necesita entre los productos de degradación resultantes de la lisis de ciertas células de levadura que desaparecen del medio. El ácido láctico se puede considerar como un producto de oxidación de la lactosa después de haber sufrido el efecto de la enzima lactasa. (Coenders, 2011, p. 50-55)

7.4.1. Gránulos de Kéfir artesanal

El Kéfir en la región de Europa Oriental y Asia Occidental es elaborado por medio de dejar macerado en un odre leche y un trozo de estómago de vaca. La leche se inicia a cuajar de forma rápida y vuelven a llenar el odre con más cantidad leche para seguir obteniendo más Kéfir. Después de paso varios días se inicia a formar una costra como esponja en las paredes del odre. “Esta costra dividida y seca forma los gránulos de kéfir, cuyo aspecto son pequeños, amarillentos y mamelonados, estos gránulos están formados por un polisacárido creado por glucosa y galactosa” (Veisseyre, 1980, p. 292).

Actualmente el número de familias que realizan esta elaboración artesanal ha disminuido de forma considerable. La manera rápida para elaborar Kéfir en casa es llevar a ebullición la leche, enfriar y agregar los cultivos y durante la

noche dejarnos para que se fermenten o durante 24 horas, al siguiente día se filtra y ya se puede consumir (Veisseyre, 1980).

7.4.2. Yogur y Kéfir

El yogur se desarrolla por medio de los microorganismos, *Lactobacillus bulgaricus* y *thermophilus*, la fermentación que se produce es láctica por lo tanto el yogur es ácido, la textura es un gel suave, que puede llegar a ser un líquido un poco denso como una natilla, dependiendo del procedimiento de fabricación que se emplee (Gonzales, 2006).

El Kéfir es líquido, la fermentación que se produce es alcohólica, y su acidez es debido a que las proteínas se coagulan y la lactosa se convierte en alcohol mediante las levaduras (de Castro, 2009).

7.4.3. Valor nutritivo del Kéfir

El Kéfir posee varios aspectos nutricionales.

Figura 1. Valor Nutricional del Kéfir

Valor nutritivo del Kéfir		
Composición	Lactosa	• Reducción de la lactosa.
	Vitaminas	• Vitamina de grupo B.
Aspecto nutritivo	Energía	• En la fermentación se reduce un porcentaje considerable.
	Digestibilidad	Proteína y grasa • La proteína de las leches fermentadas coagula en el estómago en forma de partículas más finas que la leche normal, mejorando la digestibilidad.
		Modificación pH • Al consumir una leche fermentada, no aumenta el pH estomacal, así disminuyendo la existencia de patógenos.

Fuente: elaboración propia.

Los aportes nutricionales también dependen de la forma en que se almacenen y manejen los cultivos de los que se obtiene el Kéfir, estos deben ser alimentados de forma diaria para obtener una bebida de calidad (Pérez y Sánchez, 2010).

7.4.4. Métodos de conservación de los nódulos de Kéfir

- Temperatura ambiente: este método solamente se podrá aplicar si la región cuenta con un clima frío, de lo contrario el proceso de fermentación no se llevará a cabo.
- Refrigeración: al colocar los nódulos con leche a temperatura de refrigeración el proceso de fermentación se tardará más tiempo, sin embargo, la bebida filtrada tendrá mayor vida útil.
- Sumergidos en leche durante 5 días: consiste en dejar los nódulos de Kéfir sumergidos en cierta cantidad de leche de cualquier origen y colocarlo en refrigeración.
- Deshidratados: este método es utilizado cuando se quiere conservar por mayor tiempo y se quiera transportar a lugares lejanos. Al secar los nódulos de forma correcta se observará que se oscurecen un poco nunca deben llegar a ser de color café o con pequeñas manchas de color verdes. Cuando ya están deshidratados parecen pequeños granitos. Se deben almacenar de forma hermética en un lugar sin humedad y fresco. Al tener un proceso de secado correcto los nódulos podrán tener una vida útil 18 meses, al concluir su vida útil y se deseen utilizar, al querer hidratar los nódulos para reactivarlos se tardará más tiempo (Velasco, 2012).

7.4.5. Reactivación de nódulos deshidratados

Se debe utilizar leche fluida de cualquier origen. Los nódulos se colocan en un recipiente colocando la leche sobre estos durante varios días, la leche se debe renovar de forma diaria después de filtrar los nódulos, esta leche que se desecha no es consumible, si no, hasta que se consiga un aroma sensorialmente agradable. El proceso de reconstitución de los nódulos no debe ser mayor a 10 días (Pérez, 2017, p. 19).

Es importante que los cultivos lácteos los mantengamos de forma higiénica, para evitar que lleguen a morir y obtener una bebida con características diferentes (Pérez, 2017).

7.4.6. Elaboración del Kéfir a base de leche

También conocido como Yogurt Búlgaro y se asemeja al yogurt líquido, pero con un sabor característico y se obtiene de la mezcla de leche con gránulos de Kéfir generando una fermentación láctica. (Zittlau, 2003, p. 60)

7.4.6.1. Leche

La calidad de la leche cruda se define desde el ordeño, este debe realizarse de forma higiénica, las personas involucradas en el proceso deben tener una frecuencia de lavado de las manos y un procedimiento, como también desinfectar la ubre de la vaca que puede contener microorganismos que afecten la calidad de la leche, también la salud del animal puede afectar a esta. (Alais, 1984, p. 78)

7.4.6.2. Equipos

El equipo de ordeño debe contar con una frecuencia de limpieza y desinfección: baldes coladores, y tanques donde se transportará la leche. Los equipos deben lavarse con detergente sin olor, agua potable, agua caliente y desinfectar con un sanitizante de choque a 200 ppm (Avila y Gutiérrez, 2010).

7.4.6.3. Transporte

La forma de cómo se transporta la leche es un punto clave para la calidad de esta, la leche no es transportada de forma inmediata a la planta de producción, muchas veces se recolecta por rutas, la forma ideal de transportarla es por medio tanques refrigerados o transporte refrigerado, pero se sabe que esto es de alto costo por lo que el precio del producto final podría verse afectado por esa razón se debe transportar en tanques de acero inoxidable que permite mantener la frescura de la leche (Veisseyre, 1980).

7.4.6.4. Temperatura

La temperatura de almacenamiento de la leche no debe superar los 15°C, para evitar la proliferación de microorganismos. Si no se cuenta con un sistema de refrigeración, la leche no debe exponerse al sol y se puede sumergir el tanque recolector de leche en agua debidamente tapado (Veisseyre, 1980).

7.4.6.5. Análisis de calidad cruda en la recepción

En la recepción se debe realizar diferentes análisis para tener la garantía que la leche que se está recibiendo cumpla con la calidad requerida, se debe analizar

que con contenga antibióticos y no exista contaminación, como también se deben realizar pruebas organolépticas (Fernández, 1976).

7.4.6.6. Aplicación de BPM

Tanto en el ordeño, la recepción y producción de la bebida de Kéfir se deben seguir las Buenas Prácticas de Manufactura para obtener un producto que cumplan con los estándares de calidad e inocuidad. Por medio de las Buenas Prácticas de Manufactura se evita que se pueda tener contaminación física, biológica y química (Hobbs, 1971).

- La ropa debe estar siempre limpia, colocar cofia en el cabello, zapatos cerrados y limpios, no utilizar barba o bigote y las manos con las uñas cortas y limpias.
- Prohibido el ingreso con maquillaje, joyas, uñas postizas, uñas pintadas, perfumes.
- Tener implementado un sistema de limpieza y sanitización para los equipos, utensilios, pisos y paredes. Frecuencia de lavado de manos y procedimiento.
- No manipular los alimentos si tenemos síntomas de alguna enfermedad respiratoria o alguna herida en la mano.
- No utilizar utensilios o equipo de vidrio y madera, preferiblemente utilizar acero inoxidable (Baduil, 2012).

7.4.6.7. Parámetros de control

Para obtener una bebida inocua y de calidad se deben establecer parámetros de control, estos deben ser medibles y verificables.

- Temperatura de ordeño

“La leche ordeñada se encuentra entre los 37 °C a 39 °C, por lo que es recomendable bajar a 15 °C o menos, recomendablemente a 4 °C” (Veisseyre, 1980, p. 85).

- Recepción

La leche si no fue transportada a temperatura de refrigeración, después de realizar los análisis de recepción esta se debe almacenar a una temperatura de 2 -4 °C. Si se recibe a temperatura de refrigeración esta no debe perder su cadena de frío (Hobbs, 1971).

- Pasteurización

Para elaborar los diferentes alimentos de kéfir la leche debe ser pasteurizada. Dependiendo del alimento que se quiera producir, se enlista las temperaturas y tiempo de calentamiento.

- Bebida de Kéfir: se debe pasteurizar a 85 °C durante 15 minutos.
- Queso de Kéfir: la pasteurización debe ser a 65 °C por 30 minutos, luego del proceso de acidificación para cuajar se debe calentar a 36 °C por 8 minutos,
- Requesón de Kéfir: realizar pasteurización a 60 °C hasta que se observe que el producto se corte (Juergenson y Mortenson, 1965, p. 8).

- Cultivo

“Los gránulos de kéfir se mantienen a temperatura ambiente de 19 a 20 °C, no deben superar los 30 °C, ya que las bacterias y levaduras podrán verse alteradas” (Rabanal, 2015, p. 85).

- Refrigeración

Los productos elaborados de Kéfir requieren una temperatura de almacenamiento de 2-4 °C para evitar el crecimiento de microorganismos deteriorantes, conservar las características y asegurar la vida útil de los alimentos (Fernández, 1976).

8. PROPUESTA DEL ÍNDICE DE CONTENIDO

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

2. ORIGEN DEL KÉFIR

2.1 Kéfir

2.1.1 Gránulos de kéfir o cultivos lácticos

2.1.2 Tipos de kéfir

2.1.2.1 Kéfir de agua

2.1.2.2 Kéfir de té o kombucha

2.2 Elaboración del kéfir, manejo y mantenimiento

2.2.1 Microbiología de los gránulos de kéfir

2.2.2 Elaboración artesanal de kéfir

2.2.3 Diferencia entre el yogurt y el kéfir

2.2.4 Valor nutritivo del kéfir

2.2.5 Modo de conservación de los nódulos de kéfir

2.2.6 Reactivación de nódulos secos o deshidratados

2.2.7 Elaboración del kéfir

2.2.7.1 Leche

- 2.2.7.2 Equipo de ordeño
- 2.2.7.3 Transportación de la leche
- 2.2.7.4 Temperatura de la leche
- 2.2.7.5 Análisis de calidad de la leche cruda
- 2.2.7.6 Aplicación de bpms
- 2.2.7.7 Puntos críticos de control

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICE

9. MÉTODOLOGÍA

9.1. Diseño de la investigación

Para llevar a cabo la investigación se utilizará un diseño no experimental debido a que este tipo de investigación nos permite observar los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos. Este tipo de investigación es sistemática, se indaga sobre las relaciones de causas y efectos sin ejercer control sobre las variables. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

El trabajo de investigación se realizará en cuatro fases distintas. La primera será formular las distintas bebidas de Kéfir, la segunda fase se evaluarán las propiedades sensoriales de las bebidas a través de un primer panel conformado por las personas del laboratorio en la empresa a desarrollar, en la tercera fase se evaluará con otro panel sensorial donde ya se decidirá el producto más aceptado y por último se obtendrá el precio de mercado de la bebida más aceptada para evaluar la factibilidad de su producción a escala industrial.

9.2. Tipo de estudio

Permite recaudar más información que la recopilada por los enfoques de manera separada. El enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos.

La presente investigación se considera un estudio mixto debido a que se analizará variables de tipo cualitativa y cuantitativa, como el precio de mercado de la bebida elaborada y análisis sensorial.

La investigación es transversal cuando la investigación se centra en analizar cuál es el nivel o estado de una o diversas variables en un momento dado o bien en cuál es la relación entre un conjunto de variables en un punto en el tiempo.

9.3. Alcance

El alcance de tipo descriptivo no permite la comprobación de hipótesis ni la predicción de resultados, sin embargo, con este tipo de investigación será posible caracterizar globalmente el objeto de estudio. (Lerma, 2009)

El alcance de la investigación es de tipo descriptivo, ya que su propósito es describir el estado, características, factores y otros aspectos presentes en situaciones o fenómenos naturales. Para el presente trabajo se pretende describir las condiciones y la aceptabilidad de una bebida de Kéfir elaborada a nivel planta piloto.

9.4. Variables

Se establecen las variables del producto a obtener.

Tabla I. **Variables del producto**

Nombre de la Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
Formulación de Productos	Mezcla de ingredientes alimenticios que en cantidades adecuadas aseguran el suministro nutritivo adecuado.	Crear tres formulas con diferentes proporciones de materia prima.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formulación 1 con leche: % de cada ingrediente, lista de ingredientes ▪ Formulación 2 con té: % de cada ingrediente, lista de ingredientes ▪ Formulación 3 con agua: % de cada ingrediente, lista de ingredientes

Continuación de la tabla I.

Análisis Sensorial	Disciplina de la química analítica de los alimentos que se ocupa de los métodos y procedimientos de medición en los cuales los sentidos humanos constituyen el instrumento. (Torricella, R., Zamora, E., & Pulido, H.2007)	Prueba adónica de 5 puntos en un panel de consumidores y análisis de varianza anova	<p>Acceptación de mejor fórmula, el análisis se realizará con un panel capacitado y luego con un panel poblacional</p> <p>Indicador, análisis estadístico, escala</p> <p>Sabor: se evaluará por medio de percepción</p> <p>Aroma: se evaluará por medio de percepción</p> <p>Acceptabilidad general.</p>
Costos	Es el valor de lo consumido o inmovilizado en un proceso de producción o el consumo, valorado en dinero, de los bienes o servicios necesarios para la producción que constituye el objeto de la empresa (Alonso, R & Serrano, A. 2011)	Análisis de costo del producto, desde las materias primas, elaboración y empaque	Cuantificar en forma monetaria cada etapa del proceso proyectándolo a nivel industrial, para evaluar la factibilidad de poner el producto en el mercado.
Propuesta de empaque	Etapa del proceso en la que se propondrá un empaque para el producto terminado, tomando en cuenta costos de materiales y tipos de barreras.	Análisis de costos de materiales y funcionalidad del empaque propuesto.	<p>Costo por unidad o paquete.</p> <p>Tipo de barrera.</p> <p>Condiciones de empaque.</p> <p>Presentación del producto: litros, ml</p>

Fuente: elaboración propia.

9.5. Fases de la investigación

La investigación se dividirá en las siguientes fases:

- Fase 1: formulación y elaboración

En esta fase se seleccionarán los ingredientes a utilizar y creará la fórmula para cada bebida que se va a elaborar, luego se procederá a la elaboración de las diferentes bebidas con los porcentajes adecuados de cada uno de los ingredientes.

- Fase 2: análisis

En esta fase se realizará el análisis sensorial de cada una de las bebidas elaboradas para determinar cuál gusta más, se realizará con personas capacitadas y luego con un panel de consumidores.

- Fase 3: propuesta de empaque

Elaboración de propuesta de empaque para posterior comercialización, incluyendo especificaciones y recomendaciones de uso, como también la presentación del producto final.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Los datos serán recolectados mediante las herramientas diseñadas para tal fin, como lo son:

- Boleta de aceptabilidad de sabor
- Boletas de registro de evaluación acidez
- Boletas de registro de olor

Los datos que se obtengan de las pruebas de análisis sensorial se tabularán en un programa de Excel. Para la prueba hedónica se utilizará una escala de 5 puntos en donde las categorías se convierten puntajes numéricos donde 1 representa me desagrada y 5 me gusta mucho. Los puntajes se tabularán y analizarán. Se utilizará el modelo estadístico de tipo descriptivo, en donde los datos obtenidos serán recolectados, parametrizados, organizados y analizados, y se presentarán por medio de frecuencias y porcentajes, y se representarán mediante gráficas, con el objeto de determinar las conclusiones.

- Recolección de datos:

La recolección de datos será mediante una encuesta que incluye una prueba hedónica donde se medirá la aceptabilidad de las variables sensoriales olor y sabor.

- Determinación estadística de medias:

Los datos obtenidos de la encuesta serán tabulados para determinar el valor medio en los rangos establecidos en la prueba hedónica, de cada variable para cada formulación.

Los valores medios serán calculados utilizando la herramienta de Microsoft Excel.

- Comparación de medias:

La técnica de análisis de información que se utilizará será la comparación de medias, utilizando los valores medios obtenidos tras la tabulación de datos de las encuestas.

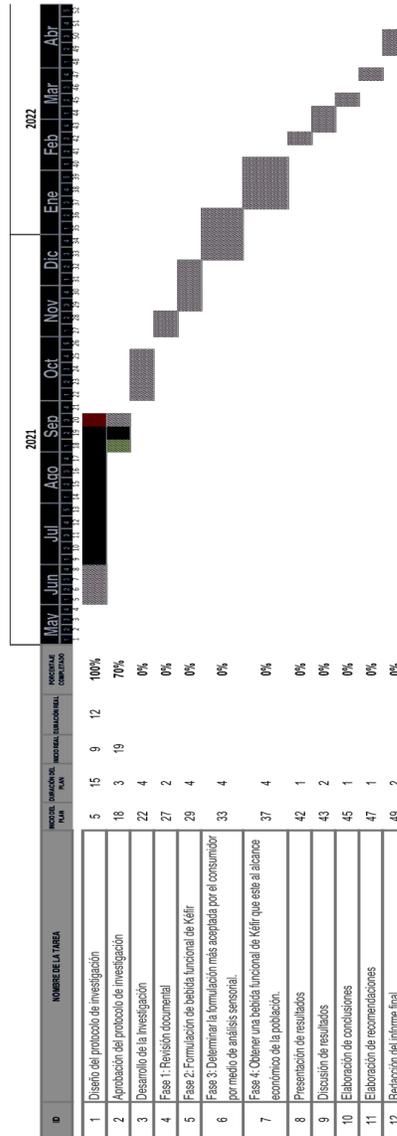
- Análisis de aceptabilidad:

Se determinará la aceptabilidad general de cada formulación, teniendo como base el análisis de comparación de medias.

Seguido de esta determinación, se podrá establecer la formulación con mayor aceptación sensorial por parte de los consumidores.

11. CRONOGRAMA

Figura 2. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Este trabajo de investigación es factible, porque se cuenta con los recursos necesarios para su ejecución, en cada uno de las fases descritas anteriormente para poder cumplir con los objetivos planteados.

Para llevar a cabo dicha investigación se solicitará apoyo a una planta piloto ubicada en Mixco para hacer uso de sus instalaciones para llevar a cabo el proceso de formulación donde se cuenta con los estándares de calidad en la formulación alimentos. Así también se hará uso de laboratorios externos para realizar los análisis microbiológico y fisicoquímicos. Los recursos financieros necesarios durante el desarrollo de la formulación y empaque final serán aportados por el investigador.

Tabla II. **Recursos necesarios para la investigación**

	Item	Cantidad	Costo q.	Fuente de financiamiento
Recurso humano	Asesor	1	0.00	Donación
	Investigador	1	0.00	Propio
	Consumidores	100	0.00	Donación
	Panelistas	10	0.00	Donación
Recursos materiales	Cultivos	1 sobre	200	Propio
	Leche	100 litros	600	Propio
	Agua	100 litros	300	Propio
	Aditivos	5 gramos	500	Donación
	Empaque	6	500	Propio

Continuación de la tabla II.

Equipo	<i>Mezcladora</i>	1	0	<i>Donación</i>
	Pasteurizador	1	0	Donación
	Inoculador	1	0	Donación
	Bowls	1	100	Propio
	Paletas	3	40	Propio
	Total		2,040	

Fuente: elaboración propia.

Para la realización del proyecto es necesario una inversión de Q 2,040 la fuente de financiamiento será totalmente propia. Siendo los recursos aportados suficientes para la investigación, se considera que es factible la realización del estudio.

13. REFERENCIAS

1. Alais, Z. (1984). *Manual para educación agropecuaria. Elaboración de productos lácteos*. México: Trillas.
2. Almanza, F., y Barrera, E. (1991). *Tecnología de leches y derivados*. Santa fe de Bogotá: Unisur.
3. Ávila, S., y Gutiérrez, A. (2010). *Producción de leche con ganado bóvido*. México: El Manual Moderno, S.A. de C.V.
4. Baduil, S. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. México: PEARSON.
5. Barrón, B. (mayo, 2006). *Elaboración de Kéfir*. (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, México. Recuperado de <https://docplayer.es/63521564-Titulo-del-trabajo-elaboracion-de-kefir-informe-tecnico-de-la-opcion-curricular-en-la-modalidad-de-microempresa.html>.
6. Britos, S., Saraví, A., y Vilella, F. (2010). *Buenas prácticas para una alimentación*. Argentina: Fundación Bunge y Born.
7. Coenders, A. (2011). *The Chemistry of Cooking*. España: Acribia, S.A.
8. De Castro, R. (2009). *El libro del yogur*. Barcelona: SUSAETA.

9. Fernández, C. (1976). *Quesos, Tecnología de control y calidad*. Madrid: GRAFICAS UGUINA.
10. García J., y Hernández, R. (2008). *Fermentación de leche descremada UHT a partir de gránulos de Kéfir* (Tesis de licenciatura). Universidad de El Salvador, San salvador, El Salvador.
11. García N., Pérez Q., Caro I., Mateo J., Nevarez V. (2004). *Efecto del porcentaje de inóculo y del tiempo de incubación sobre las características físico-químicas del kéfir* (Tesis de licenciatura). Universidad autónoma de Chihuahua, México.
12. Gonzales, A. (2006). *Establecimiento de una curva de acidificación del yogur Zamorano* (Tesis de licenciatura). Zamorano, Honduras.
13. Groux, M. (1973). *Etude des composants de la flaveur du yoghourt*. Francia: INRA Editions.
14. Hernández R., Fernández C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Editorial Mc Graw Hill.
15. Hobbs, B. (1971). *Higiene y toxicología de los alimentos*. España: ACRIBIA.
16. Hunter, B. (1981). *Yogur, Kéfir y demás cultivos de leche*. Madrid: EDAF.
17. Juergenson, E. y Mortenson, W. (1965). *Prácticas aprobadas en la producción de leche*. México: CONTINENTAL, S.A.

18. Juergenson, E., y Mortenson, W. (1965). *Prácticas aprobadas en la producción de leche*. México: CONTINENTAL, S.A.
19. Leonardo, L. (2017). *Evaluación Físicoquímica, Químico Proximal y Sensorial de la Lecha de Soya Fermentada con Cultivo Kéfir*. (Tesis de licenciatura). Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Perú. Recuperado de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4844>.
20. Lerma, H. (2009). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
21. López, A. (2019). *Elaboración de Leche Fermentada con gránulos de Kéfir*. (Tesis de maestría). Universidad de Valladolid, España. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32166>.
22. López, J., García, S., Hernández H. y Cornejo, M. (Mayo, 2017). *Estudio de la Fermentación de Kéfir de Agua de Piña con Tibicos*. Revista Mexicana de Ingeniería Química, 16(2), 405-414. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/620/62052087007.pdf>.
23. Lopitz-Otsoa, F., Rementeria, A., Elguezabal, N. y Garaizar, J. (Marzo, 2006). Kéfir, una comunidad simbiótica de bacterias y levaduras con propiedades saludables. *Revista Iberoamericana de Micología*, 8(23), 67-74.
24. Monar, M., Davalos, I. y Zapata, S. (Junio, 2014). Caracterización química y microbiológica del kéfir de agua artesanal de origen

ecuatoriano. *Avance en Ciencias e Ingenierías*, 6(1), 25.
Recuperado de
<https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/160>.

25. Olagnero, G., Abad, A., Bendersky, S., Genovois, C., Granzella, L. y Montonati, M. (2007). Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *DIAETA (B. Aires)*, 25(121), 21-33.
26. Pardo, M. (2005). *Indicadores de Ciencia y Tecnología*. Bogotá, Colombia: Ántropos.
27. Peña, M., Cortés, M. y Valencia, F. (2019). Secado por Atomización de Bacterias Ácido Lácticas. *Ingeniería y ciencia*, 15(29), 179-213.
Recuperado de
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6955073>.
28. Pérez, D. y Sánchez, L. (2010). *Leches fermentadas: Aspectos nutritivos, tecnológicos y probióticos más relevantes*. Zaragoza, España: AASA.
29. Pérez, M. (2017). *Estudio de la comunidad microbiana del kéfir y aislamiento de microorganismos con actividad antimicrobiana* (Tesis de licenciatura). Universidad de Jaén, España.
30. Plaza, J. (marzo, 2019). *Proceso de Elaboración de Kéfir y su Aplicación Gastronómica*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias de La Hospitalidad. Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32166>.

31. Rabanal, L. (2015). *Procesos Agroindustriales de Productos Lácteos* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú.
32. Rodríguez-Figueroa, J. (Junio, 2017). Avances en el estudio de la bioactividad multifuncional del Kéfir. *Interciencia*, 42(6), 347-354. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/339/33951621003/html/>.
33. Veisseyre, R. (1980). *Tecnología Técnica*. España: ACRIBIA.
34. Velasco, M. (2012). *Evaluación de quesos semimaduros con la utilización de fermento casero kéfir*. (Tesis de licenciatura). Escuela superior politécnica de Chimborazo, Ecuador. Recuperado de <https://1library.co/document/z1dr12pz-evaluacion-quesos-semimaduros-utilizacion-fermento-casero-kéfir.html>.
35. Velasco, M. (2012). *Evaluación de quesos semimaduros con la utilización de fermento casero (KÉFIR)* (Tesis de licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
36. Zittlau, R. (2003). *El Gran Libro del Kéfir*. Barcelona, España: EDICIONES OBELISCO S.L.

14. APÉNDICE

Apéndice 1. Tabla de recolección de datos



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Estudios de Posgrados
 Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Tablas de recolección de datos por formulación

Formulación 1	INGREDIENTE	CANTIDAD	UNM	PORCENTAJE
Formulación 2	INGREDIENTE	CANTIDAD	UNM	PORCENTAJE
Formulación 3	INGREDIENTE	CANTIDAD	UNM	PORCENTAJE

OBSERVACIONES _____

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Tabla de Análisis Físicoquímicos



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Estudio de Posgrados
 Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Tablas de recolección de datos físicoquímicos Formulación 1	Etapa del proceso	pH	°Brix	Densidad ρ (g/ml)	Temperatura T (°C)

OBSERVACIONES _____

Formulación 2	Etapa del proceso	pH	°Brix	Densidad ρ (g/ml)	Temperatura T (°C)

OBSERVACIONES _____

Formulación 3	Etapa del proceso	pH	°Brix	Densidad ρ (g/ml)	Temperatura T (°C)

OBSERVACIONES _____

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Boleta de evaluación sensorial**



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Estudios de Posgrados
 Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Nombre: _____

Fecha: _____

INSTRUCCIONES:

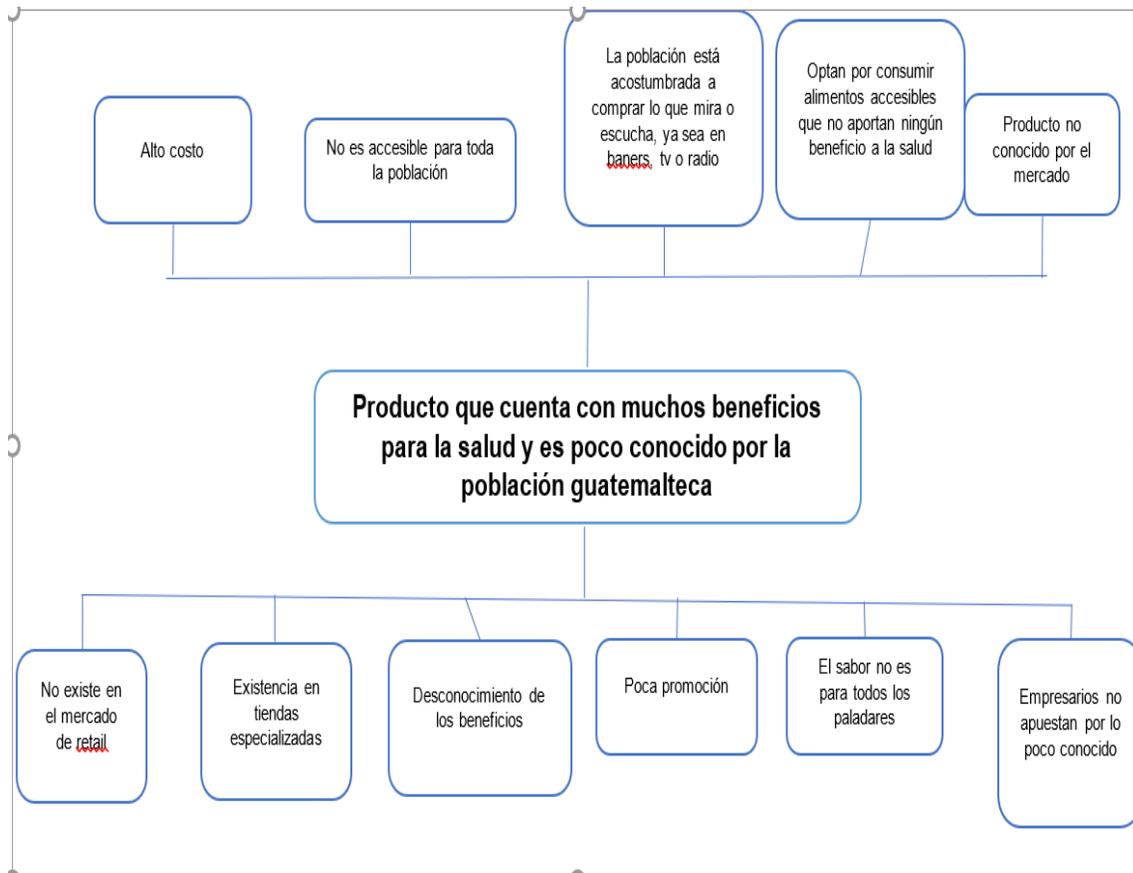
Frente a usted se presentan tres muestras de bebidas de Kéfir. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, de izquierda a derecha. Indique el grado en el que le gusta o le disgusta cada atributo a cada muestra, de acuerdo al puntaje, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Clasificación	Puntaje
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3
No me gusta	2
Me desagrada	1

CÓDIGO	Clasificación para cada atributo			
	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
Muestra A				
Muestra B				
Muestra C				

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Árbol del problema



Fuente: elaboración propia.