



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
PUEBLA**



Facultad de Ingeniería Química

*“Formulación de una bebida fermentada a base del residuo
que se obtiene a partir del proceso de elaboración de requesón”*

TESIS PROFESIONAL

Para obtener Título de:

Licenciatura en Ingeniería en Alimentos

Presentan:

Georgina Luna Morales

Valeria Santiago Méndez

Director de tesis:

M.I.Q. Montserrat González Limón

Codirector de Tesis:

M.I.A. Miriam Vega Hernández

Puebla, Pue. Diciembre 2023

ÍNDICE

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
2. JUSTIFICACIÓN	8
3. OBJETIVO GENERAL	11
3.1 Objetivos específicos	11
4. MARCO TEÓRICO	12
4.1 Impacto ambiental de los residuos alimentarios	12
4.2 Desarrollo sostenible	14
4.3 Economía circular	16
4.4 Fundamento de bebidas fermentadas	18
4.5 Fermentación natural	19
4.6 Kombucha	21
4.6.1 Composición	21
4.6.2 Propiedades Antioxidantes	21
4.6.3 Propiedades Hidratantes	22
4.6.4 Propiedades Antibacterianas	22
4.6.5 Propiedades digestivas	22
4.7 Calpis	22
4.7.1 Composición	23
4.7.2 Propiedades	23
4.8 Leche	24
4.8.1 Propiedades fisicoquímicas de la leche	24
4.8.2 Composición de la leche	27
4.8.2.1 Proteínas	28
4.8.2.2 Azúcares	31
4.8.2.3 Lípidos	31
4.8.2.4 Sales minerales	32
4.8.2.5 Vitaminas	32
4.9 Queso	32
4.9.1 Proceso	33
4.9.2 Criterios de clasificación	34
	1

4.9.3 Composición química y valor nutritivo	34
4.10 Lactosuero	34
4.10.1 Proceso	35
4.10.2 Composición nutrimental	35
4.11 Requesón	36
4.11.1 Proceso	37
4.11.2 Valor Nutrimental	37
4.12 Zumo de limón	38
4.12.1 Generalidades	38
4.13 Jengibre	39
4.13.1 Generalidades	39
4.13.2 Composición química y valor nutrimental	40
4.14 Pruebas fisicoquímicas	42
4.14.1 Presencia de aminoácidos	42
4.14.1.1 Reacción de Biuret	43
4.14.1.2 Reacción de Million	43
4.14.1.3 Reacción de Ninhidrina	44
4.14.2 Prueba de Acidez	44
4.14.3 Prueba de pH	45
4.14.4 Prueba de grados Brix	45
4.14.5 Prueba de Densidad	46
4.15 Evaluación Sensorial	47
5. METODOLOGÍA	48
5.1 Elaboración de requesón	48
5.2 Diagrama de Proceso	50
5.3 Materia Prima	51
5.4 Pruebas fisicoquímicas	51
5.4.1 Presencia de aminoácidos	51
5.4.1.1 Reacción de Biuret	51
5.4.1.2 Reacción de Millon	51
5.4.1.3 Reacción de Ninihidrina	52
5.4.2 Prueba de acidez	52

5.4.3 Prueba de pH	52
5.4.4 Grados Brix	52
5.4.4 Densidad	53
6. RESULTADOS	54
6.1 Rendimiento	54
6.2 Reacción de Biuret	55
6.3 Reacción de Million	56
6.4 Reacción de Ninhidrina	58
6.4 Prueba de acidez titulable	59
6.5 Prueba de pH	61
6.6 Prueba de grados Brix	61
6.7 Prueba de densidad	63
6.8 Elección de formulación	64
6.8.1 Pruebas fisicoquímicas	64
6.8.2 Evaluación sensorial	65
7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	74
8. CONCLUSIONES	76
9. BIBLIOGRAFÍA	78

ÍNDICE TABLAS

No.	Nombre	Página
Tabla 1	Principales caracteres físico-químicos de la leche	26
Tabla 2	Composición proteica de leche	28
Tabla 3	Componentes nutricionales para 100 g de jengibre	40
Tabla 4	Pruebas preliminares de residuo de lactosuero	54
Tabla 5	Resultados Reacción de Biuret	55
Tabla 6	Resultados Reacción de Millon	56
Tabla 7	Resultados Reacción de Ninhidrina	58
Tabla 8	Resultados de acidez titulable	59
Tabla 9	Resultados pH	61
Tabla 10	Resultados Grados Brix	61
Tabla 11	Resultados Reacción de Densidad	63
Tabla 12	Parámetros de bebida seleccionada	64

ÍNDICE FIGURAS

No.	Nombre	Página
Figura 1	Propiedades del limón	38
Figura 2	Reacción de Biuret residuo	55
Figura 3	Reacción de Biuret pruebas preliminares	55
Figura 4	Reacción de Millon residuo	56
Figura 5	Reacción de Millon pruebas preliminares	56
Figura 6	Reacción de Ninhidrina residuo	58
Figura 7	Reacción de Ninhidrina pruebas preliminares	58
Figura 8	Formulario de evaluación sensorial	66
Figura 9	Género de personas encuestadas	67
Figura 10	Edad de personas encuestadas	68
Figura 11	Color de bebida	68
Figura 12	Olor de bebida	69
Figura 13	Sabor de bebida	70
Figura 14	Textura de bebida	70
Figura 15	Sensación de picor de bebida	71
Figura 16	Sabor predominante de bebida	72
Figura 17	Comentarios de encuesta	73

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es un recurso vital en la vida humana, por lo que protegerla debe ser uno de los principales objetivos. En la mayoría de los países desarrollados, las tasas de tratamiento de aguas residuales son altas, en México las descargas de aguas residuales se clasifican en municipales (abastecimiento público urbano y rural) y no municipales (otros usos como industria autoabastecida). Según cifras oficiales, se trata solo el 52.7% de las aguas municipales que se generan, y el 32% de las aguas no municipales (Comisión Nacional del Agua (Conagua), 2016) por lo que mucha agua contaminada se vierte a nuestros lagos o lagunas y zonas costeras sin ningún tratamiento previo (Ramírez y Valencia, 2009).

En nuestro país no existen datos concretos de la utilización del suero, se estima que se aprovecha sólo cerca el 10% (Chamorro, 2014). Se deduce que a partir de 10 litros de leche de vaca se producen de 1 a 2 kg de queso y un promedio de 8 a 9 kg de suero. Esto simboliza aproximadamente el 90% del volumen de la leche, por lo que, posee la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de ésta: 95% de lactosa, 25% de las proteínas y 8% de la materia grasa de la leche (Aider, 2009; Fernández, 2009).

El suero se divide en dulce (pH superior a 8), medio ácido (pH 5-5,8) y ácido (pH inferior a 5) (Belitz y Grosch, 1997). En México, el suero producido es dulce y medio ácido. Por otro lado, las proteínas y la lactosa se transforman en focos importantes de contaminación, ya que, el líquido desechado al ambiente sin ningún tipo de tratamiento posee una carga de materia orgánica que permite la reproducción de microorganismos dando como resultado cambios significativos en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) del agua contaminada (Koutinas et al., 2009; Almeida et al., 2009).

- Las aguas residuales de la industria láctea son una fuente de contaminación importante y debido a su valor nutritivo del lactosuero se han desarrollado tecnologías alternativas para su reutilización en la elaboración de productos alimenticios con resultados positivos y favorables (Londoño, 2006). Se debe

tomar en cuenta que la ciencia y la tecnología no sólo afectan al ambiente, también tienen el compromiso de restaurarlo y conservarlo, en este caso desarrollando nuevos productos en beneficio de la sociedad (Díaz et al., 2004). Actualmente, como resultado del desarrollo progresivo de la tecnología, las bebidas fermentadas pueden aportar múltiples beneficios para la salud, ya que, son una buena fuente de probióticos, que se atribuyen a mejorar la salud intestinal. Cuando las bacterias vivas en tu vientre están equilibradas y trabajando juntas, puede ayudar a:

- Refuerza tu sistema inmunológico.
- Mejora y facilita digestión.
- Renueva y restaura la flora intestinal. (Scripps Affiliated Medical Groups, 2023).

El queso tiene una gran demanda tanto a nivel nacional como internacional, lo que lo convierte en un nicho de mercado atractivo para que los productores de queso artesanal consideren el uso de suero en la elaboración de este producto. La elaboración de productos, como el requesón, coadyuvaría en gran medida a reducir pérdidas de componentes nutricional, biológico y funcionalmente valiosos. El aprovechamiento del lactosuero, en la formulación en este tipo de bebidas, obedece tanto a la necesidad de reincorporar los componentes nutricionales y funcionales de este subproducto a la dieta humana, así como aprovechar la versatilidad funcional de sus componentes.

El lactosuero, generado por la industria quesera, ofrece un gran potencial para el desarrollo de productos con alto valor agregado. El aprovechamiento de las propiedades funcionales, nutritivas y bioactivas de los componentes del lactosuero, en la elaboración de productos, tales como, requesón, mantequilla, dulces y bebidas, ofrece opciones tecnológicas adecuadas para la industria quesera de baja tecnificación. Su utilización como materia prima en la obtención de co-productos, mediante el uso de la infraestructura disponible, es una alternativa viable para agregar valor al lactosuero e incrementar la rentabilidad económica de empresas, optimizando el aprovechamiento integral de sus recursos con un enfoque sustentable. (Hartel, 2018).

2. JUSTIFICACIÓN

La industria láctea como parte del sector alimentario, constituye uno de los eslabones más relevantes de la cadena alimenticia. La leche por ser un producto perecedero requiere de un procesamiento para obtener un alimento más estable y apto para la prolongación del tiempo de consumo.

Es ahí donde radica la importancia de esta industria, dentro de las cuales se encuentran las procesadoras de leches líquidas, leche en polvo, quesos, mantequilla, yogurt y otros derivados. Durante la elaboración de dichos productos se generan descargas líquidas, sólidas y gaseosas. Los efluentes líquidos se caracterizan por su contenido de aceites y grasas, materia orgánica expresada en términos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), y sólidos suspendidos que provienen de las aguas de proceso, de lavado, pérdidas de materia prima, etc. (McIntosh et al., 1998).

Las empresas queseras no consideran factible un sistema de tratamiento para dichos efluentes, ya que representa una alta inversión de capital. Para disminuir los efectos contaminantes del lactosuero es importante realizar análisis que permitan proponer sistemas adecuados de tratamiento o alternativas de reutilización, que además permitan a las empresas obtener un beneficio adicional del desecho (Lugardo, 2013). En el caso de la elaboración de quesos existen grandes cantidades de suero, que, de no ser usados, se convierten en la mayor carga contaminante de las aguas residuales de las plantas de derivados lácteos. Sin embargo, el lactosuero es una materia prima de gran relevancia puesto que sus proteínas tienen propiedades funcionales que les permiten ser muy útiles en el sector alimenticio tales como productos horneados, bebidas para deportistas, alcohol, bebidas fermentadas, chicles, empaques biodegradables, inhibidores de crecimiento, proteínas unicelulares, azúcares exógenos y concentrados de proteínas (Modler y Emmons, 2001).

Destinado a la elaboración de bebidas se puede identificar el mayor uso del lactosuero, Jimenez et al. (2018) formularon y caracterizaron una bebida de mango a base de lactosuero con un alto contenido proteico y reducido en grasa, libre de conservadores con una vida de 18 días en refrigeración a 4°C y buena estabilidad en color, acidez, pH y concentración de fenoles y flavonoides.

Gavilanes et al. (2018) elaboraron una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote obteniéndose como mejor tratamiento en cualidades físico-químicas el elaborado con 50% lactosuero y 6% harina, bebida que presentó características semejantes a un yogurt tradicional con buena aceptación por los catadores.

Rodríguez et al. (2020) plantearon una bebida a base de suero lácteo descremados sin sal y pulpa de *Theobroma grandiflorum* obtuvieron una bebida de 70% lactosuero y 30% de copoazú, siendo el sabor el factor de mayor puntuación. La bebida presentó porcentajes proteicos superiores a los requerimientos para bebidas lácteas lo que hace posible brindar al consumidor una bebida con importantes características nutricionales.

Las proteínas de lactosuero son usadas ampliamente en una variedad de alimentos gracias a sus propiedades gelificantes y emulsificantes, siendo la β -lactoglobulina el principal agente gelificante (McIntosh, 1998).

Por otro lado, contiene gran cantidad de aminoácidos ramificados necesarios para la síntesis de las proteínas del músculo esquelético, puesto que, su alto contenido en leucina estimula la síntesis proteica y supone un estímulo celular para el crecimiento y la reparación celular (Capol. 1996).

La elaboración de bebidas fermentadas ofrece una solución atractiva tanto comercial como ecológica, debido a que el producto final obtenido del suero residual de leche podría tener un alto valor económico (Teixeira et al., 2010) y mediante la

fermentación se evitaría el problema de la contaminación directa del agua a través del suero residual.

La economía circular busca un equilibrio entre la economía, la naturaleza y la sociedad mediante una producción más limpia basada en el manejo de tecnologías y materiales renovables, la adopción de políticas adecuadas y estables y el incremento en la eficiencia del uso de los recursos (principalmente de los desechos urbanos e industriales) (Ghisellini, Cialani y Ulgiati, 2016). Este proyecto cumple con los propósitos del desarrollo sostenible puesto que se promueve la salud y bienestar de la población proponiendo una bebida con múltiples beneficios para la salud, se reduce la cantidad de materia y energía empleada en el proceso de producción y de esta manera se previene el desperdicio y regeneración de recursos.

3. OBJETIVO GENERAL

Proponer una formulación y su caracterización fisicoquímica de una bebida fermentada a base del residuo obtenido de la elaboración del requesón para minimizar daño ambiental.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.1.1 Realizar análisis fisicoquímicos al residuo obtenido de la elaboración de requesón con la finalidad de conocer su potencial de aprovechamiento.

3.1.2 Diseñar diversas formulaciones con diferentes proporciones con adición de agua, azúcar, residuo de requesón y saborizantes como zumo de limón y jengibre.

3.1.3 Selección y caracterización fisicoquímica de la fórmula que presenta las mejores características sensoriales.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS ALIMENTARIOS

La forma en que se utilizan los recursos naturales para producir alimentos depende en gran medida de factores humanos, económicos, culturales y sociales. Esto se manifiesta en los diversos cambios que se producen en la naturaleza a través de la modificación de los paisajes, el uso y extracción de especies y variedades de plantas y animales, y la manipulación del agua y el suelo (R. Parra, 2009).

A partir de los datos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en su Índice de desperdicio de alimentos 2021, podemos hacernos una idea global de las cifras que alcanza el desperdicio de alimentos. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización de Naciones Unidas (ONU), cada año se desperdician **931 millones de toneladas de alimentos**, es decir, el 17% del total de alimentos disponibles para los consumidores. (FAO, 2021). Estudios recientes indican que dichas pérdidas representan solo el 25% de la producción total, pues una porción se utiliza para la alimentación de animales y en la producción de biocombustibles (Kummu et al., 2020).

La industria láctea genera una gran cantidad de residuos líquidos principalmente leche diluida, seguido de residuos sólidos y emisiones atmosféricas (Chamorro, 2014).

Las principales fuentes de contaminación ambiental en el proceso de pasteurización y enfriamiento se encuentran:

- Derrame y pérdida de producto y desechos durante proceso
- Alto contenido en azúcares
- Leche descremada
- Suero de leche
- Artículos empleados en la actividad de limpieza (Koutinas et al., 2009).

Mientras que dentro de las actividades que generan más residuos en el proceso de producción de queso son:

1. Corte y desuerado: Su función es separar las partículas que coagulan en el suero. El efecto producido por esta manipulación varía según el volumen del suero obtenido.
2. Salado: En esta operación se utiliza cloruro de sodio como aditivo para mejorar el sabor del producto. El agua residual obtenida de esta operación tiene un alto valor de conductividad.
3. Procesos auxiliares: La planta cuenta con procedimientos de esterilización y limpieza. En este proceso utiliza detergentes ácidos y alcalinos como los ácidos nítrico y fosfórico.
4. Pérdida de materia prima: Durante el proceso de elaboración de queso los rangos de pérdidas durante un ciclo productivo varían en un rango de 0.5% a 2.5% del volumen total de leche ingresada al proceso. (Ocadiz, 2016).

El problema ambiental causado por el vertido de residuos provenientes de la elaboración de quesos, en especial de lactosuero representa una gran fuente de impacto ambiental puesto que la descarga de lactosuero a las fuentes de agua dulce e incluso al mismo suelo representa uno de los efluentes de mayor volumen y contaminación. Los sólidos orgánicos solubles que no se aprovechan en la industria quesera son vertidos al medio ambiente constituyendo una fuente potencial para que se presenten condiciones de insalubridad en el cuerpo receptor (Marcelo y Rizvi, 2008).

A nivel mundial, es importante actuar para prevenir la pérdida y el desperdicio de alimentos a lo largo de la cadena alimentaria debido a impactos sociales, económicos y ambientales, además de los aspectos éticos de producir alimentos para el consumo humano.

El mercado lácteo de México está impulsado por la demanda de nutrición y dietas equilibradas, el crecimiento de la población y el creciente consumo de alimentos precocinados. En el marco del Día Mundial de la Leche, el secretario de Agricultura y Desarrollo Rural, Víctor Villalobos Arámbula comentó que la producción de leche de México, a fines de 2020, fue de 12,8 millones de toneladas métricas, el año pasado, México se ubicó en el decimoquinto productor de leche, al aportar el 2%

de la producción mundial, con un volumen de 13 mil 110 millones 517 mil litros y, para este 2023, se estima un crecimiento de 1.8% (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023). De igual forma, la quesería mexicana produce una gran cantidad de lactosuero, ya que por cada kg de queso producido, se generan entre 8 L y 9 L de lactosuero, que se traduce en una producción superior a los 2.4 millones de T anuales, del cual se estima que solo la mitad es aprovechado (Mollea et al., 2013).

4.2 DESARROLLO SOSTENIBLE

El desarrollo sostenible es una forma de encontrar un equilibrio entre las personas, los recursos naturales y el desarrollo económico sin comprometer la calidad de vida de las personas, y mucho menos de los ecosistemas. En otras palabras, el desarrollo sostenible actúa como un puente entre la humanidad y el medio ambiente, con el objetivo de promover una mejor interacción entre ambos (UANL, 2022).

Este tipo de desarrollo debe ser:

- **Equitativo:** Esta característica incluye el crecimiento económico y la inclusión social. La riqueza generada por el crecimiento económico debe aterrizar en la erradicación de la pobreza y mayor igualdad.
- **Vivable:** La preservación del medio ambiente tiene como objetivo garantizar la existencia de un lugar adecuado donde vivir, tanto para las generaciones presentes como para las futuras.
- **Viable:** Intersección entre desarrollo económico y la protección del medio ambiente. Se debe proteger al medio ambiente, sin duda, pero sin dejar de generar crecimiento económico. (Lifeder, 2022).

El desarrollo sostenible tiene 17 objetivos que están presentes en la Agenda 2030 que ha sido ratificada por las Naciones Unidas. Estos son:

1. **Fin de la pobreza:** Reducir de manera considerable el hambre y la pobreza en el mundo.

2. Hambre cero: El sector alimentario y agrícola ofrecen soluciones clave para el desarrollo sostenible y son vitales para la eliminación del hambre y la pobreza. Reduce el desperdicio de comida y apoya a los agricultores locales.
3. Salud y bienestar: Asegurar el bienestar y la vida sana a todas las personas.
4. Educación y calidad: Promover una mejor educación y empleos de calidad que sirvan para un óptimo desarrollo económico.
5. Igualdad de género: Promover la igualdad de género, así como también, eliminar las desigualdades.
6. Agua limpia y saneamiento: Mejorar los servicios básicos en todo el mundo, como el acceso al agua limpia.
7. Energía asequible y no contaminante: Permitir acceso a fuentes de energía que sean accesibles y que no contaminen al medio ambiente.
8. Trabajo decente y crecimiento económico: Crear oportunidades laborales.
9. Industria, innovación e infraestructura: Modernización de las infraestructuras al igual que las industrias para la creación de comunidades y ciudades sustentables (R. Parra, 2009)
- 10.Reducción de las desigualdades: Apoyar a personas necesitadas y reducir la desigualdad en y entre países.
- 11.Ciudades y comunidades sostenibles: Incentivar al uso de bicicleta, caminar o hacer uso de medio de transporte para reducir la contaminación.
- 12.Producción y consumo responsables: Incentivar a la sociedad para la producción y el consumo responsable de los recursos naturales.
- 13.Acción por el clima: Planificar nuevas y mejores acciones para combatir el cambio climático y así garantizar la protección de la vida terrestre y submarina (Lifeder, 2022).
- 14.Vida submarina: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
- 15.Vida de ecosistemas terrestres: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.
- 16.Paz, justicia e instituciones sólidas: Promover la paz en todos los territorios, así como también, crear instituciones sólidas y mantener la justicia.

17. Alianzas para lograr los objetivos: Revitalizar Alianza Mundial para lograr cada uno de los objetivos (ONU, 2020).

4.3 ECONOMÍA CIRCULAR

Se trata de un nuevo modelo de producción y consumo que garantiza un crecimiento sostenible en el tiempo. Con este sistema se promueve la optimización de recursos, la reducción en el consumo de materias primas y el aprovechamiento de los residuos, reciclándolos o dándoles una nueva vida para convertirlos en nuevos productos y evitar el desperdicio de productos naturales (Steffen et al., 2015).

Por lo tanto, la economía circular tiene como objetivo aprovechar al máximo los recursos materiales de los que disponemos alargando el ciclo de vida de los productos.

Apuesta por reutilizar materiales cuando su vida útil se agote, realizando este proceso de recuperación y reciclaje de la manera más respetuosa con el medio ambiente. Por tanto, sin olvidar lo económico, se prima el beneficio social y medioambiental, interrelacionándose de manera muy estrecha con la sostenibilidad (Tukker y Tischner, 2006).

Gracias a la economía circular se obtienen los siguientes beneficios:

- Proteger al medio ambiente: Reduce las emisiones, minimiza el consumo de recursos naturales y disminuye la generación de residuos.
- Beneficia la economía local: Puede beneficiar la economía local al fomentar modelos de producción basados en la reutilización de residuos cercanos como materia prima.
- Fomenta el empleo: Estimula el desarrollo de un nuevo modelo industrial más innovador y competitivo, así como mayor crecimiento económico y más empleo.
- Favorece la independencia de recursos: La reutilización de los recursos locales puede favorecer una menor dependencia de la importación de materias primas (Glueckler y Dickstein, 2015).

La Economía Circular apuesta por el uso en lugar del consumo, por ello, los principios bajo los que se rige son los siguientes:

- Rediseñar: Pensar y diseñar los productos de modo que su proceso de fabricación consuma menos materias primas, alargue su vida útil y genere menos residuos (o al menos residuos que sean más fáciles de reciclar). De este modo se incrementa el cuidado del medio ambiente.
- Reducir: Cambiar nuestros hábitos de consumo hacia un modelo más sostenible. Si reducimos el consumo, se evita la generación de residuos, el gasto de materias primas y, por lo tanto, se reduce el impacto en el medio ambiente.
- Reutilizar: Usándolos de nuevo o dando otra utilidad a los productos alargamos su vida útil.
- Reparar: Hasta ahora, cuando un producto se estropeaba tendemos a reemplazarlo, sin embargo, repararlo no solo es más económico, sino que evita el uso de nuevas materias primas, ahorra energía y no genera residuos al medio ambiente.
- Renovar: Actualizar objetos antiguos para que se puedan volver a utilizar como vintage, como por ejemplo los muebles.
- Reciclar: Promover las mejores prácticas en la gestión de los residuos y utilizar aquello que sea posible como materia prima para la fabricación de nuevos productos.
- Recuperar: Dar nuevos usos a productos que se van a desechar, como por ejemplo, utilizar las botellas de plástico para crear sistemas de riego, maceteros o comederos de aves (Ghisellini et al., 2016).

Con la finalidad de disminuir el problema de la contaminación, es necesario depurar el suero lácteo antes de descargarlo en los cuerpos de agua o en el suelo. Los costos de tratamiento de la mayoría de los sistemas utilizados en la actualidad son relativamente altos, sobre todo de los que se emplean convencionalmente en las plantas de tratamiento de aguas residuales. Por lo tanto, la utilización de lactosuero como materia prima para la obtención de ingredientes funcionales, tales como probióticos y prebióticos es una alternativa económica y tecnológica interesante (FAO/WHO, 2001).

Actualmente existen bebidas y suplementos a base del suero de leche, sin embargo, no se tiene mucha información acerca del residuo de éste mismo. Es por ello que al desconocer las propiedades que aporta éste líquido optan por desperdiciarlo y generar mayor contaminación aún cuando hay vida útil que puede dar origen a un producto nuevo.

Lo que se busca con este proyecto es aplicar los principios de la economía circular puesto que se busca una alternativa para obtener el mayor provecho posible a nuestra materia prima (residuo de suero de requesón) y así obtener un producto el cual sea benéfico para todos y al mismo tiempo se reduzca la contaminación.

4.4 FUNDAMENTO BEBIDAS FERMENTADAS

La historia de las bebidas fermentadas se remonta a unos 9000 años, desde entonces forman parte de la dieta humana. En ese entonces no había refrigeradores y la gente tenía que elegir diferentes métodos para conservar las bebidas y los alimentos, durante sus experimentos, se dieron cuenta de que la fermentación era una de las mejores formas de conservar los alimentos (Mermelstein, 2010).

Además de conservar los alimentos, la fermentación tiene muchos beneficios para el cuerpo humano, tales como:

- Mejora y promueve la digestión al proporcionar nutrientes y enzimas que no están disponibles a través de otros métodos de cocción.
- Restaura la flora intestinal y previene la reproducción de bacterias patógenas y sus toxinas.
- Obtención de muchos minerales (Vargas, 2010).

Una gran variedad de alimentos y bebidas, como el pan, la cerveza, el vino, el yogurt y los quesos, son producidos mediante procesos de fermentación. Además, mediante esta vía, se producen productos más innovadores, con nuevos ingredientes y características especiales que han permitido desarrollar intensamente la tecnología de los alimentos (Velásquez, 2003).

De acuerdo con el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, las bebidas fermentadas se obtienen gracias a una interacción controlada de microorganismos con el alimento, esto crea cambios dentro de sus componentes que dan como resultado un líquido con diversas propiedades (Doyle, 2001). Cabe mencionar que el consumo de este tipo de bebidas ayuda al bienestar de las personas; incluso, por sus propiedades se sugiere incluirlas en la dieta diaria (Rojas, 2010)

De acuerdo a Dennis Kelleher, CEO de la empresa irlandesa Good Culture Kombucha (2022), el mundo de las bebidas fermentadas no alcohólicas está en fase de crecimiento y la progresiva aceptación de este tipo de productos hace que las empresas del sector estén trabajando en diferentes oportunidades entre las que destacan:

- La investigación en la mejora del perfil aromático para ofrecer una mejor experiencia al consumidor.
- La producción de nuevas bebidas basadas en cócteles o mezclas de kombucha con otro tipo de bebidas (Kelleher, 2022).

4.5 FERMENTACIÓN NATURAL

La fermentación es un proceso que llevan a cabo ciertos organismos unicelulares como parte de su metabolismo. Suele ocurrir a partir de glúcidos o hidratos de carbono que pueden presentarse, por ejemplo, en forma de glucosa, sacarosa, maltosa y fructosa, entre otros. En palabras más sencillas la fermentación ocurre de forma natural cuando el azúcar entra en contacto con ciertas variedades de levaduras y bacterias (Louise Spratt, 2016).

Las bacterias y levaduras conviven en una “comunidad” simbiótica, lo cual significa que tienen una relación de dependencia mutua conocida como Cultivo Simbiótico de Bacterias y Levaduras (conocido como SCOBY, su acrónimo en inglés).

Durante el proceso de la fermentación, la SCOBY hace que el azúcar se descomponga en ácidos, vitaminas, minerales, enzimas y dióxido de carbono, lo cual aporta el efecto gaseoso a la bebida. Es decir, el azúcar alimenta a las bacterias y levaduras para que fermenten, por lo tanto, la bebida no contiene azúcar o tiene un nivel muy bajo. Cuánto más se deja fermentar, más bajos son los niveles de azúcar (Louise, 2016).

Hay tres factores fundamentales para una fermentación exitosa:

- Temperatura ambiental: Temperaturas muy elevadas aceleran la actividad de las bacterias y levaduras y también el proceso de fermentación, mientras temperaturas muy bajas lo hacen más lento, alterando el sabor. La temperatura ideal para la fermentación es de entre 20-27°C.
- Oxígeno: El flujo de aire es necesario para facilitar el proceso de fermentación. Se aconseja fermentar la bebida en un recipiente con una tapa de tela permeable.
- Área de superficie del líquido: Cuanto mayor es la superficie del líquido, más espacio tienen las moléculas para agitarse y por lo tanto, más rápido se produce la fermentación. Lo ideal sería una superficie de 5-8 cm.

Lo ideal es conseguir una fermentación gradual y controlada para evitar que la bebida tenga un sabor muy avinagrado (Spratt, 2016).

Por lo anterior mencionado, la fermentación sirve para que los organismos unicelulares produzcan energía en forma de ATP para sobrevivir. Solamente los organismos anaeróbicos, facultativos o estrictos, que no necesitan oxígeno pueden fermentar. Normalmente es necesario el oxígeno como aceptor final de electrones para la producción de energía, cosa que ocurre en los organismos aerobios. Aún así, los anaerobios pueden usar otros compuestos (Spratt, 2016).

El proceso no solamente genera energía, sino que también da como resultado final compuestos orgánicos. Por eso, el proceso ha sido aprovechado por el ser humano en la industria alimenticia entre otras (Spratt, 2016).

4.6 KOMBUCHA

Actualmente se conocen muchos alimentos y bebidas que son buenos para cuidar la salud y la kombucha es uno de ellos. Es una bebida que contiene muchas propiedades beneficiosas para el organismo y que siguió realizándose a partir de la fermentación del té y que adquiere un sabor dulce y ácido (Carrascosa et al., 2005).

Los primeros consumidores de kombucha fueron los chinos. Pero pronto, debido a sus muchas propiedades beneficiosas, el llamado hongo inmortal se extendió desde allí a Japón, Rusia y Europa. A lo largo de los siglos, la kombucha se ha vuelto más popular en Europa y América (Rodríguez, R., 2015).

El hongo Kombucha es un consorcio de microorganismos compuesto por levaduras y bacterias, utilizado para fermentar bebidas hechas de té negro o té verde con azúcar, con propiedades benéficas para la salud por contener antioxidantes, flavanoles, flavonoides, catequinos y polifenoles (González-Tellez et al. 2018).

4.6.1 Composición

La kombucha está compuesta por una serie de elementos beneficiosos para el organismo:

- Vitaminas: B1, B2, B3, B6, B12, ácido fólico, C, D, E y K.
- Enzimas.
- Ácidos orgánicos esenciales.
- Minerales: hierro, potasio, zinc, manganeso, cobre, calcio, magnesio.
- Levaduras y polisacáridos (Islas et al., 2014).

4.6.2 Propiedades Antioxidantes

La kombucha es una bebida rica en polifenoles. Estos compuestos actúan sobre el organismo con efectos antioxidantes y son agentes vasodilatadores y antiinflamatorios. Además, son excelentes para combatir la diabetes y la obesidad.

Así que si combinas la kombucha con una dieta sana y equilibrada, tu cuerpo se depurará y te sentirás mucho mejor (Brado, G. et al., 2017).

4.6.3 Propiedades Hidratantes

Se caracteriza por ser rica en agua, vitaminas y minerales. Todos estos ingredientes ayudan a hidratar el cuerpo de una manera muy saludable. Además, beber kombucha en diferentes sabores puede ser más saludable y placentero que beber agua u otras bebidas con más azúcar y aditivos.

4.6.4 Propiedades antibacterianas

La kombucha se fermenta para producir ácido acético. Esta sustancia es capaz de combatir y eliminar diversas bacterias y microorganismos que se encuentran en el organismo. Para mejores resultados, es ideal preparar kombucha con té negro o verde para disfrutar de todas sus propiedades antibacterianas (O'Brien M. et al., 2003).

4.6.5 Propiedades digestivas

Tiene un efecto positivo sobre las bacterias beneficiosas que mejoran la microbiota intestinal. Además, los ácidos orgánicos y los probióticos presentes en ella facilitan el equilibrio y la regulación de la flora intestinal. Una bebida para combatir el estreñimiento y los problemas relacionados con esta enfermedad (González-Tellez et al. 2018)

4.7 CALPIS

Calpis es una bebida japonesa muy popular en el continente Asiático, que se elabora con agua, leche desnatada, fermentos lácteos y azúcar. Su nombre proviene de 2 palabras "Cal" se toma de la palabra "calcio" y "Pis" que se toma de la palabra "Salpis", que es uno de los cinco sabores descritos en el budismo (Narváez, 2018).

Es una bebida de aspecto lácteo, suave y un poco ácida, en pocas palabras se trata de una bebida producto de la fermentación láctica. Es una bebida concentrada, se puede diluir añadiendo agua o también leche. Dicha bebida está etiquetada como un refresco sin gas (Chaves y González, 2020). Sin embargo, calpis es baja en grasas y no tiene cafeína. Contiene ácidos lácticos que se dice que ayudan a la digestión y la salud (Dokkoi Japan. 2022).

Además de beberla, también se utiliza para dar sabor a los kakigori (helados de hielo) y en cócteles. La creación de esta bebida japonesa se atribuye a Kaiun Mishima que viajó a Mongolia en 1904 y se inspiró en una bebida mongola hecha con leche fermentada, llamada airag o kumis, a la que se atribuían numerosas propiedades medicinales, pero fue hasta 1919 que se lanzó al mercado. Comenzó como una bebida sin sabor que sólo traía beneficios, pero decidió mezclar con azúcar para que tuvieran su característico sabor. Es importante mencionar que no sabe realmente a leche, sino que tiene un sabor agridulce, bastante pronunciado y diseñado para saciar por completo la sed (Berta y Jesús. 2021).

4.7.1 Composición

La bebida posee los siguientes componentes:

- Agua
- Leche desnatada
- Ácido láctico
- Azúcar (González et al., 2020).

4.7.2 Propiedades digestivas

Los calpis poseen lactobacilos por lo cual protegen la flora intestinal y mejoran la digestión (Narvaéz, 2018).

4.8 LECHE

La leche se define como la secreción natural de las glándulas mamarias de los mamíferos con el fin de alimentar a sus crías. En todo el mundo y debido a la diversidad biológica y cultural la leche consumida proviene de diferentes especies, aunque la leche de vaca representa el mayor volumen (Belitz y Grosch, 1997; Marcelo y Rizvi, 2008). Se pueden distinguir tres etapas:

1. Fase acuosa: Se encuentran sales, azúcares, proteínas, vitaminas y aminoácidos disueltos.
2. Fase sólida: Se encuentra en estado coloidal constituida por proteínas complejas (principalmente caseína) fosfatos y otras sales insolubles en calcio.
3. Fase de emulsión lipídica: Está formada por grasas, esteroides (principalmente colesterol) y vitaminas liposolubles (vitaminas A y D). Estos componentes se derivan de la glándula mamaria (grasa caseína etc.) y de la sangre (proteína de suero vitaminas etc.) (Hinrichs et al., 2004).

4.8.1 Propiedades físico-químicas de la leche

- Color

La leche es una combinación de diferentes suspensiones; Contiene coloides de pequeñas partículas sólidas de caseína también conocidas como micelas (grupos de varias moléculas de caseína unidas entre sí por fosfato de calcio u otras sales). Pero son las micelas y los glóbulos de grasa los que aportan la mayoría de las propiedades físicas de la leche (Jodorcovsk, 2009). Existe una relación directa entre la ingesta de grasas y proteínas; Cuanta más grasa, más proteína. Éstas últimas, constituyen de 3 a 4% del peso total de la leche y se dividen en 2 grandes grupos: caseínas y proteínas de suero (o no caseínas) (Belitz y Grosch, 1997).

La caseína constituye el 80% de la proteína de la leche, se libera de las células

lactantes en forma de “micelas”. Su color se debe a que las micelas de caseína reflejan la luz dándole así un color blanco lechoso (Revilla, 2000). Sin embargo, los carotenos en las grasas tienen diversos grados de pigmento amarillo lo que le proporciona a la crema un color ligeramente amarillo (Marcelo y Rizvi, 2008).

- Olor

Cuando está fresca la leche casi no tiene un olor característico pero es fácil captar el aroma de los elementos que contiene. La leche fresca (recién ordeñada) posee un ligero olor en el ambiente donde se obtiene pero luego este aroma desaparece. Por otro lado, apenas podemos percibir el olor de la leche comercial a menos que se trate de un olor extraño. Entre los olores extraños de la leche se encuentran los que provienen de ciertos alimentos ingeridos por los animales, el medio ambiente, los utensilios y los microorganismos (Nasanovsky, 2001).

- Sabor

La leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce debido al contenido de azúcar de la lactosa. Por contacto puede capturar fácilmente el sabor de las hierbas (Nasanovsky, 2001).

También existe un olor producido por microorganismos presentes en la leche y el sabor de la leche hervida o cocida que depende de la intensidad y duración del tratamiento térmico provocando la formación de compuestos sulfurosos a partir de la leche radical sulfuro (Revilla, 1996).

TABLA 1

Principales caracteres físico-químicos de la leche (Veisserey, 1997).

Densidad	1.030 – 1.034 kg/m ³
Calor específico	0.93 J/(kg-K)
Punto de congelación	-0.55°C
pH	6.5 – 6.8

- Densidad

Existen diversos factores que afectan la densidad de una muestra de leche. La densidad de la leche entera depende del contenido de grasa y proteína. El agua tiene una densidad de 1 g/ml pero la densidad de la grasa es menor que la del agua y la densidad de los sólidos no grasos es mayor que la del agua (Revilla, 2000).

El almacenamiento de la leche a diferentes temperaturas puede afectar la medición de la densidad. Cuando la leche se calienta su estructura globular cambia y su densidad disminuye. Otra medida utilizada para determinar la densidad de la leche es la gravedad específica, esto es simplemente el grado de peso de una unidad de volumen de leche comparada (dividida por) con el peso del mismo volumen de agua a la misma temperatura (INIFAP, 2009).

- pH

El pH expresa sólo la concentración de hidrógeno y éste nos permite medir la acidez actual. La leche normal tiene un pH entre 6.5 y 6.8. No hay ácido láctico en la leche cruda pero este ácido se crea cuando la lactosa en la leche fermenta con el tiempo.

Cuando el pH desciende a 4.7 a temperatura ambiente las proteínas se coagulan (Meyer, 1990) Los diferentes valores de pH son causados por el deficiente estado sanitario de las glándulas mamarias, por el CO₂ disuelto, por el crecimiento

de microorganismos que descomponen o convierten la lactosa en ácido láctico, o bien, por la acción de microorganismos alcalinizantes (Nasanovsky, 2001).

- Punto de congelación

El punto de congelamiento de la leche se encuentra afectado por los sólidos disueltos. La sustancia disuelta que posee el mayor efecto en el punto de congelamiento es la lactosa, que se encuentra presente en cantidades más abundantes (Cuéllar, 2008). El valor promedio es de -0.54°C (oscila entre -0.513 y -0.565°C). Como se aprecia es menor al del agua, y es consecuencia de la presencia de las sales minerales y de la lactosa. La leche se congela a -0.55°C con una variación de -0.50 a -0.55°C (Revilla, 1969).

- Punto de ebullición

El punto de ebullición es de 100.17°C . Según Revilla (1969). Éste varía de acuerdo a la composición y la presión. Agregar sólidos, sal, azúcar o ácidos aumenta el punto de ebullición.

- Calor específico

La leche fresca puede tolerar calentamiento sin cambios en su estructura; solamente el calentamiento prolongado rompe las micelas de caseína y puede causar cambios en los azúcares de la leche. Una vez que el pH ha caído como resultado del almacenamiento, es probable que la leche cambie cuando se calienta y que los sólidos se coagulen (Nasanovsky, 2001).

4.8.2 Composición de la leche

Desde el punto de vista fisicoquímico, la leche es una mezcla homogénea de varias sustancias y un alimento casi completo, ya que sólo es pobre en hierro, vitamina D y vitamina C. Está compuesta por grasa, proteína, lactosa, minerales (sólidos totales) y agua. Su valor nutricional, así como el económico están directamente asociados con su contenido de sólidos (Liu et al., 2005).

4.8.2.1 Proteínas

Las proteínas junto con las sales minerales forman el componente más complejo e importante de la leche tanto en su composición como en el estado fisicoquímico en el que se encuentran. La importancia de los componentes proteicos de la leche radica en:

- I. Es uno de los principales componentes de la leche después del agua, la lactosa y la grasa.
- II. El ingrediente más importante desde el punto de vista nutricional.
- III. Cuanto mayor sea el contenido de proteína de la leche cruda mejor será la eficiencia del procesamiento.
- IV. Las propiedades fisicoquímicas más importantes de la leche especialmente las relacionadas con la estabilidad de la leche derivan de la presencia de proteínas en forma micelar (caseína) (Belitz y Grosh, 1997).

Las proteínas de la leche son de un alto valor biológico (30 - 36 g/L) y fundamentales en la nutrición humana. Estas proteínas son de dos tipos:

- a) Caseína en suspensión coloidal, 80%
- b) Lactoglobulina y Lactoalbúmina del suero, 20% (Meyer et al., 1986)

En la composición de aminoácidos destaca: un alto porcentaje de ácido glutámico y, de acuerdo con la FAO, una deficiencia en metionina, cisteína y una ligera deficiencia en triptófano. Entre las proteínas de la leche destacan: la caseína, las albúminas, las globulinas, las proteosas-peptona y la lactoferrina (Meyer et al., 1986).

TABLA 2

Composición proteica de leche (Revilla, 1996)

Grupo	Descripción
Caseínas	Es una proteína completa es decir

	aporta los aminoácidos esenciales necesarios para el mantenimiento de la vida. capacidad de coagulación de la leche. en forma de queso o yogur. Los más importantes son α β y κ que representan 50, 30 y 15% de caseína total (Miller, GD, 2007).
Albúminas	Dentro de este grupo se encuentran las β-lactoglobulina, α -Lactoalbúmina y seroalbumina (Crossman, 1985).
β -lactoglobulina.	Constituye la proteína soluble más abundante (3 g/L) en la leche, se conocen siete variantes genéticas siendo las A y B las más frecuentes en la leche de los rumiantes y de los mamíferos. Precipita a 100°C y a pH 4.5 (Revilla, 1996).
α -Lactoalbúmina.	Está presente en la leche de todos los mamíferos y junto con la anterior son las dos más importantes del lactosuero. Es una proteína muy sensible a la temperatura, se desnaturaliza fácilmente de modo reversible. Existen 2 variantes genéticas, A y B (es la que se presenta en la leche de vacas de razas europeas) (Belitz y Grosch, 1997)
Seroalbúmina	Es uno de los componentes mayores

	del suero sanguíneo. Supone solamente el 5% de las proteínas solubles de la leche (Grasselli et al., 1997)
Globulinas	Coagulan una amplia variedad de bacterias y esporas y se consideran entre los principales agentes antibacterianos de la leche cruda. La inmunoglobulina es la más grande de todas las moléculas presentes en la leche presente en pequeñas cantidades y derivada de la sangre o sintetizada en la propia glándula mamaria. Son las más termoresistentes (Mehra et al., 2006).
Proteosas-peptona	Sustrato de la reacción activada por la luz solar que conduce a la producción de sabores anormales y son Inhibidas por la lipólisis en la leche de vaca (Belitz y Grosch, 1997).
Lactoferrina	Son llamadas proteínas protectoras de la leche. Son proteínas no inmunológicas que aumentan y complementan el sistema inmune. En la especie humana es uno de los componentes de la leche que participan en la protección del recién nacido frente a los microorganismos y es de color rojo (Wakabayashi et al., 2006).

4.8.2.2 Azúcares

Otro componente de la leche son los azúcares siendo el azúcar principal la lactosa. Los demás son: glucosa, galactosa, aminoazúcares y azúcares fosforilados entre otros que se encuentran en pequeñas cantidades (Konrad y Kleinschmidt, 2008).

El poder edulcorante de la lactosa es aproximadamente la cuarta parte del de la sacarosa, la quinta parte de la fructosa y la mitad de la glucosa. La lactosa y los grupos aminoácidos y proteínas son los principales causantes del ennegrecimiento de la leche cuando se manipula a altas temperaturas ya sea en procesos industriales o en la cocción fenómeno conocido como pardeamiento no por enzimas (Mehra et al., 2006).

Algunas personas son incapaces de digerir la lactosa en la edad adulta porque carecen de la enzima lactasa para hidrolizarla lo que provoca trastornos gastrointestinales que se manifiestan principalmente como diarrea (Mansson et al., 2003).

4.8.2.3 Lípidos

Es el ingrediente básico de la mantequilla y las natillas y también es un componente de la mayoría de los productos lácteos (Fenaille et al., 2006).

Los residuos insaponificables incluyen: colesterol, otros esteroides, hidrocarburos, vitaminas liposolubles y carotenoides. En la leche la grasa se emulsiona en forma de pequeñas plaquetas rodeadas de una doble membrana de fosfolípidos y proteínas; Esta capa lipófila-hidrófila estabiliza la emulsión (Badui, 2006). En cuanto a la composición de los ácidos grasos ésta es muy compleja, se han identificado más de 400 ácidos grasos incluyendo saturados, insaturados, comunes y ramificados. De los ácidos grasos que se encuentran en la grasa de la leche, 2/3 son

saturados y $\frac{1}{3}$ son insaturados. Los principales ácidos grasos insaturados son el linoleico y el linolénico los cuales sufren oxidación rancia (Meyer et al., 1990).

4.8.2.4 Sales minerales

Este componente es de 7 g/L. Las más importantes son el fosfato de calcio y el cloruro de potasio. El 90% del fósforo (P) y el calcio (Ca) están en las micelas de caseína formando parte de la estructura micelar. El 10% restante se encuentra en el suero. Así también se encuentran oligoelementos tales como: zinc, aluminio y hierro (Csapo et al., 1996).

4.8.2.5 Vitaminas

La leche tiene varias vitaminas. Unas están unidas a la grasa (vitaminas liposolubles) y son la A, la D y la E. Otras vitaminas están disueltas en su fracción acuosa (vitaminas hidrosolubles) y son la Riboflavina (B2), Tiamina (B1), Piridoxina (B6), Cianocobalamina (B12), la vitamina C, Niacina (B3) y vitamina H (Biotina). También contiene ácido fólico (Veisseyre, 1980)

Entre todas estas vitaminas destacan fundamentalmente la vitamina A y la D, la Riboflavina (B2) (la leche constituye una de las fuentes más importantes de Riboflavina para el hombre, un vaso de leche aporta el 39% de la Cantidad Diaria Recomendada) y la Cianocobalamina (B12) (un vaso de leche aporta alrededor del 31% de la Cantidad Diaria Recomendada). También se puede destacar la Tiamina (Csapo et al., 1996).

4.9 Queso

El queso es el producto obtenido por coagulación de la leche cruda o pasteurizada (entera, semidescremada y descremada), constituido esencialmente por caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado. Mediante este proceso se logra preservar el valor nutritivo de la mayoría de los componentes de la leche, incluidas las grasas, proteínas y otros constituyentes menores, generando un

sabor especial y una consistencia sólida o semisólida en el producto obtenido. Y de acuerdo al Codex Alimentarius de la FAO/OMS (2008), el queso es el producto sólido o semisólido, madurado o fresco, en el que el valor de la relación suero proteínas/caseína no supera al de la leche, y que es obtenido por coagulación (total o parcial) de la leche por medio de la acción del cuajo o de otros agentes coagulantes adecuados, con un escurrido parcial del lactosuero (Fox et al., 2000).

4.9.1.Proceso

El paso indispensable en la elaboración de los quesos, es la coagulación de la caseína, provocada mediante la acción combinada de enzimas proteolíticas (cuajos de distintos tipos) y calcio. El proceso de formación del coágulo incluye 2 etapas:

- 1) Se desarrolla un proceso enzimático modulado por la quimosina, la cual rompe los enlaces entre los aminoácidos fenilalanina y metionina (Fen-105 y Met-106) presentes en la -caseína, liberándose el glicomacropéptido en la solución.
- 2) En la segunda etapa, los agregados de paracaseína producen el coágulo. Hasta la etapa de coagulación, los procedimientos básicos en la elaboración de los diferentes tipos de quesos son muy similares; sin embargo, las etapas siguientes varían de acuerdo con el tipo de queso a producir. Una vez que la leche se ha coagulado, se debe proceder al cortado del coágulo (cortes verticales y horizontales) en pequeños cubos, para favorecer la eliminación del suero (desuerado). Posteriormente se procede a su moldeado. El moldeado tiene como finalidad dar forma al queso y ayudar a que los gránulos de la cuajada se aglomeren. El salado, además de proporcionar sabor al producto, evita la proliferación de microorganismos y contribuye a la formación de la corteza del queso (Flores, 2001).

En el proceso, se utiliza sal cristalizada o salmueras de diferentes concentraciones, de acuerdo con el tipo de queso.

4.9.2 Criterios de clasificación

El queso es producido en todo el mundo con una gran variedad de sabores, aromas, texturas y formas, habiéndose recopilado en diversos catálogos y trabajos más de 2000 variedades y tipos (Fox et al., 2000). No obstante, la mayoría de los quesos que se elaboran en México son frescos de corta duración, algunos con buena aptitud para el fundido (con pH entre 5.1 a 5.3) y algunos con propiedades de desmoronamiento o fragmentación (Jiménez et al., 2009).

Existen diversos criterios de clasificación con base en las condiciones de proceso o las características fisicoquímicas del tipo de queso:

- a) Por contenido de humedad, se clasifican en quesos duros (20-42%), semiduros (44-55%) y blandos o suaves (aprox. 55%) (Scott et al., 1998).
- b) De acuerdo con el tipo de coagulación de la caseína, se clasifican en quesos de coagulación enzimática, quesos de coagulación ácida y quesos de coagulación ácida/térmica (Fox et al., 2003).
- c) De acuerdo con el estado de maduración, frescos (6 días), semi-madurados (40 días) y madurados (>70 días) (McSweeney, 2004).

4.9.3 Composición química y valor nutrimental

El queso comparte casi las mismas propiedades nutricionales con la leche; a excepción de la lactosa, los otros componentes se encuentran más concentrados. Además de brindar un excelente aporte de proteínas de alto valor biológico, el queso se destaca por ser una fuente importante de calcio y fósforo (Revilla, A. 1982).

4.10 LACTOSUERO

El lactosuero o suero de leche se define como un producto lácteo obtenido de la separación del coágulo de la leche, de la crema o de la leche semidescremada durante la fabricación del queso (Foegeding y Luck, 2002).

4.10.1 Proceso

Mediante la acción ácida o de enzimas del tipo del cuajo (renina, enzima digestiva de los rumiantes) que rompen el sistema coloidal de la leche en dos fracciones:

1) Una fracción sólida, compuesta principalmente por proteínas insolubles y lípidos, las cuales en su proceso de precipitación arrastran y atrapan minoritariamente algunos de los constituyentes hidrosolubles (Czulak, et al., 1993).

2) La fracción líquida correspondiente al suero en la que se encuentran suspendidos todos los demás nutrientes que aún no han sido incorporados a la coagulación de la caseína. De esta forma las partículas suspendidas solubles e insolubles (proteínas lípidos carbohidratos vitaminas y minerales) y compuestos de importancia biológica y funcional van a parar al suero (Jelen, 2003).

En la actualidad se han desarrollado muchos tipos de productos lácteos fermentados creando un gran mercado y de gran importancia económica. Originalmente la leche fermentada no tenía azúcar y jugaba un papel importante en la dieta de muchas personas. Las propiedades medicinales asociadas con la longevidad del consumidor se deben a ellos. Actualmente debido a la adición de azúcar saborizantes frutas y cultivos lácteos agregados no solo se consumen como postres y refrescos sino también como ayuda para la salud y el bienestar (González et al., 2002).

4.10.2 Composición nutrimental

El suero es de gran importancia biotecnológica, ya que se le atribuyen una gran variedad de propiedades funcionales. Se caracteriza por presentar un alto contenido de lactosa, minerales y proteínas (Kabašinskienė et al., 2014). Sin embargo, la composición del suero depende del método utilizado para la producción del queso; de tal manera que se puede obtener suero dulce y suero ácido (Onwulata y Huth., 2009).

a) Suero dulce, cuando se produce a partir de acción enzimática y contiene más lactosa.

b) Suero ácido, aquel que se obtiene por acción ácida, con mayor concentración de proteínas (Grasselli et al., 1997).

El lactosuero puede contener aproximadamente el 90% del calcio, potasio, fósforo, sodio y magnesio presente en la leche. Estos minerales se transfieren al suero o a los permeados después de la coagulación de la proteína en la producción de la cuajada (Johnson, 2004). Investigaciones hechas en ratas evidencian que el calcio lácteo presente en la fracción del suero puede ser incluso más biodisponible en comparación con algunas fuentes de calcio utilizadas comercialmente como suplementos, entre ellas se mencionan, el carbonato de calcio, el citrato de calcio y el lactato de calcio (Jelen, 2003).

En cuanto a proteínas contenidas en el suero representan aproximadamente el 20% de las proteínas totales de la leche, éstas se caracterizan por tener una gran digestibilidad y un alto porcentaje de aminoácidos de cadena ramificada como leucina, isoleucina y valina; por lo que se consideran con un excelente valor nutricional (Kabašinskienė et al., 2014). Estas proteínas de suero son de gran importancia para aumentar el valor nutricional en diversos productos que presentan propiedades funcionales (Seyhan et al., 2016), por lo que son ampliamente utilizadas, principalmente como suplementos alimenticios y en la creación de nuevos productos alimenticios que presenten un alto valor biológico (Onwulata y Huth, 2009).

Dentro de las proteínas presentes en el lactosuero se encuentran la -lactoglobulina (-LG), la -lactoalbúmina (-La) y el glicomacropéptido (GMP), sin embargo, existen en menor proporción otro tipo de proteínas (Onwulata y Huth., 2009).

4.11 REQUESÓN

Se entiende por requesón el producto obtenido precipitado por calor, en medio ácido, de las proteínas que existen en el suero del queso para formar una pasta blanda (Jelen P., 1979).

4.11.1 Proceso

Se comienza con el calentamiento del suero, entra en ebullición y las partículas floculadas ascienden a la superficie; con una temperatura variable entre 85°-100°C así como el tiempo que depende del sistema de calentamiento (Wüthrich, 1981).

El siguiente paso es la recuperación de la masa floculada mediante escurridores de plástico o moldes queseros que se introducen en el tanque. Posteriormente el escurrido del requesón puede realizarse en los mismos moldes o en algún otro recipiente agujereado de mayor tamaño, donde se escurre el suero y se solidifica el requesón. El tiempo y condiciones del escurrido son muy variables, siendo ésta etapa crítica en las cualidades del requesón, ya que el extracto seco varía considerablemente según estos factores. Por último, el enfriamiento a 4°C y envasado con un contenido de humedad variable según los elaboradores (Modler, 1988).

4.11.2 Valor nutrimental

El requesón es una importante fuente proteica ya que contiene cuatro veces más proteínas que la leche. Además, sus proteínas (lactoglobulina y lactoalbúmina) son de mayor valor biológico que las presentes en mayor cantidad en otros lácteos (caseína). Esto se debe a que el requesón se elabora a partir del suero lácteo; muy rico en seroproteínas (proteínas del suero) que contienen todos los aminoácidos esenciales (Jones, 1978).

Su contenido graso es menor que el de la mayoría de los quesos ya que solamente aporta 4g por cada 100g. Contiene la tercera parte de la grasa que el queso de Burgos y casi ocho veces menos que un queso semicurado, un Roquefort o un Cabrales, lo que le convierte en un alimento apropiado para incluir en una dieta de control de peso o de grasas, así como en la alimentación de personas con estómago delicado por ser un alimento de fácil digestión (Kosikowski, 1978).

4.12 ZUMO DE LIMÓN

4.12.1 Generalidades

El limón es una fruta de la familia de los cítricos, cuyo nombre científico es *citrus limón* originaria de Asia e introducida en nuestro país durante la conquista. El limón contiene vitamina C y B; proporciona calcio y hierro, además de la riqueza en vitamina C y ácido cítrico del limón ayuda a prevenir enfermedades infecciosas, estimulando el sistema inmunitario y creando defensas contra virus y bacterias. Se utiliza fresco para recetas culinarias, y su zumo en la industria de preparados para elaborar jugos, jaleas, dulces, salsas, bebidas entre otros (Nayarit.R, 2018).

FIGURA 1

Propiedades del limón Valor nutricional por 100 g	
Energía aportada	29 kcal
Composición	
Carbohidratos	9,32 g
Azúcares	2,5 g
Fibra alimentaria	2,8 g
Grasas	0,3 g
Agua	1,1 g
Proteínas	
Vitaminas	
Tiamina (vit. B1)	0,04 mg
Riboflavina (vit. B2)	0,02 mg
Niacina (vit. B3)	0,7 mg
Acido pantoténico	0,1 mg
Vitamina B6	0,19 mg
Vitamina C	0,08 mg
53 mg	
Minerales	
Calcio	26 mg
Hierro	0,6 mg
Magnesio	8 mg
Manganeso	0,03 mg
Fósforo	16 mg
Potasio	138 mg
Zinc	0,06 mg

Propiedades del limón. Moreiras y col.,2017.

Además de ser rico en minerales, se busca implementar el jugo del limón en la bebida por su característico sabor, ya que es muy conocido y aceptado por el público. De igual forma al combinarlo con otros ingredientes como el jengibre, se obtiene un potente aliado del sistema inmune puesto que, por una parte, el jengibre, es un estupendo aliado de la salud por sus propiedades antiinflamatorias, así como por la forma en que ayuda a reducir hinchazón e incluso reducir el porcentaje de grasa; Por

otro lado, el limón, es un buen antioxidante por su alto contenido en vitamina C, además de ser un buen antiinflamatorio y ser muy potente para proteger nuestro sistema nervioso e inmunitario.

4.13 JENGIBRE

4.13.1 Generalidades

El jengibre pertenece a la familia Zingiberaceae, cuyo nombre científico es *Zingiber Officinale Roscoe* (Obando, 2009). Ambos nombres, Zingiber y Jengibre, proviene del hindú zingibil, nombre común dado a esta planta herbácea de sabor picante e intensamente aromático. Este se origina en la zona tropical de Asia, India, Indochina y China (Berdonces, 2009).

El uso más común de la mayoría de estas presentaciones es en la cocina, como condimento. Se utiliza como confitura, como complemento para dar sabor o potenciar los de otros alimentos, e incluso como sustancia para elaborar panes y bebidas. En muchos casos el aceite esencial de jengibre se emplea en la fabricación de cervezas y bebidas gaseosas. Además, contiene principios activos los cuales poseen capacidad antioxidante que proporcionan beneficios a la salud por lo que lo hacen un alimento funcional (Sarmiento, 2006). Sin embargo, se tolera bien a dosis inferiores a 5 g/día, a dosis altas hay más riesgo de aparición de efectos adversos y disminuye la tolerabilidad. Los efectos adversos observados más comúnmente son dolor abdominal, diarrea, picor en la boca y la garganta, y vómitos (Food and Chemical Toxicology. 2008). Aplicado tópicamente puede causar dermatitis en individuos sensibles. Hay que consumirlo con mucha precaución en caso de padecer litiasis biliar (Ojewole JAO, 2015).

4.13.2 Composición química y valor nutrimental

La Comisión Europea de Ciencia de los Alimentos Funcionales, expresa que un alimento es funcional cuando afecta beneficiosamente funciones objetivo en el cuerpo, logrando buena salud, bienestar y/o reducción de enfermedades (Acuña, 2010). En este caso, el jengibre contiene principios activos los cuales poseen capacidad antioxidante que proporcionan beneficios a la salud por lo que lo hacen un alimento funcional (Fonnegra, 2007).

TABLA 3

Componentes nutricionales para 100 g de jengibre (Muller, 2005).

Componentes	Cantidad en 100g
Energía	47 Kcal
Carbohidratos	9 g
Proteína	1.6 g
Fibra	0.9 g
Calcio	44 mg
Fósforo	66 mg
Hierro	1.8 mg
Tiamina	0.02 mg
Rivoflavina	0.06 mg
Nianicina	0.7 mg
Ácido ascórbico	2 mg

Al hacer queso, aproximadamente el 90% de la leche se convierte en suero, el cual es una de las materias primas más contaminantes en la industria láctea y además de no utilizarse como alimento es un desperdicio de nutrientes. Debido a este

contenido de nutrientes, es importante que las industrias del sector lácteo empleen el lactosuero con el fin de brindar aportes nutricionales para el humano (Choez y Morales, 2010). Actualmente el suero de leche es aprovechado en la industria ganadera, sin embargo, este aprovechamiento es mínimo puesto que lo restante es vertido a los ríos como aguas residuales convirtiéndose en un foco de contaminación muy importante, debido a la fermentación de la materia orgánica (lactosa y materia asociada).

De aquí radica el interés e importancia de aprovechar al máximo este residuo y otorgarle un buen uso. Por ello, proponemos una bebida a base del residuo de suero de leche, cabe destacar que éste aún posee los nutrientes necesarios que pueden ser empleados para dar origen a un producto sustentable y ayudar a reducir el impacto negativo que ocasiona en el medio ambiente.

4.14 PRUEBAS FISICOQUÍMICAS

Estas pruebas son de fundamental importancia ya que implica la caracterización de los alimentos desde el punto de vista fisicoquímico, para garantizar la calidad y composición alimentaria del producto. Haciendo énfasis en la determinación de su composición química, es decir, cuáles sustancias están presentes en nuestra bebida (proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales, etc.) y en qué cantidades se encuentran estos compuestos, así como también la determinación de pH, °Brix, densidad y acidez (Crossman, 1985).

El análisis fisicoquímico brinda poderosas herramientas que permiten caracterizar un alimento desde el punto de vista nutricional y toxicológico, y constituye una disciplina científica de enorme impacto (Ventur, 2020).

4.14.1 Presencia de aminoácidos

Los aminoácidos son pequeñas moléculas orgánicas que comparten una estructura básica que consiste en un átomo central de carbono denominado carbono alfa (α) unido a un grupo amino ($-\text{NH}_2$), un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) y un átomo de hidrógeno, estos son los monómeros que componen las proteínas. Específicamente, una proteína está compuesta de una o más cadenas lineales de aminoácidos, cada una se denomina polipéptido (Moreno, 2013). Cada aminoácido también tiene otro átomo o grupo de átomos unidos al átomo central, conocido como el grupo R, que determina la identidad del aminoácido.

Las proteínas en solución son incoloras, por lo que para determinar su presencia y/o concentración por espectrometría visible, se someten a una serie de reacciones en las que aparecen colores en su presencia (Carey, 2007).

4.14.1.1 Reacción de Biuret

Las proteínas en solución son incoloras, por lo que para determinar su presencia y/o concentración por espectrometría visible, se someten a una serie de reacciones en las que aparecen colores en su presencia. Esto significa que forma un producto coloreado que absorbe el espectro visible. Si la intensidad del color después de la reacción colorimétrica es proporcional a la cantidad de proteína presente en la muestra, la reacción colorimétrica se puede utilizar para cuantificar la concentración de proteína (*TP ESPECTROFOTOMETRÍA: Reacción de Biuret. (s/f)*).

El reactivo de Biuret se compone de hidróxido de potasio (KOH), sulfato cúprico (CuSO_4) y tartrato de sodio y de potasio. La reacción se toma como positiva, cuando la solución se torna de color violeta; este color se da por la formación de un complejo entre al menos dos enlaces peptídicos que poseen el grupo CO-NH y los cationes cúpricos. En esta reacción la intensidad puede cambiar, así como el color, dependiendo del tipo de proteína (Dionicio, 2020).

La caseína es una proteína de la leche del tipo fosfoproteína. Esta representa cerca del 77% al 82% de las proteínas presentes en la leche y el 2.7% en la composición de la leche líquida (Gutiérrez R., et al, 2004).

4.14.1.2 Reacción de Millon

La reacción ocurre ante la presencia del grupo hidroxifenílico ($\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$) en la molécula proteica. Es específica para el grupo fenólico, la dan positiva las sustancias que poseen esta función como la Tirosina y las proteínas que la contengan produciendo una coloración roja característica.

La tirosina es un aminoácido aromático esencial, es producido por el organismo a partir de otro aminoácido llamado fenilalanina. La fenilalanina es un aminoácido esencial, es decir, que no es producido por el organismo, sino que se obtiene mediante la ingesta de alimentos, principalmente el queso y las carnes (Keisuke, 2017).

No obstante, la tirosina también puede obtenerse de carnes, queso, pescado, legumbres, semillas, entre otros (Rodríguez, 2022). De igual forma, este aminoácido es precursor de neurotransmisores como la dopamina, por lo que se asocia con el mejoramiento del estado de ánimo y del sueño, mejora el rendimiento en la actividad física y participa en la formación de células rojas y blancas de la sangre (Monja Isabel et al, 2018).

4.14.1.3 Reacción de Ninhidrina

Todas aquellas sustancias que presentan al menos un grupo amino y un carboxilo libre, reaccionan con la ninhidrina. Esta prueba es positiva tanto para proteínas como para aminoácidos por lo que, en los casos donde no da positiva la prueba de Biuret y da positiva a la de Ninhidrina indica que no hay presencia de proteínas, pero si hay de aminoácidos libres.

La positividad se manifiesta por la aparición de un color violeta o violeta azulado mientras que la aparición de un color amarillo se debe a la presencia de aminoácidos como la prolina, hidroxiprolina y asparragina (Keisuke, 2017).

4.14.2 Prueba de Acidez

Para esta prueba tratamos la prueba con fenolftaleína como indicador y se expresa como la cantidad de ácido láctico contenida en un volumen determinado de muestra. La técnica descrita en la AOAC 920.43 (2005) consiste en la cuantificación de las especies de carácter ácido, mediante una volumetría ácido/base que emplea como titulantes una base fuerte (NaOH) (Mex-Álvarez, et al, 2022).

Tiene el objetivo de determinar la frescura y el estado de conservación. En la generalidad de los casos, la alteración de la leche a través del tiempo es detectada por la acidificación. Si la leche toma un tinte ligeramente rosado con el reactivo, la leche es apropiada para el uso doméstico. El suero de leche presenta un porcentaje

de acidez de 0.08% (Amerine M, 1976). Para calcular el porcentaje de acidez se empleó la fórmula siguiente:

Ecuación 1

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(A)(B)(C)}{D} \times 100$$

Donde:

A: Cantidad de NaOH gastado (ml)

B: Normalidad de base empleada (0.1N)

C: Peso miliequivalente de ácido láctico

D: Peso en gramos de muestra

4.14.3 Prueba de pH

Su objetivo radica en ser indicador de las condiciones higiénicas para el control de los procesos de transformación y tener conocimiento del nivel ideal para la proliferación de la mayoría de microorganismos, aunque cada uno tiene un nivel mínimo, uno óptimo y otro máximo para su crecimiento, pudiendo muchos de ellos crecer lentamente a niveles bajos (Hannah Instruments, 2014). Esta medida tiene un rango numérico de 0 a 14, con un número medio de 7 que representa un valor de pH neutro (Mora, 2014).

Para su realización se emplea un potenciómetro el cual nos ayuda a detectar impurezas, deterioro y signos de infección por mastitis. El suero de leche presenta un pH promedio de 6.2 (Veisserey, 1997).

4.14.4 Prueba de Grados Brix

Esta variante de medición permite conocer la cantidad total de sacarosa disuelta en un líquido. El valor de sólidos solubles se calculó como °Brix utilizando un refractómetro portátil (Scientific) de acuerdo con el método AOAC 932.12.

La limpieza y calibración es un paso fundamental ya que su función es la de definir el punto cero, el cual se utiliza como referencia para medir los compuestos que queremos analizar. En otras palabras, gracias al proceso de calibración marcamos el punto de comparación. Para llevarlo a cabo, necesitamos colocar unas gotas de agua destilada sobre el prisma y mirar en el display (si es un modelo digital) y corroborar que el valor obtenido es 0. Posterior a ello, se aplican gotas de la muestra sobre el lente hasta cubrirlo por completo. Una vez realizada esta acción se puede visualizar el valor arrojado por el equipo (Amerine M.1976).

4.14.5 Prueba de Densidad

Se analizó mediante el método AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 962.37 detallado en la NTE INEN 1632 (INEN, 2012) que se basa en la determinación del peso del agua y de la muestra de un volumen constante.

Se determina la densidad por medio de un picnómetro. Es un instrumento sencillo utilizado para determinar la densidad de un líquido con mayor precisión al mismo tiempo que nos ayuda a determinar si existe una adulteración por el agregado de agua o remoción de contenido graso. Para calcular la densidad se empleó la fórmula siguiente:

$$\rho = \frac{m_{p+d} - m_p}{m_{p+w} - m_p} \times p_w$$

Donde:

m_p : Masa de picnómetro vacío

m_{p+w} : Masa del picnómetro con agua destilada

m_{p+d} : Masa del picnómetro con solución problema

p_w : Densidad del agua

4.15 EVALUACIÓN SENSORIAL

Se realizaron pruebas sensoriales las cuales de acuerdo a Anzaldúa-Morales (1994) se definen como el análisis de alimentos por medio de los sentidos.

Para tener una idea más detallada sobre la aceptación de nuestra bebida por parte de los consumidores, se realizó un test hedónico, este tipo de pruebas se interesan en el placer producido por un estímulo dado. Se utilizan mucho para medir el interés o preferencia por un producto nuevo como es el caso o bien, de un producto de la competencia. Como jueces se eligen consumidores y es necesario efectuar las pruebas en lugares lo más similares posible a las condiciones de consumo (Wittig de Penna, 2001).

5. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este proyecto se inicia desde la adquisición de leche cruda, la cual fue mediante un proveedor local de la ciudad de Puebla; esto con la finalidad de elaborar cada producto que se obtiene de este recurso (queso fresco, lactosuero y requesón) y así, supervisar cada proceso hasta la obtención del residuo de suero de leche. Con esto aseguramos la calidad y frescura del residuo final, que es pieza fundamental para la obtención de nuestro producto.

Partiendo de la leche cruda, se le adiciona el cuajo, el cual da inicio al proceso de gelificación de la leche. Es muy notoria la separación de la fase sólida (la cual es aprovechada para elaborar queso fresco) y la fase líquida que es el lactosuero, el cual es nuestro primer residuo y de éste partimos a la elaboración de requesón.

5.1 Elaboración de requesón

Se emplearon 4 litros de lactosuero, los cuales fueron depositados en una caldera. Este proceso se lleva a cabo mediante la acción calorífica que parte desde los 26°C hasta alcanzar un punto de ebullición de aproximadamente 100°C y la adición de 5 a 6 ml de ácido acético al lactosuero. El ácido tiene como función bajar el pH hasta valores cercanos al punto isoelectrico de estas proteínas, que junto con las reacciones de desnaturalización térmica, conducen a la floculación y precipitación de las proteínas lactoséricas.

(En la producción de requesón por tratamiento térmico y acidificación no se utiliza cuajo, por ello no cuenta con una elasticidad significativa, aunque la firmeza puede variar porque la estructura proteica no proviene de la acción del cuajo. La red proteica está determinada por la proporción entre las concentraciones de proteína, grasa, agua y calcio. Así, la manipulación del tipo y cantidad de proteínas y grasas y de las condiciones de proceso permite obtener un rango amplio de productos).

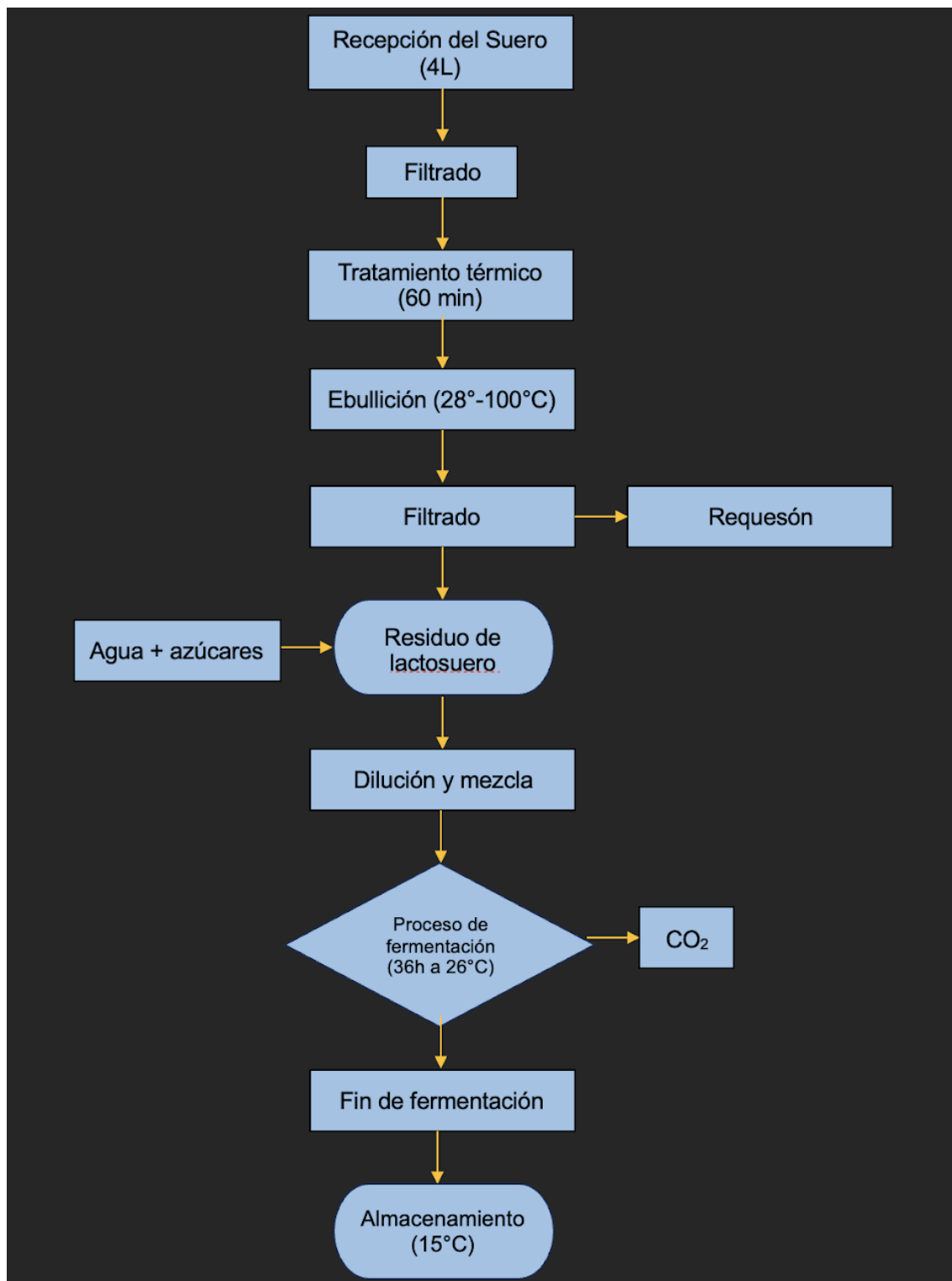
La duración de este proceso tarda alrededor de los 60 minutos, es importante mencionar que se debe mantener en constante agitación para evitar el

apelmazamiento de materia en las paredes de la caldera. Comienza la formación de sólidos y suben a la superficie, el líquido restante ya no es lactosuero debido al proceso térmico al que se somete, en esta etapa ya se puede apreciar la separación de dos fases; una fase sólida que es el requesón (éste fue aprovechado para nuestro consumo) y una fase líquida la cual denominamos como residuo de lactosuero, siendo ésta nuestra materia prima principal para elaborar nuestra bebida fermentada.

Se deja enfriar la mezcla. Posteriormente con un colador se filtra la materia sólida para lograr la separación definitiva de las fases, es decir, el requesón y el residuo de lactosuero. Por último, se dejan en refrigeración los productos alrededor de 12 horas, posteriormente se comienza con las primeras pruebas.

En la figura 5.2 se muestra el diagrama de proceso que se llevó a cabo para la elaboración de este proyecto

5.2 Diagrama de Proceso



5.3 MATERIA PRIMA

Para la realización de esta bebida se requiere contar:

- Agua purificada
- Azúcar
- Residuo del requesón
- Jugo de limón
- Jengibre

5.4 PRUEBAS FISICOQUÍMICAS

5.4.1 Presencia de aminoácidos

Para dicha prueba se emplean 3 reacciones:

- *5.4.1.1 Reacción de Biuret en residuo de lactosuero y bebida*

Procedimiento:

1. Colocar en 3 tubos de ensayo 5 ml de residuo de lactosuero y en otros 3 tubos colocar 5 ml de muestra de la bebida.
2. Agregar 10 gotas de reactivo de Biuret a cada tubo de ensayo.
3. Observar la coloración de la muestra. Si no presenta color inmediatamente deje reposar 10-15 minutos. (Carey, 2007)

- *5.4.1.2 Reacción del Millon en residuo de lactosuero y bebida*

Procedimiento:

- 1) Colocar en 3 tubos de ensayo 5 ml de residuo de lactosuero y en otros 3 tubos colocar 5 ml de muestra de la bebida.
- 2) Agregar 10 gotas de reactivo de Millón a cada tubo de ensayo.
- 3) Calentar a baño María por 3 minutos y observar la coloración de la muestra.

- 5.4.1.3 *Reacción de Ninhidrina en residuo de lactosuero y bebida*

Procedimiento:

- 1) Colocar en 3 tubos de ensayo 5 ml de residuo de lactosuero y en otros 3 tubos colocar 5 ml de muestra de la bebida.
- 2) Agregar 10 gotas de reactivo de Ninhidrina a cada tubo de ensayo.
- 3) Calentar a baño María por 3 minutos y observar la coloración de la muestra.

5.4.2 Prueba de acidez en residuo de lactosuero y bebida

Procedimiento:

1. Tomar 20 ml de residuo de lactosuero y en otros 3 tubos colocar 20 ml de muestra de la bebida.
2. Agregar 4 gotas de fenolftaleína y agitar para homogeneizar.
3. Agregar 10 ml de solución NaOH 0.1 N en bureta hasta el vire del indicador.
4. Titular con solución de NAOH agitando.
5. Anotar resultados.

5.4.3 Prueba de pH en residuo de lactosuero y bebida

Procedimiento:

1. Tomar 10 ml de residuo de lactosuero en vaso de precipitados y en otro vaso de precipitados colocar 10 ml de muestra de la bebida.
2. Armar correctamente el equipo (potenciómetro)
3. Verificar que el electrodo esté dentro del vaso de precipitados y toque la muestra.
4. Anotar resultados.

5.4.4 Prueba de Grados Brix en residuo de lactosuero y bebida

Procedimiento:

1. Tomar 10 ml de residuo de lactosuero en vaso de precipitados y en otro vaso de precipitados colocar 10 ml de muestra de la bebida.
2. Con agua destilada y un paño, limpiar la superficie de muestreo del refractómetro.
3. Con ayuda de una pipeta Pasteur tomar un poco de muestra.
4. Agregar gotas de la muestra en superficie de muestreo hasta cubrirlo por completo sin que se formen burbujas.
5. Anotar resultados.

5.4.5 Densidad en residuo de lactosuero y bebida

Procedimiento:

1. Limpiar y secar correctamente el picnómetro,
2. Llenar el picnómetro de agua y pesar.
3. Vaciar la mitad del líquido y volver a pesarlo.
4. Añadir el líquido que se desea medir y pesar nuevamente.
5. Se eliminan las burbujas de aire por completo.
6. Finalmente, se debe volver a llenar el picnómetro de agua, teniendo cuidado de no formar burbujas.
7. Anotar resultados.

6. RESULTADOS

6.1 Rendimiento

El proceso de elaboración de quesos se repitió 2 veces, haciendo los análisis físicoquímicos por triplicado. En cuanto la elaboración del requesón, se obtuvo como rendimiento que 4,000 ml de lactosuero generan 120 gr de materia sólida (requesón) y 3,275 ml de materia líquida (residuo de requesón). Este último es empleado para las siguientes formulaciones.

En la tabla 4 se observan las diferentes formulaciones de las pruebas realizadas por triplicado del residuo de lactosuero.

TABLA 4
Pruebas preliminares de residuo de lactosuero.

Tabla de formulaciones					
Muestra	Agua	Residuo de suero	Jugo de limón	Jengibre (p/v)	Azúcar
A1	100 ml	100 ml	10 ml	0.05%	0.2%
A2	100 ml	100 ml	15 ml	0.1%	0.2%
A3	100 ml	100 ml	20 ml	0.1%	0.2%

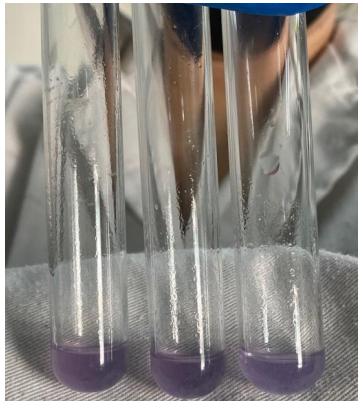
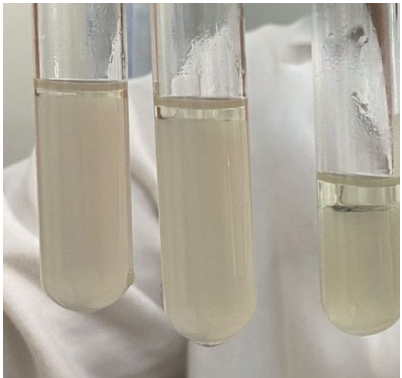
Las 3 pruebas fueron guardadas en la estufa a una temperatura de 26 °C durante 36 horas, esto con el propósito de generar el proceso de fermentación. Pasando el tiempo de incubación, cada prueba es sometida a un proceso de filtración, esto con el fin de separar los residuos de jengibre. Por último, para detener la fermentación las muestras son llevadas a refrigeración.

A continuación, se muestran resultados en base a las pruebas descritas comparando el residuo de lactosuero con las pruebas preliminares.

En la tabla 5 se observan los resultados obtenidos de la reacción de Biuret.

TABLA 5
Resultados Reacción de Biuret

6.2 Reacción de Biuret

Muestras	1	2	3	Imagen
Residuo	+	+	+	FIGURA 2  Reacción de Biuret
Pruebas preliminares	-	-	-	FIGURA 3 Reacción de Biuret Bebida  A1 A2 A3

Se observa que el residuo de requesón presenta una reacción positiva por medio de un color violeta intenso, gracias a ello se confirma que aún hay presencia de proteínas, siendo esta la b -lactoglobulina (K. Pásztor, 2018)

Por el contrario, las pruebas preliminares (bebida fermentada) arrojan un resultado negativo ya que no se presentó ninguna coloración, esto puede deberse al

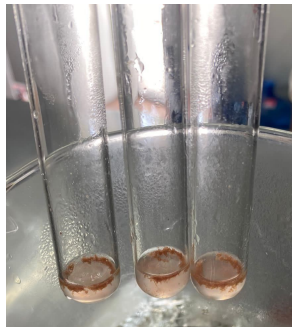
proceso de fermentación al cual se sometió, ya que, al sufrir un cambio en su temperatura las proteínas se desnaturalizan y por lo tanto, la reacción no puede llevarse a cabo. La desnaturalización de las proteínas de suero de leche comienza a 65°C y están completamente desnaturalizadas después de 5 minutos de calentamiento a 90°C (Jovanović et al., 2012).

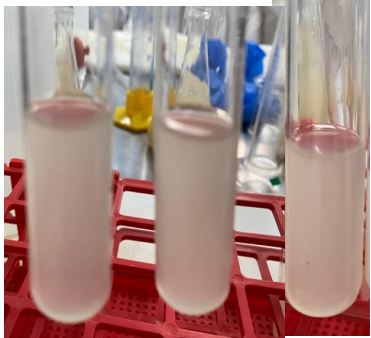
Para la elaboración de esta bebida no existe problema alguno si no cuenta con presencia de proteínas puesto que no se propone como bebida funcional, se busca tener el mayor aprovechamiento posible a este residuo obtenido de la elaboración del requesón.

En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos de la reacción de Millon.

TABLA 6
Resultados Reacción de Millon

6.3 Reacción de Millon

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Imagen
Residuo	+	+	+	FIGURA 4 Reacción de Millon residuo 
Pruebas preliminares	-	-	-	FIGURA 5 Reacción de Millon bebida

				 A1 A2 A3
--	--	--	--	--

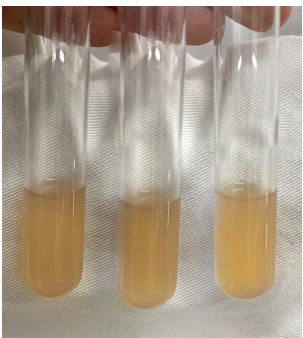
Esta prueba nos demuestra que en el residuo de suero de leche hay presencia de tirosina mientras que las pruebas preliminares de la bebida se muestran relativamente incoloro ante la prueba de Millon, demostrando así que la cantidad de fenilalanina es superior a la posible presencia de tirosina debido a que se está trabajando con el residuo del lactosuero, sobrante de la elaboración de requesón, por lo que, al pasar por el proceso de fermentación, provoca un decremento en el pH, aumento en acidez y la desnaturalización de sus proteínas. Por esa razón pierde las proteínas que aun contenía y solo se cuenta con aminoácidos.

Esto es de suma importancia ya que la tirosina es un aminoácido aromático no esencial, es decir, que es producido por el organismo a partir de otro aminoácido que es la fenilalanina, además de esto, también puede ingerirse a través de los alimentos.

En la tabla 7 se muestran los resultados obtenidos de la reacción de Ninhidrina.

TABLA 7
Resultados Reacción de Ninhidrina

6.4 Reacción de Ninhidrina

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Imagen
Residuo	+	+	+	FIGURA 6 Reacción de Ninhidrina residuo 
Pruebas preliminares	-	-	-	FIGURA 7 Reacción de Ninhidrina bebida  A1 A2 A3

Se aprecia la formación de un anillo color violeta en la superficie de las muestras del residuo, lo cual indica que, a pesar de ya no ser lactosuero, aún hay presencia de proteínas en cantidades moderadas como la lactoglobulina que contiene una buena cantidad de aminoácidos esenciales, por lo que destaca su papel nutricional, sobre todo por ser una fuente importante de péptidos bioactivos (Rodríguez, 2002) y por otro lado está la lactoalbúmina que es necesaria para favorecer la unión de las

moléculas de glucosa con las de galactosa, lo cual forma la lactosa, el carbohidrato con mayor presencia en los lácteos. Además, su presencia también favorece la digestión de esta lactosa por parte de nuestro organismo (Martínez-Castro et al., 1986).

En cuanto a los resultados arrojados para las pruebas preliminares se observa un color amarillo, ya no hay presencia de proteínas, sin embargo, existe presencia de aminoácidos como la prolina al no contar con el grupo NH_2 que es fundamental para un resultado positivo.

En la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de acidez titulable.

TABLA 8
Resultados de acidez titulable

6.5 Prueba de acidez titulable

	<i>Prueba</i>	<i>NaOH gastado (ml)</i>	<i>% Acidez</i>
Residuo	1	2	0.09
	2	2.2	0.099
	3	2.4	0.108
Pruebas preliminares	A1	12	0.54
	A2	14.4	0.654
	A3	15	0.675

El residuo de suero posee un % de acidez promedio de 0.099 mientras que las pruebas preliminares poseen un % de acidez promedio de 0.623. La acidez desarrollada se debe al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa en leche que se encuentran en vías de alteración.

Como sabemos, el cuerpo necesita una enzima llamada lactasa para digerir la lactosa, al respecto (Revilla, 1996) manifiesta que la acidez de los productos lácteos es debida a la fermentación de la lactosa a ácido láctico, en la que intervienen bacterias acidificadoras siendo como principales las BAL (Bacterias ácido láctica). Existen, sin embargo, diversos géneros de BAL, éstas son agrupadas como homofermentadoras o heterofermentadoras basado en el producto final de su fermentación. Las homofermentadoras como *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pedococcus*, *Vagococcus* y algunos *Lactobacillus* poseen la enzima aldolasa y producen ácido láctico como el producto principal de la fermentación de la glucosa utilizando a vía de glucólisis (Embden-Meyerhof) (Axelsson, 1998).

Por su parte, las del género *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weisella*, *Carnobacterium*, *Lactosphaera* y algunos *Lactobacillus* son heterofermentadoras y convierten hexosas a pentosas por la vía 6-fosfogluconato-fosfocetolasa, produciendo en el proceso además de ácido láctico, cantidades significantes de otros productos como acetato, etanol y CO₂ (Carr, et al., 2002).

En la tabla 9 se muestran los resultados obtenidos ante la prueba de pH.

TABLA 9
Resultados de pH

6.6 Prueba de pH

	<i>Muestra</i>	<i>pH</i>	<i>Temperatura (°C)</i>
Residuo	1	6.16	25°C
	2	6.15	25°C
	3	6.16	25°C
Pruebas preliminares	A1	3	26°C
	A2	3	26°C
	A3	3	26°C

El residuo de suero posee un pH promedio de 6.15. De acuerdo a la escala, es casi neutro, es decir, no es ácido ni alcalino. Caso contrario con el pH de la bebida, ya que al tener un valor de 3 hace referencia a ser una sustancia ácida, esto proporcionado por el jugo de limón y el jengibre adicionado.

En la tabla 10 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de Grados Brix..

TABLA 10
Resultados Grados Brix

6.7 Prueba de Grados Brix

	<i>Muestra</i>	<i>°Brix</i>	<i>Temperatura (°C)</i>
Residuo	1	8.2	25°C

	2	8.5	25°C
	3	8.6	25°C
Pruebas preliminares	A1	6.6	25°C
	A2	6.1	25°C
	A3	6.0	25°C

Los °Brix promedio del residuo de suero es de 8.4 a una temperatura de 25 °C, esto quiere decir que en él existen 8.4 gr de azúcares por cada 3,275 ml (el cual fue nuestro rendimiento total de residuo obtenido de la elaboración de requesón).

En cambio, los °Brix promedio de la bebida fermentada es de 6.2 a una temperatura de 25°C, interpretándose cómo 6.2 gr de azúcares por cada 250 ml (la cual es cantidad líquida total de la bebida fermentada).

Entre estos dos resultados notamos una diferencia en la disminución de los grados brix, esto se debe a la degradación de los azúcares, mediante la alimentación de las bacterias durante el proceso de fermentación.

En la tabla 11 se muestran los resultados obtenidos de la prueba de densidad.

TABLA 11
Resultados de Densidad

6.8 Prueba de Densidad

	<i>Muestra</i>	<i>Picnómetro vacío (g)</i>	<i>Picnómetro con agua destilada (g)</i>	<i>Picnómetro con sol. problema (g)</i>	<i>Densidad (g/cm³)</i>
Residuo	1	17.6	24	31.7	2.104
	2	17.6	24	31.7	2.104
	3	17.7	25	30.2	1.712
Pruebas preliminares	A1	17.6	25	39	2.891
	A2	17.6	25	42.6	3.378
	A3	17.7	25	41	3.148

El residuo de suero posee una densidad promedio de 2180 kg/m^3 mientras que la bebida es de 3130 kg/m^3 . Como se puede apreciar, las dos son más elevadas que la del agua debido a la concentración de azúcares en las sustancias, ya que el residuo aún se puede detectar presencia de lactosa y en la bebida fermentada, existe presencia de sacarosa (aunque en bajas cantidades).

Además, la densidad de la bebida es aún más alta que la del residuo, esto se debe a la presencia de azúcares (ya mencionado), a la adición del jengibre y ácido cítrico (presente en el jugo de limón) llevando nuestra bebida a un aumento de concentración y por ende de densidad notorio.

6.9 Elección de formulación

Se realizan 3 pruebas, cada una contiene las mismas cantidades de agua, azúcar y residuo de suero, sin embargo, las variables son las concentraciones de zumo de limón y jengibre el cual fue previamente rayado.

A continuación, se presentan las bases para la elección de la formulación.

6.9.1 Pruebas fisicoquímicas

Con base a los resultados obtenidos en las pruebas fisicoquímicas, la muestra A3 nos proporciona un contenido significativo de aminoácidos, el cual demuestra que esta sustancia tiene un valor nutricional importante para ser empleado como materia prima.

Esta muestra cuenta con los parámetros requeridos que trabajando en conjunto, aportan un valor funcional a la bebida. Según esta consideración la formulación queda establecida bajo los parámetros mostrados en la tabla 12.

TABLA 12
Parámetros de bebida seleccionada

Acidez	0.675%
pH	3
°Brix	6%
Densidad	3.148 g/cm ³

6.9.2 Evaluación sensorial

Se realizaron pruebas sensoriales las cuales de acuerdo a Anzaldúa-Morales (1994) se definen como el análisis de alimentos por medio de los sentidos. Gracias a dichas pruebas se decide trabajar con la muestra “A3” ya que consideramos es la que posee un color más agradable a simple vista comparado con el resto. En cuanto a olor, se puede percibir un aroma cítrico que ayuda mucho a atenuar el olor característico “lechoso” de los productos lácteos y por último, hablemos del sabor; es muy agradable, se puede apreciar lo cítrico y la presencia del jengibre pero de manera muy suave, el picor es muy sutil, además de dejar un toque lechoso al paladar.

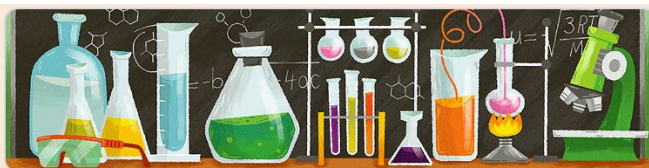
Otro aspecto importante es que, gracias al proceso de fermentación el sabor dulce que pudo haber tenido por la presencia de sacarosa disminuye de manera considerable (sin dejar de estar presente) y al mismo tiempo existe presencia de gas lo cual aporta una sensación efervescente que favorece la saciedad.

Para tener una idea más detallada sobre la aceptación de nuestra bebida por parte de los consumidores, se realizó un test hedónico. La prueba se realizó a un total de 30 personas, entre ellos estudiantes y personal docente de la Facultad de Ingeniería Química de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Ésta constó de 6 preguntas (de acuerdo a las pruebas sensoriales antes mencionadas), en cada una de ellas se mostraba una escala del 1 al 5 interpretándose de la siguiente forma:

1. Me disgusta mucho
2. Me disgusta moderadamente
3. No me gusta ni me disgusta
4. Me gusta moderadamente
5. Me gusta mucho

En cada una, el consumidor debe responder en base a su criterio después de probar la bebida. En las siguientes gráficas se indican las respuestas obtenidas de acuerdo a una escala hedónica estructurada

FIGURA 8
Formulario de Evaluación sensorial



Análisis sensorial de bebida fermentada a base del residuo de suero de leche

Una fermentación natural es todo tipo de cambios químicos en las sustancias orgánicas producidos por la acción de las enzimas, llamadas fermentos. Apuestan por muchos beneficios entre ellos: regenerar la flora intestinal, reforzar sistema inmunológico y además es rico en vitaminas.

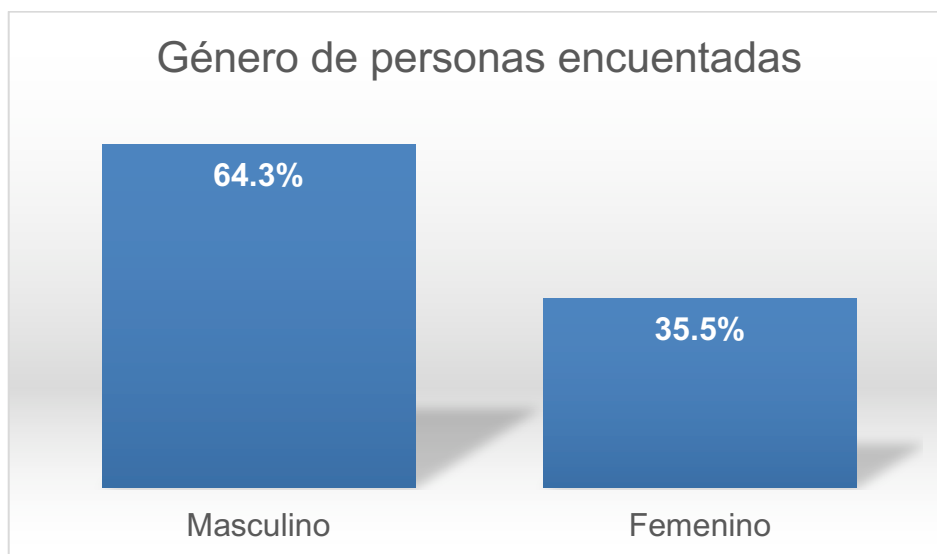
Instrucciones: Esta encuesta pide tu opinión sobre la bebida que estás por degustar . Es importante que nos des tus opiniones honestas, porque lo que tú piensas puede ayudarnos a mejorar dicho producto.

Las respuestas a estas preguntas se mantendrán totalmente privadas y se usarán únicamente para mejoraría del proyecto.

Por favor degusta la bebida y asigna una calificación de 1 a 5 con ayuda de la escala proporcionada a cada una de las notas sensoriales que se enlistan a continuación. No olvides enjuagar tu boca con agua para degustarlo por segunda vez.

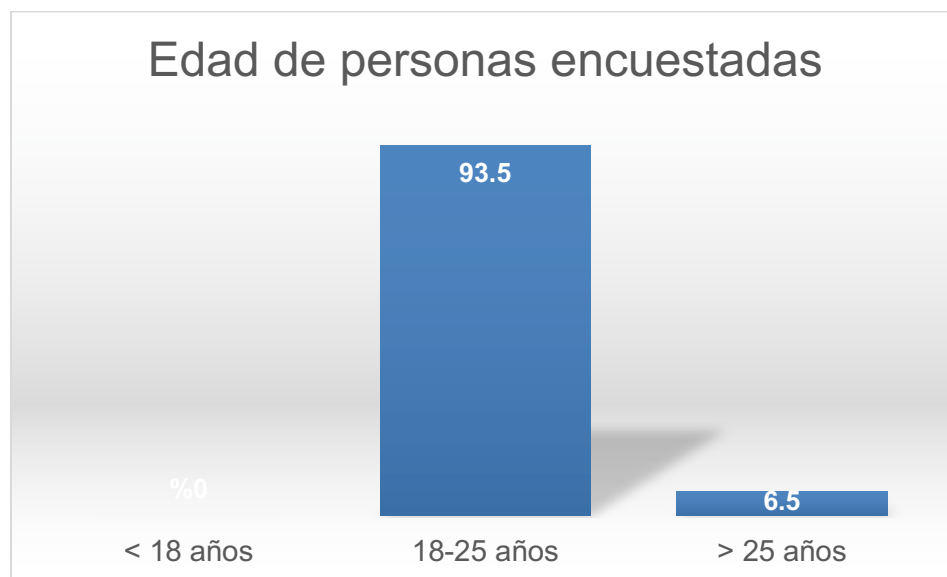
Gracias :)

FIGURA 9
Género de personas encuestadas



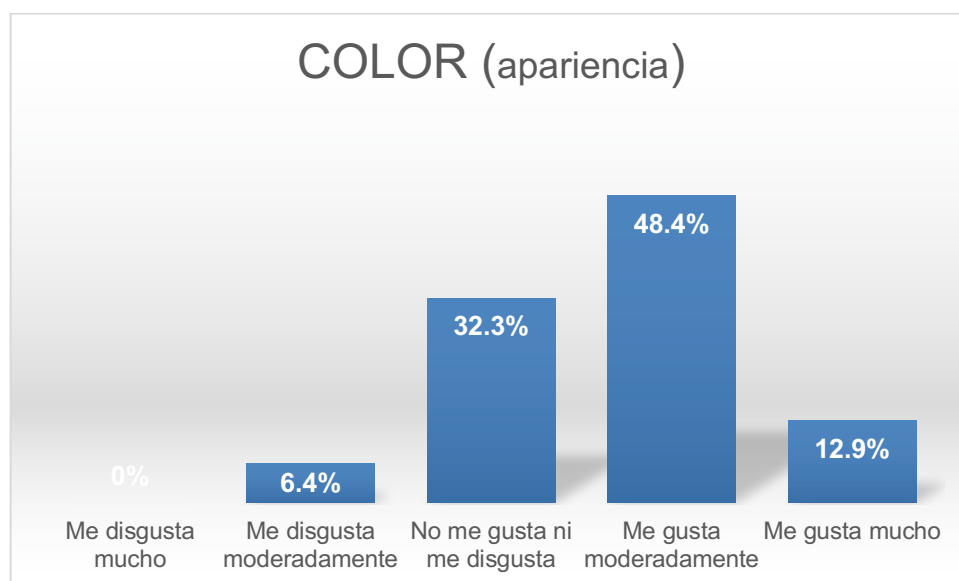
Del 100% de nuestros encuestados, el 64.3% son del género masculino y el 35.5% son del género femenino.

FIGURA 10
Edad de personas encuestadas



La mayoría de los encuestados se encuentra en un rango de edad entre 18-25 años de edad, por lo que se descarta que los jueces mayoritarios fueron jóvenes alumnos.

FIGURA 11
Color de bebida



Con una mayoría del 48.4% por lo que se aprecia que el color que posee nuestra bebida es agradable y no genera alguna inconformidad a simple vista por parte de los consumidores, incluso, gracias a ello notaron que es una bebida a base de leche.

FIGURA 12
Olor de bebida



Previo a la degustación, se les pidió apreciar el olor de la bebida. En este punto cabe mencionar que desde un inicio la mayoría pudo percibir la presencia cítrica puesto que era la más predominante, mientras que una minoría pudo percibir la presencia del jengibre.

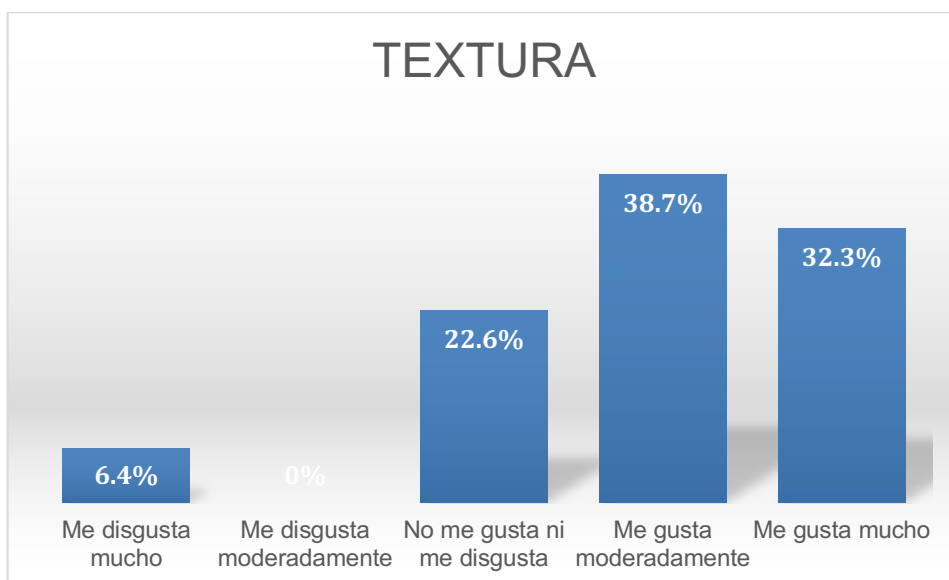
Con un 45.2% a la mayoría le gustó moderadamente, seguido de un 35.5% a no tener inconveniente con ello puesto que no les gustaba ni les disgustaba. Sin embargo, consideramos que no se tuvo una mala crítica en esta prueba.

FIGURA 13
Sabor de bebida



Se obtuvo una gran aceptación por parte de los encuestados en cuanto al sabor, de primera instancia en la prueba de olfato muchos pudieron percibir los ingredientes, en especial el limón, sin embargo, al momento de degustar la bebida notaron que también contenía jengibre.

FIGURA 14
Textura de bebida



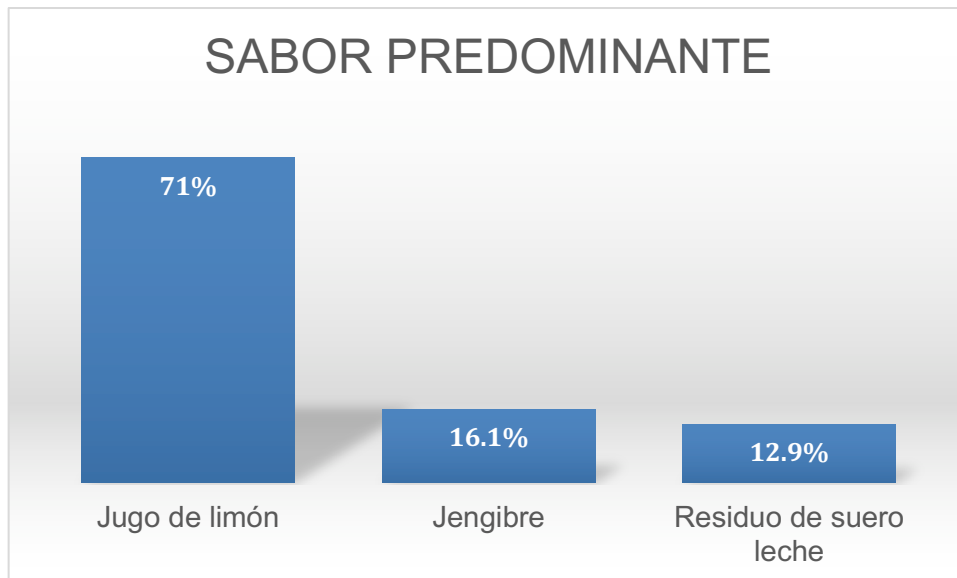
En el aspecto de la textura, se encuentra una gran aceptación por la mayoría, teniendo el 38.7% con un gusto moderado y un 32.3% con gustarles mucho, esto gracias a que no presentaba grumos.

FIGURA 15
Sensación de picor de bebida



En cuanto la valoración del “picor” proporcionado por el jengibre nos hicieron comentarios de “no percibir” esta sensación, obteniendo un 45.2% de aceptación indicando que les gustaba mucho.

FIGURA 16
Sabor predominante de bebida



Teniendo el 71% como mayoría, el sabor que predomina en la bebida es el jugo de limón, seguido del jengibre con un 16.1% y por último el residuo de suero de leche (sabor lechoso) con el 12.9%.

Antes de finalizar el test, se dejó un espacio donde podían escribir comentarios. Algunos de ellos hacen referencia al sabor y la sensación que queda en la boca después de degustar la bebida, otros hacen referencia a que le vendría bien un color diferente y por otra parte se leen comentarios positivos en cuanto a la aceptación y agrado de dicha bebida.

Estos comentarios son críticas constructivas ya que, gracias a ellos, se sabe cómo se puede mejorar para lograr satisfacer las necesidades de los consumidores y lo más importante porque se busca proponer una bebida donde su proceso para elaborarla contribuye a un gran apoyo para disminuir la contaminación, al mismo tiempo que se provee un producto para consumo humano.

FIGURA 17

Comentarios de Encuesta

Muy rico
Está muy rico :)
Muy bueno
.
En olor creo que el aroma no fue de mi agrado, en sabor no me pareció mal pero creo que no suelo acostumbrar ese tipo de sabores como fermentados, tal vez agregar un sabor no se esencia de coco sería mucho mejor
Tiene un sabor ligero pero deja un aliento un poco incómodo
Lol en plan OMG!
Excelente concentrado
Tiene un sabor ligero pero deja un aliento un poco incómodo
Está muy rico :)
Lol en plan OMG!
Recomiendo que lo portes en UN embace hermeticamente para conservar su temperatura Fria.
.
Tal vez con otro tipo de color podría ser más atractivo al público
Me agradó bastante el sabor, lo tomaría con una de mis comidas del día a día
En olor creo que el aroma no fue de mi agrado, en sabor no me pareció mal pero creo que no suelo acostumbrar ese tipo de sabores como fermentados, tal vez agregar un sabor no se esencia de coco sería mucho mejor

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Actualmente se sabe que el lactosuero es de suma importancia biotecnológica, ya que se le atribuyen una gran variedad de propiedades funcionales debido a su alto contenido de proteína, grasa, minerales (principalmente calcio y fósforo) y diversos aportes nutrimentales. Sin embargo, al momento de emplear el lactosuero en la producción de diferentes productos lácteos, éstos aún cuentan con propiedades que pueden ser benéficas y aprovechadas por los seres humanos. Sin embargo, no existe suficiente información en cuanto al residuo de éste mismo.

Se emplea el lactosuero para la elaboración de requesón, después de este proceso nos queda un residuo líquido que es utilizado como materia prima. Con ello, se logró aplicar los principios de la economía circular puesto que se encontró una alternativa para obtener el mayor provecho posible a nuestra materia prima (residuo de suero de requesón) y así obtener un producto el cual sea benéfico para todos y al mismo tiempo se reduzca la contaminación.

Mediante la ejecución de este proyecto se observa que a pesar de que este residuo es un derivado lácteo, no presenta el mismo contenido de proteínas, pero si hay presencia de aminoácidos como la prolina la cual juega un papel muy importante en la síntesis del colágeno, éste es esencial para mantener la estructura y la fuerza de los tejidos conectivos como el hueso, la piel, el cartílago y los vasos sanguíneos. Por otro lado, se observa presencia de fenilalanina, ésta es transformada en tirosina en el interior del cuerpo y ayuda en el metabolismo de proteínas mientras que, en niños es fundamental para el crecimiento.

Por otro lado, el aprovechamiento como materia prima del lactosuero se da principalmente en el desarrollo de quesos de suero y bebidas ya sea con y sin fermentar, productos que cada vez tienen mayor presencia en los mercados nacionales e internacionales.

El desecho constante del mismo ha provocado la afectación en los cuerpos receptores de agua y terrenos de cultivo. El descontento social es un problema constante, ya que el lactosuero no solo afecta suelo y agua, sino que afecta al ambiente en general debido a los olores molestos que se generan cuando el subproducto se encuentra a cielo abierto.

El lactosuero conserva el 55% de los nutrientes de la leche, tradicionalmente ha sido destinado a la alimentación animal y la elaboración de requesón, pero en la actualidad se han propuesto una gran cantidad de alternativas para su aprovechamiento principalmente desde la industria alimentaria, química, cosmética y biomédica lo cual ofrece oportunidades para su aprovechamiento. Sin embargo, a pesar de ser un recurso poco empleado en la industria alimentaria, se debe tomar en cuenta ya que es una alternativa muy eficaz en el aprovechamiento del residuo de suero de requesón y al mismo tiempo es favorable para el medio ambiente evitando su desecho.

8. CONCLUSIONES

El objetivo fundamental de esta tesis es la formulación de una bebida fermentada a base del residuo de la elaboración del requesón y con esto demostrar que aún cuenta con las propiedades funcionales necesarias para ser una materia prima de alto valor y así ser aprovechada, evitar su desecho y al mismo tiempo contribuir a la mejora del medio ambiente. Así pues, todo partió desde la obtención de la leche cruda y la elaboración de los diferentes productos que se derivan de este recurso; como el queso fresco, con el suero hicimos requesón y después del requesón tenemos un residuo final, el cual usaremos, aprovechándose hasta las últimas instancias, el cual es la materia prima principal para la elaboración de la bebida.

En este trabajo de tesis nos encargamos de hacer las debidas pruebas físico químicas tanto del residuo (que fue nuestra materia prima) y posteriormente a la bebida fermentada, obteniendo los resultados mostrados anteriormente. Nos dimos cuenta que en el residuo (la materia prima) efectivamente aún cuenta con las propiedades necesarias para su aprovechamiento, dando resultados positivos a la presencia de proteínas. Por el lado contrario nuestra bebida después del proceso de fermentación, ya no cuenta con la presencia de proteínas encontradas en la materia prima, aun así, la bebida fermentada cuenta con las propiedades y características necesarias para su ingesta y prometer una mejor digestión.

Si sabemos, la aceptabilidad de los alimentos es difícil de medir debido a que depende de diversos factores (cultura, edad, nivel socioeconómico, entre otros) y además es dinámica y variable, no sólo entre individuos de una misma población sino también en un mismo individuo en contextos y momentos diferentes. Sin embargo, en bebidas fermentadas preparadas a base de distintos alimentos, se observa una relación directa entre la aceptabilidad y la similitud con productos con los que el consumidor ya está familiarizado. Es por ello que la bebida obtenida en este proyecto tuvo un gran nivel de aceptación por lo que puede llegar a establecerse en el mercado ya que, con todas las pruebas e investigación realizadas, se obtuvo una bebida que demuestra ser rica en aminoácidos los cuales ayudan al crecimiento, descomponer

los alimentos y reparar tejidos corporales. De igual forma, la bebida cuenta con las propiedades fisicoquímicas adecuadas para su consumo, al mismo tiempo que se reduce la contaminación generada por este residuo que para este proyecto es empleado como recurso.

8. BIBLIOGRAFÍA

Dergal, B. S. (2006). *Química de los Alimentos* (6.^a ed.) [Libro electrónico]. Pearson. <https://itscv.edu.ec/wp-content/uploads/2019/06/QUIMICA-DE-LOS-ALIMENTOS-4ta-Edicion.pdf>

Valencia Denicia, E ;Ramírez Castillo, M.L. (2009). La industria de la leche y la contaminación del agua. 2022, de Redalyc Sitio web: <https://www.redalyc.org/pdf/294/29411996004.pdf>

Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2016) *Estadísticas del agua en México*.

Kirk RS, Sawyer R, Egan H. “Composición y análisis de alimentos de Pearson”, cecsa, México (2005)

Cuellas, Anahí. Aprovechamiento industrial del suero de quesería. Obtención de una bebida energizante a partir del efluente. Tecnología Láctea Latinoamericana, 2008 : Santa Fe.

Zamora Carrillo, Marco. Caracterización de los parámetros de calidad del agua desalojada por la empresa de productos lácteos con el fin de disminuir su contaminación en el cantón de Píllaro. Ambato : Universidad Tecnica de Ambato, 2010.

Chamorro Romero, Karolina. Evaluación de una planta de tratamiento de aguas residuales de una empresa de fabricación de quesos. Universidad San Francisco de Quito, Quito : 2014

Waldner, D.N, Stokes, S.R., Jordan, E.R., y Looper, M.L.: Managing milk composition: normal sources of variation. Oklahoma Cooperative Service, ANSI-4016. <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-2028/ANSI-4016.pdf>

Parra, R. A. (2009). Whey: importance in the food industry. *Scielo*, 1–16.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>

Gobierno del Estado de México, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023).

García Garibay, D. M. (2011). *Libro blanco de la leche y productos lácteos* (Primera Edición, Vol. 1). CANILEC.
https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro_blanco_de_la_leche.pdf

Roca Ruiz, A. M. (s. f.). *El valor nutritivo de la leche: mucho más que calcio*. PULEVA.
<https://www.lechepuleva.es/leche/valor-nutritivo-leche>

Revista Chilena de Nutrición. (2013). *Whey, generalities and potential use as source of calcium from high bioavailability*. Redalyc. Recuperado 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/469/46929416011.pdf>

UDLAP. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *TS/A*, 6(2), 2–19.
https://www.researchgate.net/profile/Carolina-Ramirez-Lopez/publication/303959697_Quesos_frescos_propiedades_metodos_de_determinacion_y_factores_que_afectan_su_calidad/links/57601b6208ae227f4a3ee94e/Quesos-frescos-propiedades-metodos-de-determinacion-y-factores-que-afectan-su-calidad.pdf

Sección de Calidad Agroalimentaria. (2003). *Norma técnica artesana del requesón fresco y curado*. Gobierno de Navarra. Recuperado 2022, de https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D67B7E58-C3F6-4366-A814-001D7983035D/0/043NTARequeson_V1_.pdf

Badui S. Leche. En: *Química de los alimentos*, 1ª ed. Ed. Alhambra Mexicana, S.A. de C.V. México, 1986:. 373-399.

Jovanović et al ;Whey proteins-Properties and Possibility of Application; 2012.

Carey Francis A. Química Orgánica. Capítulo 27 Aminoácidos, péptidos y proteínas. 3ª Edición.

Suh, H., & Rodríguez, E. (2017). Determinación del pH y Contenido Total de Azúcares de Varias Bebidas No Alcohólicas: su Relación con Erosión y Caries Dental. *OdontoInvestigación*, 3(1). <https://doi.org/10.18272/oi.v3i1.851>

K. Pásztor, "Protein changes of various types of milk as affected by high hydrostatic pressure," Tesis de Doctorado, Department of Refrigeration and Livestock Products Technology, Corvinus University, Budapest, 2008.

The Circular Economy: A Wealth of Flows (2015).

Ghisellini, p.; Cialani, c. Y ulgiati, s. (2016). «A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems». *Journal of Cleaner Production*.

Anprac, Asociación Nacional de Productores de Refrescos y Aguas Carbonatadas (2014). La industria refresquera mexicana. Disponible en: Disponible en: <http://anprac.org.mx/industria-refresquera-incrementa-3-8-susventas-en-2016/>. Fecha de consulta: 15 de marzo de 2018.

Yong, R. (2007). «The circular economy». *Journal of Material Cycles and Waste Management*.

Objetivos de Desarrollo Sostenible. (s. f.). Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación. Gobierno de España. Tomado de exteriores.gob.es.

Ecological Six Pack Rings. (2019). Tomado de goexplorer.org.

Lifeder. (30 de agosto de 2022). *Desarrollo sustentable*. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/desarrollo-sustentable/>

Bancos de Alimentos de México (2015). URL: <http://bancosdealimentos.org.mx/>. Última consulta 26 de octubre de 2015.

Food Agriculture Organization (FAO) (2014b). "Iniciativa mundial sobre la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos". Texto completo, URL: <http://www.fao.org/3/a-i4068s.pdf>. Última consulta 26 de octubre de 2015. Food Agriculture Organization (FAO) (2013).

Food wastage footprint Impacts on natural resources". Summary Report. URL <http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf>. Última consulta 23 de octubre de 2015.

Car/pl. Prevención de contaminación de la industria Láctea. Barcelona : s.n., 2002.

Zamora Carrillo, Marco. Caracteriación de los parámetros de calidad del agua desalojada por la empresa de productos lacteos con el fin de disminuir su contaminación en el cantón de Pillaro. Ambato : Universidad Tecnica de Ambato, 2010.

Danalewich, J.R.,. Characterization of dairy waste streams, current treatment practices and potential for biological nutrient removal. s.l. : Elsevier Science, 1998.

Carvalho, Fátima, Prazeres, Ana y Rivas, Javier. Cheese whey wastewater: Characterization and treatment. Bajadoz : Science of Total Environment, 2012.

Brado, G., Dias, F. , Silva, N., Andreia de Souza, D., Peralta, R., Brugnari, C., Mallman, C., Alves de Abreu, B., Graton, J. & Machinski, M. 2017. Curcuma longa L. essential oil composition, antioxidant effect, and effect on Fusarium verticillioides and fumonisin production. Food Control, 73, 806-813.

Dufresne, C. & E. Farnworth 2000. Tea, Kombucha, and health: a review. Food Research International, 33, 409- 421.

Acuña O, Torres A. Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa. Escuela Politécnica Nacional. 2010, 29(1): 60-69.

Fonnegra R, Jiménez S. Plantas medicinales aprobadas en Colombia; 2da ed. Colombia. Editorial: Universidad de Antioquia; 2007.

Korte G., Dreiseitel A., Schreier P., Oemhime A., Locher S., Geiger S., Heilmann J., Sand P. 2010. Tea catechins' affinity for human cannabinoid receptors. Phytomedicine 17.

UANL (Universidad Autónoma de Nuevo León). (2022). ¿Que es el desarrollo sustentable?. 2023, de Universidad Autónoma de Nuevo León. Sitio web: https://sds.uanl.mx/desarrollo_sustentable/

Louise Spratt. (2016). El kombucha: un elixir fermentado. 2023, febrero 13, de conasi. Sitio web: <https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/kombucha-elixir-fermentado/#:~:text=Durante%20el%20proceso%20de%20la,el%20efecto%20gaseoso%20al%20t%C3%A9>.

Obando Sánchez Y, Quintero Romero Y. "Elaboración de un producto soluble a base de jengibre saborizada con limoncillo" [Tesis de grado] Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. 2009.

Berdonces, JL. Gran Enciclopedia de Plantas Medicinales: Diccionario de Plantas Medicinales A-J. 1ra ed. España: Barcelona; Editorial Océano; 2010.

Sarmiento Rubiano LA, Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación. Orinoquia, 2006.

Armenta, R. and I. Guerrero (2009) Amino acid profile and enhancement of the enzymatic hydrolysis of fermented shrimp carotenoproteins. Food Chem. Vol. 112

Le Quéré, J.M., Husson, F., Renard, C.M.G.C. & Primault, J. (2006). French cider characterization by sensory, technological and chemical evaluations. *Food Science and Technology*. 39(9): 1033-1044

AOAC: Association of Official Analytical Chemists. (1990) *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Washington D.C: Association of Official Analytical Chemists. 916 p.

España (2021). *Tecnología y Conocimiento para la Competitividad de la Industria Alimentaria*.

Berezov TT, Korovkin BF (1992): "Chemistry of Proteins". En Berezov TT, Korovkin BF (eds): *Biochemistry*, 1ª Ed. Editorial Mir Publishers Moscow (Moscú, Rusia).

Dokkoi Japan. (2022). La bebida Japonesa "Calpis". 2023, marzo 04, de Dokkoi. Sitio web: https://www.dokkoi.com/smartblog/60_conoce-beneficios--bebida-japonesa-calpis.html

Berta y Jesús. (2021). Bebidas japonesas curiosas Calpis. 2023, marzo 04, de Muy japonés. Sitio web: <https://www.muyjapones.com/bebidas-japonesas-curiosas-calpis/>

Coda, R., Rizzello, C.G., Trani, A., Gobbetti, M. (2011). Manufacture and characterization of functional emmer beverages fermented by selected lactic acid bacteria. *Food Microbiology*.

Ventura, D. L. M. (2020). *Manual de prácticas de Análisis de Alimentos*. <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf>

Mex-Álvarez, R. M. de J., Guillen-Morales, M. M., & Ceh-Ac, C. A. (2022). Microtitulación para la determinación de la acidez titulable de tés (*Camellia sinensis*). *RIDE revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, 12(24). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1138>

(S/f). Edu.co. Recuperado el 8 de marzo de 2023, de [http://ed.unal.edu.co/cursos/ciencias/2018415/und2/html_1/2_7_4determinacion.html#:~:text=pH%20y%20ácidez,-MÉTODOS%20ANALÍTICOS%20PARA&text=La%20técnica%20descrita%20en%20la,un%20ácido%20fuerte%20\(HCl\).](http://ed.unal.edu.co/cursos/ciencias/2018415/und2/html_1/2_7_4determinacion.html#:~:text=pH%20y%20ácidez,-MÉTODOS%20ANALÍTICOS%20PARA&text=La%20técnica%20descrita%20en%20la,un%20ácido%20fuerte%20(HCl).)

Bloemendaal Mirjam; Fröbose Monja Isabel et al. *Neuro-Cognitive Effects of Acute Tyrosine Administration on Reactive and Proactive Response Inhibition in Healthy Older Adults*. eNeuro. 5. 2; 2018.

Instrumentos, H. (2014, 14 de julio). *El pH en los alimentos; cómo se controla y funciona correctamente son sus métodos*. El blog de Hanna Instruments. <http://www.hannaarg.com/blog/el-ph-en-los-alimentos-como-se-controla-y-cuales-son-sus-metodos/>

Guerrero, W; Gómez, C y Castro, R. (2010). *Caracterización Fisicoquímica del Lactosuero en el Valle de Tulancingo*. Universidad de Guanajuato. XII congreso de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Jongkees Bryant, HOMMEL Bernhard et al. *Effect of tyrosine supplementation on clinical and healthy populations under stress or cognitive demandsdA review*. Journal of Psychiatric Research. 70. 50-57, 2015

TP ESPECTROFOTOMETRÍA: Reacción de Biuret. (s/f). Uba.ar. Recuperado el 8 de marzo de 2023, de <https://campus.ffyb.uba.ar/mod/book/view.php?id=291276&chapterid=8095>

Elisa R. Dionicio Escalante, (2020) Identificación de aminoácidos y proteínas. Slideshare.net. Recuperado el 8 de marzo de 2023, de <https://es.slideshare.net/royseravellanedaaalar/identificacion-de-aminoacidos-y-proteinas>

Alba Gutiérrez R., Eufrosina, Olivia Rodríguez Zavala, Catalina Carmona T.. (2004). La química en tus manos. Ciudad de México: Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial. Recuperado de: <https://books.google.com.mx/books?id=SPERRV5OggUC&pg=PA183&dq=practica+carbohidratos+lugol&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjMkMrT3Z3sAhUMP60KHYypBvoQ6AEwAnoECAEQAg#v=onepage&q=practica%20carbohidratos%20lugol&f=false>

Jorge E. Ramírez Luna, Andrea Reyes López . (2003). Manual de prácticas de laboratorio de biología. México: Pearson Educación . Recuperado de: <https://books.google.com.mx/books?id=xBxiLyO2uYEC&pg=RA1-PA20&dq=practica+carbohidratos+lugol&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjMkMrT3Z3sAhUMP60KHYypBvoQ6AEwBHoECAUQAg#v=onepage&q&f=false>

Nayarit, R. A. (s/f). Limón, fuente de sabor y tradición mexicana. gob.mx. Recuperado el 10 de marzo de 2023, de <https://www.gob.mx/agricultura/nayarit/articulos/limon-fuente-de-sabor-y-tradicion-mexicana?idiom=es>

7 Beneficios y propiedades del limón para la salud. (2017, diciembre 17). Ayuno. <https://www.ayuno.es/propiedades-del-limon/>