

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Agroindustria Alimentaria
Ingeniería en Agroindustria Alimentaria



Proyecto Especial de Graduación
Desarrollo de un yogur bebible sabor a fresa utilizando suero ácido

Estudiantes

Fiorella Belén Almendariz Rizzo
Óscar Andrés Villarreal Ponce

Asesores

Sandra Karina Espinoza, M.Sc.
Adela Acosta, D.Sc.

Honduras, noviembre de 2023

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRIGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA M. ACOSTA MARCHETTI

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	5
Índice de Figuras	7
Índice de Anexo.....	8
Resumen	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
Materiales y Métodos.....	14
Localización del Estudio	14
Materia Prima	14
Proceso Formulación	14
Aporte de Sólidos Totales, Proteínas y Grasas.	15
Proceso de Elaboración.....	16
Recepción de Materia Prima.....	18
Estandarización de Grasa.....	18
Mezclado de Base Láctea	18
Precalentamiento.....	18
Adición de Sólidos	18
Pasteurización.....	19
Homogenización	19
Enfriamiento	19
Inoculación.....	19
Incubación.....	19
Enfriamiento y Saborizado.....	20
Envasado	20
Almacenamiento.....	20

Fases de la Investigación.....	20
Fase I: Análisis Microbiológicos y Sensoriales.....	20
Análisis Sensorial.....	22
Fase II: Análisis Fisicoquímicos.....	23
Diseño Experimental	24
Resultados y Discusión.....	25
Fase I: Análisis Sensorial.....	25
Aporte de Sólidos Totales, Proteínas y Grasas	25
Análisis Microbiológicos.....	26
Prueba de Aceptación Sensorial	27
Prueba de Preferencia	34
Prueba T de Estudiante	35
Fase II: Pruebas Fisicoquímicas	35
Viscosidad	35
Sólidos Totales	36
Acidez Titulable.....	38
Etiquetado Nutricional.....	38
Conclusiones	40
Recomendaciones.....	41
Referencias.....	42
Anexos.....	48

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Límites máximos permitidos para el subgrupo de alimento: Yogur	20
Cuadro 2 Aporte estimado de sólidos totales, proteínas y grasas de los tratamientos de yogur bebible con suero ácido	25
Cuadro 3 Formulaciones de yogur bebible sabor a fresa con tres concentraciones de suero ácido en base láctea (30, 40 y 50%)	26
Cuadro 4 Resultados de análisis microbiológicos en UFC/g realizados a los tres diferentes tratamientos de yogur bebible	27
Cuadro 5 Resultados del análisis sensorial en el atributo de apariencia en yogur bebible con suero ácido.....	28
Cuadro 6 Resultados del análisis sensorial en el atributo de color en el yogur bebible con suero ácido	29
Cuadro 7 Resultados del análisis sensorial en el atributo de olor en el yogur bebible con suero ácido	29
Cuadro 8 Resultados del análisis sensorial en el atributo de viscosidad del yogur bebible con suero ácido.....	30
Cuadro 9 Resultados del análisis sensorial en el atributo de acidez del yogur bebible con suero ácido	31
Cuadro 10 Resultados del análisis sensorial en el atributo de dulzura del yogur bebible con suero ácido.....	32
Cuadro 11 Resultados del análisis sensorial en el atributo de sabor a fresa del yogur bebible con suero ácido.....	32
Cuadro 12 Resultados del análisis sensorial en el atributo de aceptación general del yogur bebible con suero ácido.....	33
Cuadro 13 Resultados del análisis de correlación de los atributos apariencia, color, olor, viscosidad, sabor a fresa, dulzura y acidez con la aceptación general de tratamientos.....	34

Cuadro 14 Resultados del análisis de preferencia del yogur bebible con suero ácido.....	34
Cuadro 15 Resultados de la prueba T entre el Tratamiento 1 y 3 con relación a la aceptación general	35
Cuadro 16 Resultado porcentaje de sólidos totales en tratamiento con 50% suero ácido.....	37
Cuadro 17 Resultado acidez titulable en tratamiento con 50% suero ácido.....	38

Índice de Figuras

Figura 1 Flujo de proceso de elaboración de yogur bebible con suero ácido	17
Figura 2 Gráfica de viscosidad del yogur bebible con 50% de suero ácido	36
Figura 3 Etiquetado nutricional del yogur bebible con 50% de suero ácido	39

Índice de Anexo

Anexo A Boleta de Evaluación Sensorial	48
--	----

Resumen

El yogur es uno de los productos más consumidos a nivel mundial. El suero es un líquido con alto aporte nutricional, en la industria láctea este suele ser desechado generando contaminación en los ecosistemas. El objetivo del estudio fue desarrollar un yogur bebible sabor a fresa para la planta de lácteos de Zamorano, utilizando suero ácido generado por la coagulación del queso Zamorella, evaluando la revalorización de este co-producto. Este estudio se desarrolló en dos fases: Análisis microbiológicos y sensoriales; y pruebas fisicoquímicas. Se formularon tres tratamientos con 30, 40 y 50% de suero ácido. Se realizó análisis sensorial de aceptabilidad y de preferencia, se utilizó un Diseño de Bloques Completos al azar (BCA), una separación de medias Duncan, utilizando el programa SAS versión 9.6. Para el análisis de preferencia, se usó la prueba no paramétrica Basker. Al tratamiento de mayor aceptación y mayor contenido de suero se le realizó pruebas fisicoquímicas, para el análisis de los datos se utilizó un análisis univariado.

El estudio demostró que el Tratamiento 3 con 50% de suero ácido obtuvo la mayor aceptabilidad y preferencia. Se evidenció que la adición de suero ácido en el Tratamiento 3, no influyó en el comportamiento no newtoniano del yogur y se cumplió con el porcentaje de sólidos totales para un yogur bebible. El Tratamiento 2 con 40% suero ácido fue el menos aceptado y preferido, los panelistas no encontraron un buen equilibrio de sabor en esta mezcla. Se declaró al yogur, exento de grasas saturadas y trans, bajo en sodio y libre de colesterol.

Palabras claves: coagulación, contaminación, co-producto lácteo, revalorización, sostenibilidad.

Abstract

Yogurt is one of the most consumed products worldwide. Whey is a liquid with high nutritional value, but in the dairy industry it is usually discarded, generating pollution in ecosystems. The objective of the study was to develop a strawberry-flavored drinkable yogurt for the Zamorano dairy plant, using acid whey generated by the coagulation of Zamorella cheese, thus allowing the revaluation of this co-product. This study was developed in two phases: Microbiological and sensory analyses; and physicochemical tests. Three treatments were formulated with 30, 40 and 50% acid whey. Sensory analysis of acceptability and preference was carried out using a Randomized Complete Block design (RCB), Duncan mean separation, using SAS program version 9.6. For the preference analysis, the non-parametric Basker test was used. The treatment with the highest acceptance and the highest acid whey content was subjected to physicochemical tests, and univariate analysis was used for data analysis.

The study showed that Treatment 3 with 50% acid whey obtained the highest acceptability and preference. It was shown that the addition of acid whey in Treatment 3 did not influence the non-Newtonian behavior of the yogurt and the percentage of total solids for a drinkable yogurt was accomplished. Treatment 2 with 40% acid whey was the least accepted and preferred, the panelists did not find a good balance of flavor in this mixture. The yogurt was declared free of saturated and trans fats, low in sodium and cholesterol free.

Key words: coagulation, contamination, dairy co-product, revaluation, sustainability.

Introducción

La industria láctea es una de las más importantes y versátiles de las industrias de alimentos, gracias a la diversidad de productos y coproductos que se derivan de la leche. El yogur es uno de los productos lácteos más consumidos y conocidos a nivel mundial. Este es el producto de la leche coagulada obtenida por la acción fermentativa de las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (Babio et al., 2017). El yogur es un alimento muy conveniente a la hora de ser consumido, muchas personas optan por comprar esta bebida como un complemento hacia otros productos alimenticios como: el cereal, la granola, frutas y como ingrediente para batidos. Gran parte del yogur que es consumido es proporcionado convenientemente a personas que deben seguir una dieta libre de alimentos sólidos y por su efecto beneficioso en la salud. El yogur es una gran fuente de calcio, zinc y vitamina B, lo que se ve asociado en la mejora de la salud ósea, respuesta inmune, efecto antiinflamatorio, el envejecimiento y la prevención de enfermedades (El-Abadi et al., 2014). Se pueden realizar distintos tipos de yogur haciendo cambios ya sea en los procesos o ingredientes usados.

El suero lácteo es el líquido resultante de la coagulación de quesos. La producción mundial de suero (suero ácido y dulce combinados) fue de aproximadamente 200 millones de toneladas por año, con un aumento lineal estimado del 3% en los últimos 21 años (Domingos et al., 2018). Se estima que por 1 kg de queso producido se genera aproximadamente 9 kg de suero (Aráuz, 2020). La industria láctea produce dos tipos de suero, suero dulce y suero ácido, el primero es obtenido por la coagulación enzimática, el segundo por la coagulación por acidificación a través de cultivos lácteos o ácidos orgánicos (Osorio et al., 2018). El suero representa cerca del 90% del volumen de la leche en la producción de quesos, contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles, el 95% de lactosa, 25% de las proteínas y el 8% de la materia grasa (Brito et al., 2017). Su composición química ofrece una variedad de beneficios por su alto aporte nutritivo, contenido de aminoácidos y propiedad funcional. Desgraciadamente, este coproducto es comúnmente un desperdicio de alto riesgo para el medio ambiente. Aproximadamente el 50% del total del suero es desechado sobre los recursos

hídricos, arriesgando la vida de especies de flora y fauna por la reducción de oxígeno disuelto que es afectado por la elevada carga de materia orgánica del suero (Gutierrez y Bastidas, 2016). Siendo la lactosa el 70% aproximadamente de sólidos totales del suero (Muset y Castells, 2017). La lactosa aporta de 80 a 90% del DQO (demanda química de oxígeno) y DBO (demanda biológica de oxígeno), los valores de DQO oscilan entre 60000 a 80000 mg/L y los de DBO oscilan entre 30000 a 50000 mg/L (Gutierrez y Bastidas, 2016). La lactosa tiene la desventaja de poseer un enlace β -glucosídico entre sus azúcares que hace que muchos microorganismos no sean capaces de degradarlo (Aráuz, 2020). El suero desperdiciado genera un desequilibrio en los ríos por el exceso de materia orgánica y nutrientes, incrementa los procesos de descomposición orgánica, asiste al crecimiento de algas y por consiguiente una disminución de oxígeno (La Hora, 2019). El agua disminuye su calidad, ocasionando la muerte de la biodiversidad marina. Además, la descarga de este desperdicio genera un rápido consumo de oxígeno, produce eutrofización, salinización, acidificación, generación de malos olores, formación de jabón, entre otros elementos (Osorio et al., 2018).

Debido a las tendencias y demandas en el mercado, la producción de productos ácidos coagulados se triplicó para el año 2013, se predijo que esta tendencia continuaría en incremento. Lo que, a su vez, generó un desafío para la industria, que debió enfrentar un crecimiento asociado con 1.6 millones litros de suero ácido por año generados como residuos (Chandrapala et al., 2015). Muset y Castells (2017), manifiestan que producir mil litros de suero tiene una fuerza contaminante equivalente a las aguas negras producidas en un día por 500 personas. Por ello es importante que las industrias lácteas utilicen el suero ácido generado con el fin de no contaminar el ambiente.

El consumo de yogur bebible ha ido incrementando debido a sus beneficios para la salud y conveniencia. Para el año 2020, se consumieron aproximadamente 11,100 millones de litros de yogur bebible y se espera crezca un 2% anualmente (Tetra Pak, s.f.). Se determinó que, por facilidad y conveniencia, el tipo de yogur con mayor probabilidad de poder competir y posicionarse con los yogures del mercado es el de tipo bebible, este es el tipo de yogur que fue más consumido en el mercado (Gharibzahedi y Chronakis, 2018). La aceptación de un yogur se basa en varios factores como:

viscosidad, olor, sabor, entre otros. La característica más importante en las que las personas basan su grado de aceptabilidad y preferencia es el sabor (Cheng, 2010). En el mercado existe una infinidad de sabores para la escogencia del consumidor, sin embargo, la fresa sigue siendo el sabor más popular y de mayor venta dentro de los supermercados (Das et al., 2019).

Con el propósito de disminuir la cantidad de desechos y desperdicio e innovar dentro de la planta de Lácteos en Zamorano se desarrolló un yogur bebible con suero ácido para lo cual se establecieron los siguientes objetivos:

Determinar la aceptabilidad y grado de preferencia de tres formulaciones de yogur a diferentes concentraciones de suero ácido; 30, 40 y 50%.

Evaluar el efecto del suero ácido en la actividad microbiana e inocuidad del yogur bebible

Evaluar el efecto del suero ácido en la viscosidad y contenido de sólidos totales del yogur bebible desarrollado para la planta de lácteos de Zamorano.

Materiales y Métodos

Se elaboraron tres diferentes formulaciones para un yogur bebible sabor a fresa con suero ácido en la planta de lácteos de Zamorano, cada formulación difirió en el porcentaje de suero utilizado. Se realizó un análisis sensorial de aceptabilidad y preferencia para dichas formulaciones, la cual determinó la formulación más aceptada y preferida. Misma formulación que posteriormente fue sometida a pruebas fisicoquímicas: acides titulable, solidos totales y viscosidad. Se realizo una etiqueta nutricional utilizando el software Genesys SQL.

Localización del Estudio

La elaboración y formulación del yogur se llevó a cabo en el laboratorio de la planta de lácteos de Zamorano. Se realizó la etiquetada nutricional y los análisis fisicoquímicos de viscosidad y sólidos totales del yogur en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). Los análisis microbiológicos de los tratamientos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de Zamorano (LMAZ). Los análisis sensoriales se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis Sensorial de Zamorano. Todas las instalaciones se encuentran dentro de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el Valle de Yeguaré, municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, Honduras, CA.

Materia Prima

Para la formulación de los yogures se utilizó leche estandarizada, suero ácido obtenido de la coagulación del queso zamorella de Zamorano, sacarosa, saborizante de fresa, cultivos lácticos (*L. Bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*), estabilizador para yogur y conservante.

Proceso Formulación

El proceso de formulación de yogur bebible a diferentes concentraciones de suero ácido; 30%, 40% y 50%, implicó varias etapas y ajustes para lograr un producto final de calidad.

Los sólidos totales son fundamentales para lograr la textura deseada en el yogur. Para obtener una consistencia tipo yogur bebible, es esencial mantener los sólidos totales dentro del rango de 14-18%. Un valor por debajo de este margen puede resultar en un yogur demasiado líquido, mientras que

un valor superior puede dar como resultado un yogur demasiado firme. Además, la cantidad de proteína debe oscilar entre 4 y 6 gramos, mientras que la grasa debe mantenerse en un rango de 1 a 2% (Mahdian y Mazaheri, 2007).

Aporte de Sólidos Totales, Proteínas y Grasas.

Se estimó el aporte de sólidos totales, proteínas y grasas a las formulaciones, en base a las ecuaciones utilizadas por Vargas (2020). Utilizamos las fichas técnicas de cada ingrediente para conocer el porcentaje de humedad (%H) y reemplazamos el porcentaje de uso (%U) de cada ingrediente para determinar el porcentaje sólidos totales (%ST) (Ecuación 1) que aporta dicho ingrediente. Se sumaron todos los porcentajes de sólidos totales de cada ingrediente y se determinó el aporte de sólidos totales para cada tratamiento (Ecuación 2).

$$\%ST = (100 - \%H) * \%U \quad [1]$$

$$Aporte\ ST\ (\%) = \Sigma\%ST \quad [2]$$

Donde:

%ST= porcentaje de sólidos totales

%H= porcentaje de humedad

%U= porcentaje de uso

Para el aporte de la grasa y proteína se tomaron en cuenta únicamente el suero y la leche. Se utilizó la Ecuación 3 y el porcentaje de uso (%U) para determinar el porcentaje de proteína (%PT) aportado por cada ingrediente. Se sumaron los valores de aporte de la leche y el suero para determinar el aporte de proteína de cada tratamiento (Ecuación 4)

$$\%PT = \%PT * \%U \quad [3]$$

$$Aporte\ PT\ (\%) = \Sigma\%PT \quad [4]$$

Donde:

%PT= porcentaje de proteína

%U= porcentaje de uso

El mismo método anteriormente descrito se utilizó para el aporte de grasa (Ecuación 5 y 6)

$$\%GS = \%GS * \%U \quad [5]$$

$$\text{Aporte GS (\%)} = \Sigma\%GS \quad [6]$$

Donde:

%GS= porcentaje de grasa

%U= porcentaje de uso

La metodología para la determinar las tres formulaciones y cantidad de suero a utilizar, consistió en prueba y error de diferentes cantidades de materia prima, hasta obtener una formulación con propiedades organolépticas agradables. Se realizaron tres pruebas preliminares, cada una compuesta de tres formulaciones con un cambio únicamente en el porcentaje de suero ácido disminuyendo la cantidad de leche.

Formulación I (T1): 30% de suero ácido

Formulación II (T2): 40% de suero ácido

Formulación III (T3): 50% de suero ácido

Durante las pruebas preliminares, se detectó un reto en cuanto al sabor y consistencia. Había un sabor residual, al tragar se sentía un picor desagradable y la acidez del yogur no era la deseada. Además, la consistencia del yogur era muy líquida. Se realizó una evaluación y se aplicaron medidas correctivas; se ajustó el exceso de sorbato de potasio y se aumentó la sacaros con el propósito de aumentar los sólidos totales y tener un mejor equilibrio de sabor.

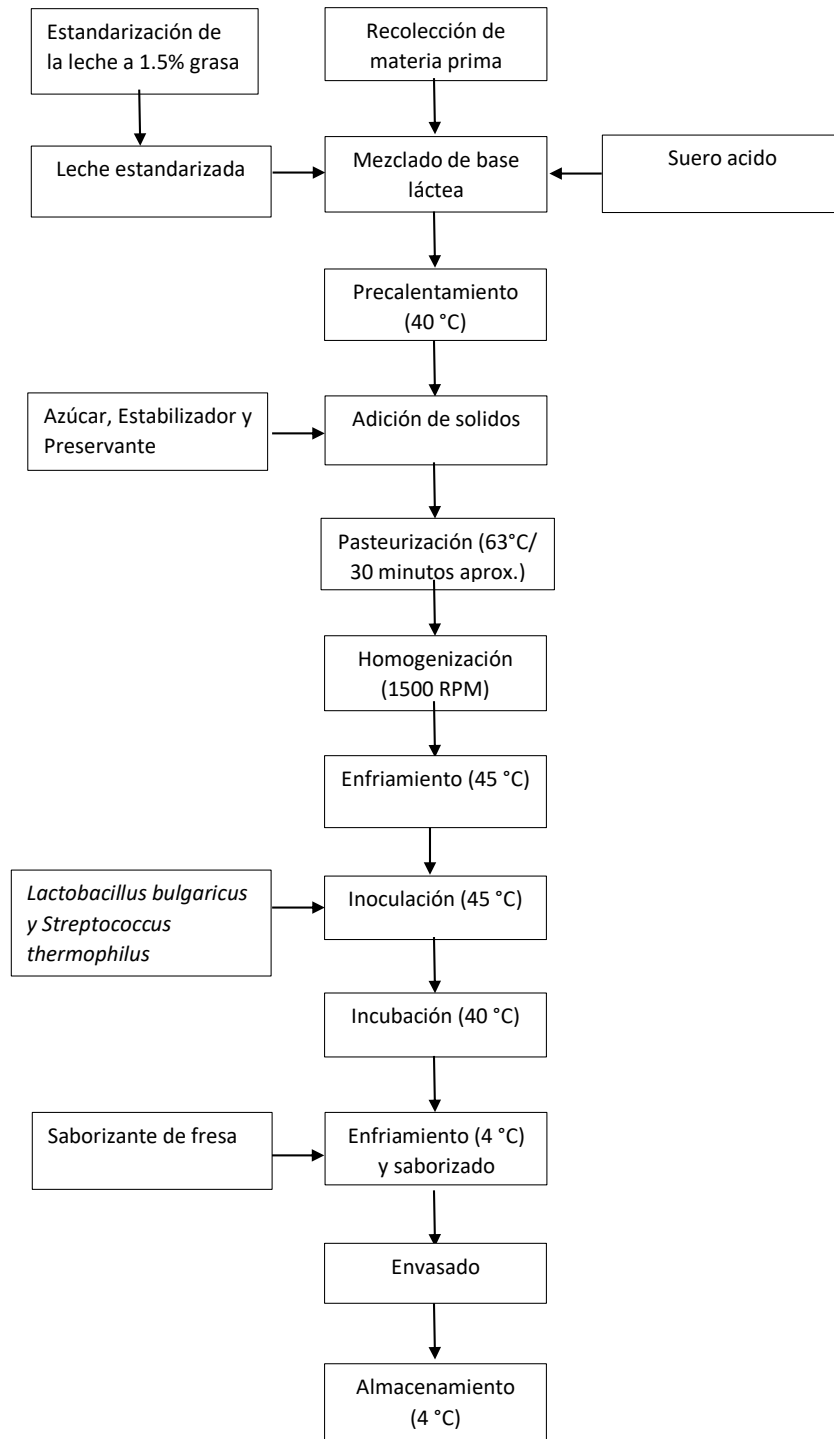
Proceso de Elaboración

El proceso de elaboración del yogur comienza con el precalentado la base láctea (leche estandarizada y suero ácido) para que los ingredientes se puedan disolver. Se pasteuriza la mezcla para matar bacterias no deseadas y desnaturalizar las proteínas. Se homogeniza y luego se enfría a la temperatura de inoculación. Se inocula con cultivos de bacterias lácticas, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, que convierten la lactosa en ácido láctico, lo que acidifica la leche y crea la textura característica del yogur. La mezcla se incuba durante varias horas, en las que las bacterias

láticas se multiplican y fermentan la leche. Finalmente, se enfría el yogur para detener la fermentación, y se saboriza antes de su envasado y distribución (Figura 1).

Figura 1

Flujo de proceso de elaboración de yogur bebible con suero ácido



Nota. Adaptado de Tonantzin et al. (2016)

Recepción de Materia Prima

Se reciben las materias primas necesarias para la producción del yogur bebible en la planta de lácteos de Zamorano. Esto incluye leche fresca, suero ácido, así como otros ingredientes y cultivos necesarios, al suero ácido se le verifica que este en ATECAL menor a 0.1. La leche se somete a pruebas de calidad como: prueba de densidad o gravedad específica y prueba de inhibidores de antibióticos. No deben contener residuos, ser insípidos ni tener color u olor anormal. Además, no deben contener sustancias químicas y deben tener un bajo número de bacterias (Rodríguez y Percy, 2017).

Estandarización de Grasa

En esta etapa, se ajusta el contenido de grasa de la leche a 1.5%. Esto se logra mezclando leche entera con leche descremada y se homogeniza.

Mezclado de Base Láctea

El suero y la leche fueron pesados por separado en una probeta de mil mililitros, y se mezclaron en un recipiente.

Pre calentamiento

La leche estandarizada y suero ácido se precalientan juntas hasta alcanzar una temperatura de 40°C. Esto con la finalidad de facilitar la incorporación y dilución de los ingredientes secos a la mezcla. Al crear este ambiente cálido y receptivo, se promueve una integración sin esfuerzo, asegurando que cada elemento se mezcle de manera homogénea.

Adición de Sólidos

Con la balanza calibrada y los recipientes preparados, se pesa cada ingrediente. Se añaden los ingredientes sólidos (no lácteos) a un solo recipiente y se registra el peso siguiendo todas las medidas de inocuidad y seguridad. Se añaden los ingredientes secos a la mezcla. Estos sólidos incluyen edulcorante (sacarosa), conservante y estabilizantes para mejorar la cremosidad, viscosidad y dulzura del producto final.

Pasteurización

La leche precalentada con los sólidos añadidos se somete a un proceso de pasteurización, donde se calienta a una temperatura de 63°C por 30 minutos, este proceso es realizado por la maquina Instant Pot, con el objetivo de eliminar las bacterias patógenas y reducir la carga microbiana. Este proceso es esencial para garantizar la seguridad y la vida útil del yogur (Freire, 2010).

Homogenización

Después de la pasteurización, la mezcla se homogeniza, un proceso que rompe las partículas de grasa y proteínas en tamaños más pequeños y uniformes. Esto ayuda a evitar que la grasa se separe y forme una capa en la parte superior del yogur bebible (Pascual, 2019).

Enfriamiento

La mezcla pasteurizada y homogeneizada se enfría a una temperatura de 4 °C por 20 a 30 min aproximadamente en un refrigerador, hasta alcanzar una temperatura de 45°C para la inoculación de cultivos lácticos.

Inoculación

Se agregan cultivos de bacterias beneficiosas: *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Estas bacterias son responsables de fermentar la lactosa presente en la leche, convirtiéndola en ácido láctico y dando como resultado la formación del yogur (Palou, 2016). Se inoculó a 45°C para optimizar el crecimiento de *Streptococcus thermophilus* (Blanco, 2015).

Incubación

Después de la inoculación, la mezcla se coloca en la incubadora (Precision Thelco modelo 4), a una temperatura de 40°C y se deja incubar durante un período de entre 1 a 2 horas. Durante este tiempo, las bacterias lácticas fermentan la lactosa, lo que acidifica la mezcla y le da consistencia al yogur (Villegas y Santos, 2011).

Enfriamiento y Saborizado

Una vez que la fermentación ha concluido, el yogur se enfría nuevamente a 4 °C por 2 horas en un refrigerador para detener el proceso de fermentación y mantener su sabor y textura. Posteriormente, se agrega el saborizante.

Envasado

El yogur bebible se envasa en botes de polipropileno para una porción de 225g.

Almacenamiento

Los envases de yogur se almacenan en condiciones controladas a temperaturas de refrigeración se recomienda a 4 °C, para mantener la calidad y extender su vida útil.

Fases de la Investigación

Fase I: Análisis Microbiológicos y Sensoriales

Análisis Microbiológicos.

Con el propósito de garantizar la inocuidad del producto y que no afecte la salud de los panelistas y posibles consumidores, se realizaron análisis microbiológicos a las tres formulaciones. Los criterios microbiológicos para registro y vigilancia fueron los establecidos por el RTCA 67.04.50:08, comprendido por los parámetros y límites máximos permitidos (Cuadro1).

Cuadro 1

Límites máximos permitidos para el subgrupo de alimento: Yogur

Parámetro	m	M
Mohos y levaduras	10 UFC/g	10 ² UFC/g
<i>Escherichia coli</i>	<3 NMP/g	

Nota. Tomado de (Reglamento Técnico Centroamericano. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. RTCA 67.04.50:08, 2009).

M: límite microbiológico que separa la calidad aceptable y rechazable. m: valor máximo permitido. UFC: unidades formadoras de colonia. g: gramos. NMP: número más probable

Una vez realizadas las tandas de yogur, se dejaron en almacenamiento durante 12 días. Durante este periodo se prepararon los medios del cultivo, soluciones y materiales.

Medios de Cultivo

Escherichia coli. - Agar bilis rojo violeta- MUG

Hongos y levaduras. - Agar rosa de bengala y cloranfenicol (ARBC)

Soluciones

Buffer de fosfato

Hongos y Levaduras.

Para esta prueba se analizaron 9 muestras (3 tratamientos con 3 repeticiones y 3 diluciones cada uno). Se utilizaron 18 tubos de ensayos esterilizados con 9 mL de buffer de fosfato en cada uno como diluyente para las diluciones. Se colocó 10 mL de cada muestra en una bolsa estéril con 90 mL de buffer de fosfato esterilizado. Se homogenizó cada muestra de la bolsa en el Stomacher IUL Instrument por aproximadamente 1-2 minutos. Una vez homogenizadas las muestras, estas corresponden a la dilución 10^{-1} . Para realizar la dilución 10^{-2} , se tomó 1 mL de la primera dilución y se colocó en un tubo de ensayo, se homogenizó utilizando el vortex por aproximadamente 30 segundos. Así mismo para la dilución 10^{-3} , se tomó 1 mL de la segunda dilución y se colocó en otro tubo de ensayo, se homogenizó el tubo con ayuda del vortex. Se usaron 27 placas petri con 15 mL cada una de Agar rosa de bengala + cloranfenicol como medio de cultivo (405 mL en total de agar). Con una pipeta esterilizada, se tomó 1 mL de la cada dilución y se inoculó en las placas petri por medio del método vaciado en placa. Se realizaron movimiento circulares, verticales y horizontales, para homogenizar la muestra. Las muestras se incubaron a 25°C por 5 días. Por último, se realizó el conteo de colonias y se tomaron los datos correspondientes para su posterior análisis.

Escherichia coli.

Para esta prueba se analizaron 9 muestras (3 tratamientos con 3 repeticiones y 3 diluciones cada uno). Se utilizaron 18 tubos de ensayos esterilizados con 9 mL de buffer de fosfato en cada uno como diluyente para las diluciones. Se colocó 10 mL de cada muestra en una bolsa estéril con 90 mL de buffer de fosfato esterilizado. Se homogenizó cada muestra de la bolsa en el Stomacher IUL Instrument por aproximadamente 1-2 minutos. Una vez homogenizadas las muestras, estas

corresponden a la dilución 10^{-1} . Para realizar la dilución 10^{-2} , se tomó 1 mL de la primera dilución y se colocó en un tubo de ensayo, se homogenizó utilizando el vortex por aproximadamente 30 segundos. Así mismo para la dilución 10^{-3} , se tomó 1 mL de la segunda dilución y se colocó en otro tubo de ensayo, se homogenizó el tubo con ayuda del vortex. Se usaron 27 placas petri con 15 mL cada una de Agar bilis rojo violeta- MUG como medio de cultivo (405 mL en total de agar). Con una pipeta esterilizada, se tomó 1 mL de la cada dilución y se inoculó en las placas petri por medio del método vaciado en placa. Se realizaron movimientos circulares, verticales y horizontales, para homogenizar la muestra. Las muestras se incubaron a 25°C por 5 días. Por último, se realizó el conteo de colonias y se tomaron los datos correspondientes para su posterior análisis.

Análisis Sensorial

Prueba de Aceptabilidad.

Se desarrolló un análisis sensorial afectivo con el objetivo de determinar el tratamiento más aceptado en comparación de las distintas concentraciones de suero ácido utilizado. Se llevó a cabo una prueba afectiva, aquellas en las que un panelista expresa su reacción subjetiva del alimento. Usualmente, estas pruebas se realizan con paneles inexpertos, usa y se mide su grado de satisfacción y aceptación (Cárdenas et al., 2018). Partimos realizando una prueba de aceptabilidad para las 3 formulaciones propuestas. Se usó una muestra de 100 panelistas (comunidad de Zamorano), a cada panelista se les entregó una muestra de los tres tratamientos y se usó una escala hedónica de 9 puntos (1: me disgusta extremadamente, 2: me disgusta mucho, 3: me disgusta moderadamente, 4: me disgusta poco, 5: ni me gusta ni me disgusta, 6: me gusta poco, 7: me gusta moderadamente, 8: me gusta mucho, 9: me gusta extremadamente) para evaluar los atributos de: apariencia, color, olor, viscosidad, sabor a fresa, dulzura, acidez y aceptación general. Se determinó cuál de las tres muestras fue la más aceptada por los panelistas.

Prueba de Preferencia por Ordenamiento.

Las pruebas de preferencias miden factores psicológicos y distintos factores para determinar cuál de las muestras tienen un mayor o menor grado de preferencia (Liria, 2007). Se realizó una prueba de preferencia por ordenamiento, en donde se compararon las tres muestras de yogur, con la finalidad de obtener el tratamiento más preferido, que posteriormente se sometió a los análisis fisicoquímicos. En la evaluación participaron 100 panelistas, se le entregó una muestra de cada tratamiento y se les pidió a los panelistas que las ordenaran por preferencia, siendo 1 la más preferida y 3 la menos preferida.

Fase II: Análisis Fisicoquímicos

Se realizaron pruebas fisicoquímicas de viscosidad, acidez titulable y sólidos totales del yogur con mayor aceptabilidad y preferencia. Dichas pruebas están descritas a continuación:

Viscosidad.

Se usó el método ISO 1652:2004. Para evaluar la viscosidad se utilizó el reómetro LVDV-III Ultra: Torque del resorte (Brookfield), el cual trabaja con diferentes acoples de distintas dimensiones que se asemejan a la naturaleza del fluido. Se utilizó un acople con diámetro mayor ya que el fluido no era tan viscoso (acople 61). Además, se registró la temperatura en Celsius, viscosidad en miliPascal-segundo (mPa.s) y torque en porcentaje para cada revolución por minuto (rpm) evaluada. La determinación de la viscosidad aparente se realizó de forma directa, Las muestras fueron colocadas en un vaso precipitado de 1000 mL, usando el acople 61, tomando las lecturas de viscosidad expresadas en miliPascal-segundo (mPa.s), a las velocidades de 5, 10, 20, 30 y 50 rpm.

Acidez Titulable.

Se siguió el método AOAC 942.15 o también llamada la técnica de fenolftaleína. Se colocaron 9mL en un vaso precipitado del yogur y se añadieron tres gotas de fenolftaleína al 1%. Posteriormente, se agregó una solución de hidróxido de sodio al 0.1N lentamente por titulación hasta observar un cambio en el color a rosado. Se leyó el volumen gastado y se determinó el porcentaje de acidez titulable (ácido láctico).

Sólidos Totales.

Se implementó el método AOAC 950.46B, en donde se colocaron de 3 ± 0.0005 gramos del yogur en un crisol previamente pesado. Los crisoles fueron llevado a un horno de aire forzado Fisher Scientific a 105°C , se dejaron ahí alrededor de 17 horas. Se retiraron los crisoles y se llevaron al desecador para su enfriamiento. Con los pesos obtenidos se aplicó la Ecuación 7 (Vargas, 2020) y se obtuvo el porcentaje de humedad. Posteriormente se aplicó la ecuación 8 para determinar los sólidos totales (Velásquez, 2022).

$$\%H = \frac{(C+MH)-(C+MS)}{(C+MH)-(C)} * 100 \quad [7]$$

$$ST = 100 - \%Humedad \quad [8]$$

Donde:

C= peso crisol seco

C+MH= peso crisol + muestra humedad

C+MS= peso crisol + muestra seca

%H= porcentaje de humedad

%ST= porcentaje de sólidos totales.

Diseño Experimental

En el análisis estadístico de la prueba de aceptabilidad se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias usando la prueba de Duncan ($p < 0.05$). Se realizó un análisis de correlación de los atributos con respecto a la aceptación y general. Adicionalmente, se desarrolló una Prueba T, para determinar de forma rigurosa si existía diferencias entre los tratamientos ($p < 0.05$). Se utilizó el programa SAS en su versión 9.6. Para el análisis de los datos de la prueba de preferencia, se utilizó la prueba no paramétrica Basker. Para los análisis fisicoquímicos se realizó un análisis univariado, caracterizando las muestras con medidas de tendencia central y dispersión.

Resultados y Discusión

Fase I: Análisis Sensorial

Aporte de Sólidos Totales, Proteínas y Grasas

Los sólidos totales incluyen no solo los sólidos provenientes de la leche y el suero ácido, sino también de los otros ingredientes como azúcar, estabilizador y saborizante. El Cuadro 2 proporciona información sobre cómo la cantidad de suero ácido en la formulación afecta el aporte de sólidos totales, proteínas y grasas en el yogur bebible. A medida que aumenta la cantidad de suero ácido (de 30 a 50%), se observa una disminución gradual en el aporte de sólidos totales tanto como en aporte de proteína y grasa. Esto se debe a que el suero ácido, contiene menos sólidos un 6.7% en comparación con la leche estandarizada al 1.5% de grasa que contiene 10.5% de sólidos totales, gran parte de las proteínas y grasas se retienen en la fase sólida que se convierte en queso, el suero ácido tiende a ser más ligero y líquido que la leche (Inés, 2014). Además, el suero ácido influye en las propiedades nutricionales y organolépticas del producto final, como; su densidad, cremosidad y perfil de sabor (Wherry et al., 2019).

Cuadro 2

Aporte estimado de sólidos totales, proteínas y grasas de los tratamientos de yogur bebible con suero ácido

	Aporte ST	Aporte PT	Aporte GS
T1	15.8%	2.5%	1.1%
T2	15.5%	2.2%	1.0%
T3	15.1%	2.0%	0.9%

Nota. T1: Tratamiento 1, 30% suero ácido. T2: Tratamiento 2, 40% suero ácido. T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido. ST: sólidos totales. PT: proteína. GS: grasa.

Los tratamientos de yogur bebible solo difieren en la proporción de suero ácido utilizado (30, 40 y 50%). Estas formulaciones (Cuadro 3) resultaron del proceso de ajuste y optimización. Las concentraciones específicas de ingredientes, como leche estandarizada, suero ácido, sacarosa, conservante, estabilizador, saborizante y cultivos lácticos, se eligieron tomando en consideración su influencia en las propiedades organolépticas del yogur (Dello, 2008).

Cuadro 3

Formulaciones de yogur bebible sabor a fresa con tres concentraciones de suero ácido en base láctea (30, 40 y 50%)

	Ingredientes						
	Leche estandarizada	Suero ácido	Sacarosa	Conservante	Estabilizador	Saborizante	Cultivo láctico
T1	64.28%	27.55%	7.5%	0.2%	0.3%	0.11%	0.06%
T2	55.10%	36.73%	7.5%	0.2%	0.3%	0.11%	0.06%
T3	45.92%	45.92%	7.5%	0.2%	0.3%	0.11%	0.06%

Nota. T1: Tratamiento 1, 30% suero ácido. T2: Tratamiento 2, 40% suero ácido. T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido.

Análisis Microbiológicos

Los resultados de *Escherichia coli* se mantuvieron dentro de los límites establecidos (Cuadro 4). La *Escherichia coli* es una bacteria presente frecuentemente en el intestino distal de los organismos de sangre caliente y en el intestino del ser humano. La mayoría de las cepas de *E.coli* no presentan riesgo a la salud, sin embargo, algunas de ellas pueden causar graves problemas de salud a través de los alimentos. El yogur ha sido debatido como un riesgo para el Síndrome Urémico Hemolítico (SUH), causado por cepas de *E. coli* productoras de toxina Shiga (STEC), que pueden crecer a temperaturas entre 7°C y 50°C (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018). Afortunadamente, esta bacteria se puede destruir cocinando los alimentos hasta que todas sus partes alcancen una temperatura de 70°C (Instituto de Salud Pública de Chile [ISP], 2017). En la producción de yogur industrial, se utiliza leche pasteurizada y se realiza nuevamente un tratamiento térmico al momento de elaborar el yogur, lo que garantiza la inactivación de microorganismos, incluyendo *E. coli* productora de toxinas Shiga que es sensible arriba de los 65°C (Vinderola y Rivas, 2020).

Los hongos y levaduras pueden afectar la producción del yogur, ya que pueden deteriorar el producto y acortar su vida anaquel. Los géneros *Mucor*, *Rhizopus*, *Aspergillus* y *Penicillium*, se desarrollan solo en la interfase yogur/aire, por lo tanto, la homogenización correcta del yogur suprime su desarrollo (Cespedes, 2016). Las levaduras como *Kluyveromyces fragilis* pueden competir con bacterias lácticas, afectando la composición del yogur y produciendo compuestos no deseados (Cespedes, 2016). La pasteurización a 70°C por 30 minutos y prácticas de higiene adecuadas fueron efectivas para destruir

E. coli, hongos y levaduras, La correcta homogenización y almacenamiento a 4°C impidieron el crecimiento de microorganismos no deseados como hongos y levaduras.

Cuadro 4

Resultados de análisis microbiológicos en UFC/g realizados a los tres diferentes tratamientos de yogur bebible

Tratamiento	<i>Escherichia coli</i>	Hongos	Levaduras
T1 con 30% de suero ácido	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g
T2 con 40% de suero ácido	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g
T3 con 50% de suero ácido	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g

*Nota.*T1: Tratamiento 1, 30% suero ácido. T2: Tratamiento 2, 40% suero ácido. T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido UFC: unidades formadoras de colonia. g: gramos

Prueba de Aceptación Sensorial

El análisis sensorial evalúa distintas características, parámetros o atributos de un producto, utilizando los cinco sentidos: vista, gusto, olfato, tacto y oído. Las pruebas afectivas buscan cuantificar el grado de agrado o desgrado hacia un producto. Este método utiliza una escala hedónica de 9 puntos, esta escala “consiste en una lista ordenada de posibles respuestas correspondientes a distintos grados de satisfacción equilibradas alrededor de un punto neutro” (González et al., 2014). Se realizó una prueba de aceptabilidad teniendo en cuenta siete atributos: apariencia, color, olor, viscosidad, sabor a fresa, dulzura, acidez y aceptación general.

Apariencia.

Valorar la apariencia incluye evaluar una serie de características generales del yogur como lo son el color, uniformidad del color, forma, tamaño, textura de superficie, claridad, presencia de sinéresis, entre otros. En el Cuadro 5, se evidencia que hay una diferencia significativa entre el Tratamiento 1 con 30% de suero ácido con mayor aceptación valorado como “Me gusta mucho” y el Tratamiento 2 con 40% de suero ácido valorado como “Me gusta moderadamente” y el Tratamiento 3 no mostro diferencias significativas con los Tratamientos 1 y 2. Estos resultados pudieron ser influenciados por la sinéresis del producto, aunque la sinéresis fue mínima, pudo haber provocado que no haya una uniformidad y textura. Lo que concuerda con Skryplonek et al. (2019), quienes

evaluaron la apariencia de un producto lácteo fermentado parecido al yogur utilizando una proporción 1:1 de leche con suero, sus productos recibieron una baja valoración en apariencia por la sinéresis del producto.

Cuadro 5

Resultados del análisis sensorial en el atributo de apariencia en yogur bebible con suero ácido

Tratamientos	Media \pm D. E
T1 con 30% de suero ácido	7.63 \pm 1.21 ^A
T2 con 40% de suero ácido	6.93 \pm 1.58 ^B
T3 con 50% de suero ácido	7.22 \pm 1.40 ^{AB}
CV	17.59

Nota. Media con letras mayúsculas diferentes (A-B) son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). Escala hedónica de 9 puntos donde; 6: me gusta poco, 7: me gusta moderadamente, 8: Me gusta mucho. T1: Tratamiento 1, 30% suero ácido. T2: Tratamiento 2, 40% suero ácido. T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido. CV: coeficiente de variación. D.E: desviación estándar.

Color.

Para evaluar el color el panelista utiliza el sentido de la vista, este constituye al primer filtro en la aceptación de un alimento. El color es de suma importancia ya que esta propiedad puede condicionar la evaluación de los otros atributos (Reglero, 2011). Según el color puede influir en nuestra experiencia en el sabor de un alimento, los panelistas pueden formar una idea previa de como tendrá el sabor un producto solo viendo el color de este (Fernández, 2012). Los tres tratamientos fueron iguales en cuanto al color y fueron calificados como “me gusta moderadamente” (Cuadro 6), el aumentar la cantidad de suero en el yogur no afecta de manera significativa este parámetro. El suero es un líquido opalescente y amarillo verdoso (Guerrero et al., 2011). Esa característica de traslucidez lo vuelve fácil de enmascarar con colorante o hasta con el color de la leche. Debido al color blanco opaco de la leche, su consistencia cremosa y mayor contenido de sólidos totales, la porción de leche enmascaró el típico color verde amarillento del suero, causado por la presencia de B2 (Legarová y Kourimská, 2010).

Cuadro 6

Resultados del análisis sensorial en el atributo de color en el yogur bebible con suero ácido

Tratamientos	Media ± D. E ND
T1 con 30% de suero ácido	7.57 ± 1.07 ^A
T2 con 40% de suero ácido	7.41 ± 1.16 ^A
T3 con 50% de suero ácido	7.48 ± 1.28 ^A
CV	13.48

Nota. ND: no hay diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$). Escala hedónica de 9 puntos donde 6: Me gusta poco, 7: me gusta moderadamente, 8:

Me gusta mucho. T1: Tratamiento 1, 30% suero ácido. T2: Tratamiento 2, 40% suero ácido. T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido. CV: coeficiente de variación. D.E: desviación estándar.

Olor.

El acetaldehído, diacetilo y ácido lácticos son considerado los principales componentes aromáticos del yogur (Ruales, 2012). Los tratamientos fueron iguales significativamente en este aspecto y los panelistas lo categorizaron como “Me gusta moderadamente”, no hay diferencias en cuanto al olor al incrementa el porcentaje de suero en la bebida (Cuadro 7).

Cuadro 7

Resultados del análisis sensorial en el atributo de olor en el yogur bebible con suero ácido

Tratamientos	Media ± D. E ND
T1 con 30% de suero ácido	7.04 ± 1.48 ^A
T2 con 40% de suero ácido	7.14 ± 1.40 ^A
T3 con 50% de suero ácido	7.23 ± 1.23 ^A
CV	18.76

Nota. ND: no hay diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$). Escala hedónica de 9 puntos donde 6: Me gusta poco, 7: me gusta moderadamente. T1:

Tratamiento 1, 30% suero ácido. T2: Tratamiento 2, 40% suero ácido. T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido. CV: coeficiente de variación. D.E: desviación estándar.

Viscosidad.

En el Cuadro 8. se muestra que el Tratamiento 1 con 30% de suero ácido y el Tratamiento 3 con 50% con suero ácido fueron los de mayor aceptación y no mostraron diferencias significativas entre ellos, calificados como “Me gusta moderadamente”, el Tratamiento 2 con 40% de suero ácido fue evaluado como “Me gusta poco” siendo el de menor aceptación y presentó diferencias significativas en este aspecto en comparación a los otros tratamientos. La viscosidad del yogur es determinada por muchos aspectos como la composición de la leche, tratamiento térmico, cultivo

iniciador, condiciones de incubación, pH, homogenización, enfriamiento, entre otros (Mokoonlall et al., 2016). Es importante resaltar que los panelistas sujetos a esta prueba no están acostumbrados al yogur de tipo bebible, el Tratamiento 2 pudo haber sido afectado por la falta de familiarización de los panelistas hacia el producto, quienes lo asociaron con un producto más espeso como el yogur batido (mayor viscosidad) o una bebida (menor viscosidad), no les gusto el hecho de que no fuera tan espeso como un yogur batido o líquido como una bebida.

Cuadro 8

Resultados del análisis sensorial en el atributo de viscosidad del yogur bebible con suero ácido

Tratamientos	Media \pm D.E
T1 con 30% de suero ácido	6.66 \pm 1.58 ^A
T2 con 40% de suero ácido	6.09 \pm 1.86 ^B
T3 con 50% de suero ácido	6.61 \pm 1.73 ^A
CV	24.28

Nota. Media con letras mayúsculas diferentes (A-B) son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). Escala hedónica de 9 puntos donde 6: me gusta poco, 7: Me gusta moderadamente. T1: Tratamiento 1, 30% suero ácido. T2: Tratamiento 2, 40% suero ácido. T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido. CV: coeficiente de variación. D.E: desviación estándar.

Acidez.

Existen componentes como la acetona, acetoína, ácido acético, ácido fórmico, ácido propanoico y ácido láctico que contribuyen al sabor del yogur (Routray y Mishra, 2011). Específicamente, el ácido láctico le proporciona el sabor ácido al yogur, misma que proviene del proceso de fermentación de las bacterias ácido-lácticas (Chen et al., 2017). Trabajar con suero ácido es un reto debido a su ácido sabor y aroma lácteo, que no es fácil de enmascarar. A su vez, el suero es astringente y la acidez persistente seca la lengua (Villarreal, 2017). Se evidencia (Cuadro 9) que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, la adición de 30 al 50% de suero ácido en la formulación de yogur bebible no influye sobre la aceptación del atributo de acidez. El atributo obtuvo el calificativo cerca de “Me gusta poco”, además, gran parte de los comentarios mencionaban que había un sabor residual y que recomendaban bajar el nivel de acidez de los yogures. Esto concuerda con el estudio realizado por Villarreal (2017), en donde los panelistas describieron las bebidas de suero como desbalanceado y mayoritariamente ácido. En el mismo estudio, se realizó una encuesta donde los

encuestados debían describir con una palabra el sabor residual el 46% manifestaron que “ácido” era el mejor descriptor. Todos los tratamientos fueron iguales en cuanto a acidez, lo que es coherente ya que todos los tratamientos fueron llevados al mismo porcentaje de ATECAL. Es importante resaltar que el desagradable sabor del suero ácido puede ser enmascarado si se le añaden otros ingredientes como edulcorantes, extractos de frutas y saborizantes (Villarreal, 2017). Sin embargo, esto sigue siendo un reto y un atributo para mejorar.

Cuadro 9

Resultados del análisis sensorial en el atributo de acidez del yogur bebible con suero ácido

Tratamientos	Media ± D. E ND
T1 con 30% de suero ácido	5.81 ± 1.95 ^A
T2 con 40% de suero ácido	5.36 ± 2.26 ^A
T3 con 50% de suero ácido	5.63 ± 2.16 ^A
CV	36.86

Nota. ND: no hay diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$). Escala hedónica de 9 puntos donde 5: ni me gusta ni me disgusta, 6: Me gusta poco. T1:

Tratamiento 1, 30% suero ácido. T2: Tratamiento 2, 40% suero ácido. T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido. CV: coeficiente de variación. D.E: desviación estándar.

Dulzura.

Existen 5 tipos de sabores primarios: Dulce, salado, ácido, amargo y umami. Siendo el más deseable el sabor dulce (Herrera, 2021). El suero ácido tiene por naturaleza un sabor ácido y salado, lo que representa un gran desafío al incorporarlo en el yogur. El gusto de los consumidores se ve positivamente correlacionado con la dulzura, la fermentación láctica produce un sabor ácido que es atenuado por el azúcar añadido al producto (Moore et al., 2018). Sin embargo, el usar suero hace muy difícil la tarea de enmascarar la acidez. Se evidenció (Cuadro 10) que los panelistas tuvieron poco agrado en la dulzura, nuevamente el Tratamiento 1 con 30% de suero ácido y evaluado como “Me gusta moderadamente” difirió del Tratamiento 2 con 40% de suero ácido calificado como “Me gusta poco”. El tratamiento 3 con 50% de suero no mostró diferencias ni con el tratamiento 1 ni con el 2.

Cuadro 10*Resultados del análisis sensorial en el atributo de dulzura del yogur bebible con suero ácido*

Tratamientos	Media \pm D. E
T1 con 30% de suero ácido	6.85 \pm 1.67 ^A
T2 con 40% de suero ácido	6.34 \pm 1.72 ^B
T3 con 50% de suero ácido	6.69 \pm 1.69 ^{AB}
CV	24.54

Nota. Media con letras mayúsculas diferentes (A-B) son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). Escala hedónica de 9 puntos donde 6: me gusta poco, 7: Me gusta moderadamente. T1: Tratamiento 1, 30% suero ácido. T2: Tratamiento 2, 40% suero ácido. T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido. CV: coeficiente de variación. D.E: desviación estándar.

Sabor a Fresa.

Como se observa en el Cuadro 11, el Tratamiento 1 fue mejor evaluado obteniendo una calificación de “Me gusta moderadamente” y presentó ser diferente del Tratamiento 2 con menor aceptación y valorado como “Me gusta poco”. El Tratamiento 3 no mostró diferencias significativas con el Tratamiento 1 y 2. El Tratamiento 2 pudo haber tenido un menor puntaje debido a que los panelistas no encontraron un buen equilibrio del sabor en esta mezcla. El saborizante es de suma importancias para contrarrestar la acidez del suero ácido en el yogur. Los comentarios para este atributo fueron que hacía falta intensificar más el sabor a fresa y la dulzura de este, ya que predominaba más el sabor ácido de las muestras, no estaba equilibrado. El suero ácido tiene un alto contenido de lactosa, cuando las bacterias ácido lácticas consumen la glucosa se produce ácido láctico, lo que le da al yogur su característico sabor ácido o agrio (Vargo, 2023). Cuanta más lactosa se convierta en ácido láctico, más ácido se vuelve el yogur (Moyano, 2020).

Cuadro 11*Resultados del análisis sensorial en el atributo de sabor a fresa del yogur bebible con suero ácido*

Tratamientos	Media \pm D. E
T1 con 30% de suero ácido	6.91 \pm 1.59 ^A
T2 con 40% de suero ácido	6.34 \pm 1.83 ^B
T3 con 50% de suero ácido	6.67 \pm 1.62 ^{AB}
CV	23.40

Nota. Media con letras mayúsculas diferentes (A-B) son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). Escala hedónica de 9 puntos donde 6: me gusta poco, 7: Me gusta moderadamente. T1: Tratamiento 1, 30% suero ácido. T2: Tratamiento 2, 40% suero ácido. T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido. CV: coeficiente de variación. D.E: desviación estándar

Aceptación General y su Correlación con los Atributos.

Los resultados de este atributo (Cuadro 12), muestran que el Tratamiento 1 con 30% de suero ácido fue el tratamiento más aceptado presentando diferencias significativas con el Tratamiento 2 con 40% de suero ácido que presentó menor aceptación con respecto al Tratamiento 1. El Tratamiento 3 no mostró diferencias significativas con el Tratamiento 1 y 2.

Cuadro 12

Resultados del análisis sensorial en el atributo de aceptación general del yogur bebible con suero ácido

Tratamientos	Media \pm D. E
T1 con 30% de suero ácido	7.21 \pm 1.38 ^A
T2 con 40% de suero ácido	6.62 \pm 1.39 ^B
T3 con 50% de suero ácido	6.84 \pm 1.45 ^{AB}
CV	19.73

Nota. Media con letras mayúsculas diferentes (A-B) son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). Escala hedónica de 9 puntos donde; 5: Ni me gusta ni me disgusta, 6: me gusta poco, 7: me gusta moderadamente, 8: Me gusta mucho. T1: Tratamiento 1, 30% suero ácido. T2: Tratamiento 2, 40% suero ácido. T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido. CV: coeficiente de variación. D.E: desviación estándar

El Cuadro 13. muestra que todos los atributos; apariencia, color, olor, viscosidad, sabor a fresa, dulzura y acidez tienen correlación con la aceptación general de los tratamientos, es decir que todos los atributos tuvieron una habilidad predictiva en la aceptación general del yogur. La apariencia, color y olor tuvieron una correlación baja, la aceptación general no se vio tan afectada por estos atributos. La viscosidad tiene una correlación media en los Tratamientos 1 y 2 pero una correlación baja en el Tratamiento 3. Adicionalmente, el sabor a fresa, dulzura y acidez tuvieron una correlación media con la aceptación general en todos los tratamientos. De manera puntual, el atributo que más afectó la aceptación general del Tratamiento 1 y 3 fue la acidez, mientras que en el Tratamiento 2 fue el sabor a fresa. Se evidencia que lo que diferencia en la aceptación general del Tratamiento 2 fue el sabor a fresa, mismo que se vio afectado por la dulzura y la acidez del yogur.

Cuadro 13

Resultados del análisis de correlación de los atributos apariencia, color, olor, viscosidad, sabor a fresa, dulzura y acidez con la aceptación general de tratamientos

Tratamiento	Coeficientes de Pearson en Correlación Prob > r bajo Ho: Rho= 0						
	Apariencia	Color	Olor	Viscosidad	Sabor a fresa	Dulzura	Acidez
T1 con 30% de suero ácido	0.47	0.49	0.3	0.5	0.73	0.7	0.74
	<.0001	<.0001	0.0023	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
T2 con 40% de suero ácido	0.37	0.33	0.41	0.62	0.7	0.67	0.6
	0.0002	0.0007	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
T3 con 50% de suero ácido	0.38	0.33	0.42	0.49	0.53	0.51	0.54
	<.0001	0.0009	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Nota. T1: Tratamiento 1, 30% suero ácido. T2: Tratamiento 2, 40% suero ácido. T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido.

Prueba de Preferencia

Por medio de esta prueba, se pudo determinar cuál de los tres tratamientos fue el más preferido y el menos preferido. Se realizó una suma de categorías y se identificó según la tabla de Basker y Kramer que el valor crítico teniendo 3 productos y 100 panelistas fue de 33.1. Este valor ayudó a definir las diferencias que existían entre los tratamientos. Los resultados demostraron que el Tratamiento 1 y 3 mostraron una mayor preferencia e igualdad, mientras que el Tratamiento 2 fue igual en preferencia que el Tratamiento 3 pero con una menor preferencia en comparación al Tratamiento 1 (Cuadro 14). Las personas tienden a preferir los productos más dulces (Montoya y Alcaraz, 2016).

Cuadro 14

Resultados del análisis de preferencia del yogur bebible con suero ácido

Tratamiento	Tratamiento	TRT 1	TRT 2	TRT 3
	Suma de categorías	175	225	200
T1 con 30% de suero ácido	175	0	-50	-25
T2 con 40% de suero ácido	225	50	0	25
T3 con 50% de suero ácido	200	25	-25	0

Nota. T1: Tratamiento 1, 30% suero ácido. T2: Tratamiento 2, 40% suero ácido. T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido. Valor crítico de la prueba

33.1

Prueba T de Estudiante

La prueba de aceptabilidad y preferencia mostraron que el Tratamiento 1 y el Tratamiento 3 eran iguales estadísticamente. Se realizó una prueba T, un método en donde se puede determinar si las medias de dos grupos son estáticamente diferentes (Kent State University Libraries, 2023). La probabilidad fue <0.05 , se acepta la hipótesis alterna y se concluye que los dos tratamientos son estadísticamente iguales (Cuadro 15).

Cuadro 15

Resultados de la prueba T entre el Tratamiento 1 y 3 con relación a la aceptación general

Prueba T en la variable de aceptación general		
Tratamientos	Media \pm D. E ND	Pr> t
T1 con 30% de suero ácido	7.21 \pm 1.38 ^A	0.07
T3 con 50% de suero ácido	6.84 \pm 1.45 ^A	

Nota. ND: no hay diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$). Escala hedónica de 9 puntos donde; 6: me gusta poco, 7: me gusta moderadamente. T1:

Tratamiento 1, 30% suero ácido. T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido. D.E: desviación estándar.

Fase II: Pruebas Físicoquímicas

Al ser los Tratamientos 2 y 3 estadísticamente iguales, se optó por continuar el proceso con el Tratamiento 3. Este tratamiento tiene mayor porcentaje de suero ácido, lo que se ajustó más a nuestro objetivo que es el usar más cantidad de suero, disminuye más el desperdicio.

Viscosidad

La prueba de viscosidad en el yogurt con un 50% de suero ácido (T3) revelaron que a medida que aumenta la velocidad de agitación (RPM), disminuyó gradualmente la viscosidad, lo que confirma la naturaleza no newtoniana del producto (Figura 2). Esto es característico de los materiales pseudoplásticos, como el yogurt, que requieren un estrés inicial para comportarse como fluidos (Lee y Lucey, 2010). A 5 RPM, la viscosidad fue de 168.6 mPa.s, disminuyendo a 67.8 mPa.s a 50 RPM, es decir comienza a fluir más.

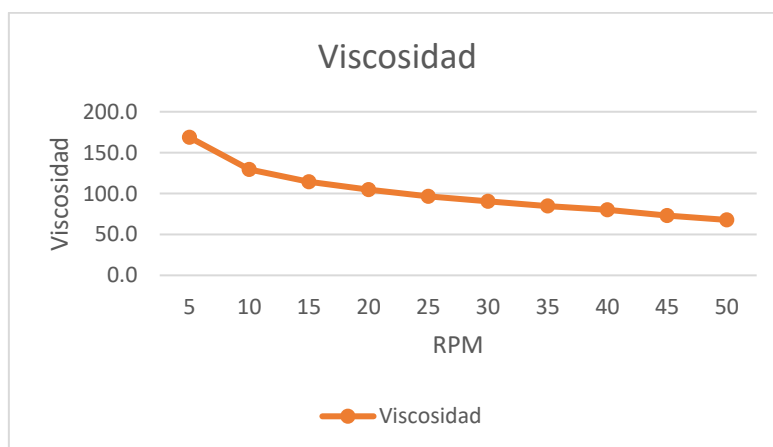
En el estudio, se observó que, a pesar de pequeñas variaciones en la temperatura, a medida que esta aumentaba se produjo una ligera disminución en la viscosidad del yogurt con un 50% de

suero ácido, lo cual es coherente con la tendencia general de los productos lácteos. Esto se debe a la disociación de las proteínas a temperaturas más elevadas (Guénard-Lampron et al., 2020). Además, se notó que el torque necesario para agitar el yogurt aumentó con la velocidad de agitación. Esto se relacionó directamente con la disminución de la viscosidad a velocidades de agitación más altas, ya que se requiere una mayor fuerza de torque para mover el yogurt a mayores velocidades.

La elección de la velocidad de agitación en la producción de yogurt con un 50% de suero ácido es crucial para lograr la textura deseada. Una viscosidad más baja a velocidades de agitación más altas es adecuada para yogurt líquido, mientras que una viscosidad más alta a velocidades más bajas es preferible para yogurt espeso. Controlar con precisión las condiciones de producción es esencial para obtener el producto deseado (Caorsi, 2013).

Figura 2

Gráfica de viscosidad del yogurt bebible con 50% de suero ácido



Nota. RPM Revoluciones por minuto, viscosidad

Sólidos Totales

Se realizó una evaluación de los sólidos totales en un yogurt bebible utilizando dos métodos diferentes (teórico y práctico). Reyes y Vélez-Ruiz (2015), mencionan que una concentración adecuada de sólidos totales reduce el contenido excesivo de ácido de la fermentación de lactosa, así mismo mejora aspectos sensoriales como la firmeza y ayuda a reducir la expulsión del suero. El Cuadro 16, muestra los resultados obtenidos mediante el método AOAC 950.46B, que utiliza un horno de convección para determinar los sólidos totales y la humedad. Se logró comparar los aportes teóricos

con los resultados experimentales y analizar cómo la precisión en la determinación de los sólidos totales podría afectar al yogur bebible.

Cuadro 16

Resultado porcentaje de sólidos totales en tratamiento con 50% suero ácido

Sólidos totales (%)		
Tratamiento	Media \pm D. E	Pr> t
T3	17.29 \pm 0.16	0.19
CV	0.39	

*Nota.*T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido. CV: coeficiente de variación. D.E: desviación estándar. Pr>|t|: probabilidad >0.05 no hubo diferencias

El aporte teórico de sólidos totales para el Tratamiento 3 era del 15.1%. Sin embargo, los resultados experimentales mostraron un valor del 17.29%. Esta diferencia de 2.19% en los sólidos totales es relevante, ya que puede tener un impacto substancial en las propiedades del producto final. Esta discrepancia en los sólidos totales sugiere que la composición real de la muestra puede ser diferente de lo que se había previsto inicialmente. Los sólidos totales en el yogur, que incluyen componentes como proteínas, grasas, carbohidratos y minerales, pueden influir en la textura, el sabor y la densidad del producto. La discrepancia encontrada podría resultar en un yogur con una textura más espesa, cremosa y un sabor más intenso, respaldado por estudios previos (Sánchez et al., 2012).

Esta precisión en la determinación de los sólidos totales es crítica, especialmente en el caso del yogur bebible, ya que afecta significativamente las propiedades sensoriales del producto. Un aumento en los sólidos totales generalmente conduce a una mayor viscosidad y una textura más densa en el yogur, lo que puede afectar la satisfacción del consumidor. Además, los sólidos totales también influyen en el sabor y la sensación en boca del yogur, lo que subraya aún más la importancia de la determinación precisa de este parámetro para mantener la consistencia del producto y satisfacer las expectativas del consumidor, como se ha evidenciado en investigaciones anteriores (Hashim et al., 2021).

Acidez Titulable

La acidez titulable es un parámetro crítico en la industria de los productos lácteos debido a su influencia directa en el sabor, la calidad y la estabilidad de estos productos (Cuesta de Santos, 2018). Se observó un aumento en la acidez a través del tiempo después de 24 horas llegando a un 0.41 ATECAL después del enfriamiento (Cuadro 17), posiblemente debido a una continua producción de ácido láctico incluso después de la fermentación inicial (Choi et al., 2016). Estos hallazgos subrayan la importancia de mantener un control riguroso de la acidez titulable en la producción de yogur bebible, ya que este parámetro es esencial para garantizar las expectativas del consumidor sobre el producto. Además, resaltan la variabilidad inherente en los procesos de fermentación y la necesidad de medir y controlar la acidez en diversas etapas del proceso para mantener la consistencia y evitar fluctuaciones no deseadas en la acidez.

Cuadro 17

Resultado acidez titulable en tratamiento con 50% suero ácido

Tratamiento	Acidez titulable (%ATECAL)	
	Media \pm D. E	Pr> t
T3	0.41 \pm 0.006	0.33
CV	1.35	

*Nota.*T3: Tratamiento 3, 50% suero ácido. CV: coeficiente de variación. D.E: desviación estándar. Pr>|t|: probabilidad >0.05 no hubo diferencias

Etiquetado Nutricional

Se respetó la porción establecida por el (RTCA 67.01.60:10, 2010) para la categoría de yogur, en donde se establece un tamaño por porción de 225 g. Para la declaración de propiedades, se utilizó el Anexo E del mismo reglamento. El yogur con 50% de suero ácido es exento de grasas totales, saturadas y trans, bajo en sodio y libre de colesterol (Figura 3)

Las grasas saturadas y trans son sumamente dañinas para la salud del cuerpo humano. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (2013), recomienda consumir yogures descremados para reducir el consumo de grasas saturadas. El consumo en exceso de grasas puede dar como resultado riesgos a padecer de enfermedades cardiovasculares, aterosclerosis, cardiopatías y

dislipidemias (Procuraduría Federal del Consumidor [PROFECO], 2021). Por otro lado, el colesterol es una sustancia producida de forma natural en el cuerpo. El aumento del colesterol, relacionado con el exceso de grasas, puede provocar problemas arteriales, cardíacos y hepáticos. Mantener un equilibrio entre el colesterol LDL "malo" y HDL "bueno" es crucial para el bienestar general (Cuartas y Pérez, 2017). El sodio está en la mayoría de los alimentos que ingerimos diariamente, es por ello por lo que es crucial mantener un control en el consumo de este, el exceso de sodio puede causar hipertensión, problemas cardíacos, accidentes cerebrovasculares, insuficiencia renal y cáncer gástrico (Instituto Mexicano de Seguridad Social [IMSS], 2019). El yogur bajo en sodio beneficia la presión arterial, la retención de agua, la salud ósea y reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares (García y Gallegos, 2014).

El yogur desarrollado al ser libre de grasas saturadas, colesterol y bajo en sodio representa una opción ideal de un alimento rico y nutritivo.

Figura 3

Etiquetado nutricional del yogur bebible con 50% de suero ácido

Nutrition Facts	
Datos de Nutrición	
Serving Size 1 piece (225g) / Tamaño Por Ración 1 pieza (225g)	
Serving Per Container 1 / Raciones Por Envase 1	
Amount Per Serving/Cantidad Por Ración	
Total Energy 500 kJ (120 kcal)/Energía Total 500 kJ (120 kcal)	
Energy from Fat 0 kJ (0 kcal)/Energía de la Grasa 0 kJ (0 kcal)	
%Daily Value* / % Valor Diario*	
Total Fat/Grasa Total 0g	0% **
Saturated Fat/Grasa Saturada 0g	0%
Trans Fat / Grasa Trans 0g	
Cholesterol/Colesterol 0mg	0%
Sodium/Sodio 120mg	5% **
Total Carbohydrate/Carbohidratos Totales 28g	9% **
Dietary Fiber/Fibra Dietética 0g	0%
Sugars/Azúcares 27g	
Protein/Proteínas 4g	
Vitamin A/Vitamina A	2%
Vitamin C/Vitamina C	0%
Calcium/Calcio	25%
Iron/Hierro	2%
*Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs.	
*Los Porcentajes del Valores Diarios están basados en una dieta de 2,000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores, dependiendo de las calorías que usted necesita.	
**Reference from FDA/ Referencia a la FDA	
***Not a significant source of saturated fat/No es fuente significativa de grasa saturada	
****Not a significant source of sodium/No es fuente significativa de sodio	
	Calories/Calorías
	2,000
	2,500
Total Fat/Grasa Total	65g
Sat Fat/Grasa Saturada	25g
Cholesterol/ Colesterol	300mg
Sodium/Sodio	2400mg
Total Carbohydrate/Carbohidratos Totales	300g
Dietary Fiber/Fibra Dietética	25g

Conclusiones

Las formulaciones con un 30% y 50% de suero ácido obtuvieron una mayor aceptabilidad y grado de preferencia por parte de los consumidores. Los atributos que más influyeron en la aceptación general del consumidor fueron la acidez y el sabor a fresa.

La formulación con 40% de suero ácido fue la menos aceptada y preferida por parte de los consumidores, quienes manifestaron que no había un buen equilibrio de sabor en esta mezcla.

Las formulaciones de yogur desarrolladas cumplieron con los límites microbiológicos máximos establecidos, el utilizar suero ácido en las distintas concentraciones, no compromete la calidad microbiana del producto.

El yogur con suero ácido tiene un comportamiento no newtoniano y se mantuvo dentro del rango requerido de sólidos totales para un yogur de tipo bebible.

Recomendaciones

Estudiar la aceptabilidad y grado de preferencia del yogur con suero ácido en comparación con yogures similares comerciales en el mercado hondureño.

Adicionar suero concentrado o leche en polvo con el objetivo de incrementar la cantidad de proteína en el yogur y mejorar la viscosidad de este.

Evaluar el uso de sabores dulces para contrarrestar la acidez del yogur bebible con suero ácido y aumentar su aceptabilidad

Referencias

- Aráuz, M. (2020). *Fermentación de lactosuero para la obtención de etanol y su uso en cervezas y bebidas saborizadas Revisión de Literatura* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano., Honduras.
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/dac4a18a-1b49-41ed-b8d3-bdf98ec7e58f/content>
- Babio, N., Mena-Sánchez, G. y Salas-Salvadó, J. (2017). Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta? [Beyond the nutritional value of yogurt: a diet quality indicator?]. *Nutricion hospitalaria*, 34(Suppl 4), 26–30. <https://doi.org/10.20960/nh.1567>
- Blanco, P. (2015). *Caracterización de bacterias de Streptococcus thermophilus aisladas de leche cruda bovina, ovina y caprina*.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8221/1/uy24-17716.pdf>
- Brito, H., Palmay, P. y Jorge, C. (2017). *Diseño de un proceso industrial para la obtención de bioetanol a partir de lactosuero*.
https://www.researchgate.net/publication/320442565_DISENO_DE_UN_PROCESO_INDUSTRIAL_PARA_LA_OBTENCION_DE_BIOETANOL_A_PARTIR_DE_LACTOSUERO
- Caorsi, L. (2013). Yogur líquido y yogur normal, ¿en qué se diferencian? | EROSKI Consumer. *EROSKI Consumer*. <https://www.consumer.es/alimentacion/yogur-liquido-y-yogur-normal-en-que-se-diferencian.html>
- Cárdenas, N., Cevallos, C., Salazar, J., Romero, E., Gallegos, P. y Cáceres, M. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico, 4(3), Artículo 3. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6560198.pdf>
- Cespedes, A. (2016). *Yogur, Mohos y Levaduras*.
<https://es.scribd.com/document/325714305/YOGUR-Mohos-y-levaduras#>
- Chandrapala, J., Duke, M. C., Gray, S. R., Zisu, B., Weeks, M., Palmer, M. y Vasiljevic, T. (2015). Properties of acid whey as a function of pH and temperature. *Journal of Dairy Science*, 98(7), 4352–4363. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9435>
- Chen, C., Zhao, S., Hao, G., Yu, H., Tian, H. y Zhao, G. (2017). Role of lactic acid bacteria on the yogurt flavour: A review. *International Journal of Food Properties*, 20(sup1), S316-S330. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1295988>
- Cheng, H. (2010). Volatile flavor compounds in yogurt: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(10), 938–950. <https://doi.org/10.1080/10408390903044081>
- Choi, Y. J., Jin, H. Y., Yang, H. S., Lee, S. C. y Huh, C. K. (2016). Quality and storage characteristics of yogurt containing *Lactobacillus sakei* ALI033 and cinnamon ethanol extract. *Journal of Animal Science and Technology*, 58, 16. <https://doi.org/10.1186/s40781-016-0098-0>
- Cuartas, S. y Pérez, M. (2017). Evaluación comparativa entre el colesterol no-HDL y el colesterol-LDL en niños y adolescentes. *Revista Cubana De Pediatría*, 89(1).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s0034-75312017000100004&script=sci_arttext&tlng=en
- Cuesta de Santos, A. (2018). *Control de calidad en la industria de productos lácteos* [Tesis de Pregrado, Universidad de Valladolid, España]. uvadoc.uva.es.
<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/31477>

Das, K., Choudhary, R. y Thompson-Witrick, K. A. (2019). Effects of new technology on the current manufacturing process of yogurt to increase the overall marketability of yogurt. *LWT*, 108(12), 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.058>

Dello, M. (2008). *Estudio fisicoquímico y de la variación de las propiedades organolépticas debidas a los distintos componentes empleados en alimentos funcionales de base láctea* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/2379/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Domingos, J. M., Puccio, S., Martinez, G. A., Amaral, N., Reis, M. A., Bandini, S., Fava, F. y Bertin, L. (2018). Cheese whey integrated valorisation: Production, concentration and exploitation of carboxylic acids for the production of polyhydroxyalkanoates by a fed-batch culture. *Chemical Engineering Journal*, 336, 47–53. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.11.024>

El-Abbadi, N. H., Dao, M. C. y Meydani, S. N. (2014). Yogurt: Role in healthy and active aging. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 99(5 Suppl), 1263S-70S.
<https://doi.org/10.3945/ajcn.113.073957>

Fernández, M. (2012). *¿Cómo influye el color en la percepción de sabor de un producto?*
<https://www.ainia.es/ainia-news/influye-color-percepcion-sabor-producto/>

Freire, L. F. (2010). *Estudio de la pasteurización de la leche ambalac y su aceptabilidad en el mercado nacional* [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica De Ambato Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Ecuador.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5435/1/PAL%20223.pdf>

García, F. y Gallegos, A. (2014). ¿Cuál es el efecto sobre la salud de un consumo bajo de sodio? *NefroPlus*, 6(1). [https://www.revistanefrologia.com/es-cual-es-el-efecto-sobre-articulo-X1888970014001432#:~:text=La%20reducci%C3%B3n%20del%20consumo%20de%20sodio%20produce%20disminuci%C3%B3n%20de%20la,presi%C3%B3n%20arterial%20\(calidad%20moderada\).](https://www.revistanefrologia.com/es-cual-es-el-efecto-sobre-articulo-X1888970014001432#:~:text=La%20reducci%C3%B3n%20del%20consumo%20de%20sodio%20produce%20disminuci%C3%B3n%20de%20la,presi%C3%B3n%20arterial%20(calidad%20moderada).)

Gharibzahedi, S. M. T. y Chronakis, I. S. (2018). Crosslinking of milk proteins by microbial transglutaminase: Utilization in functional yogurt products. *Food Chemistry*, 245, 620–632.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.138>

González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C. y Vila, S. (2014). *Estudio hedónico del pan en el IES Mugaros*, Mugaros. <https://iestpcabana.edu.pe/wp-content/uploads/2021/11/INTRODUCCION-AL-ANALISIS-SENSORIAL.pdf>

Guénard-Lampron, V., Villeneuve, S., St-Gelais, D. y Turgeon, S. L. (2020). Relationship between smoothing temperature, storage time, syneresis and rheological properties of stirred yogurt. *International Dairy Journal*, 109, 104742. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104742>

Guerrero, J., Ramírez, A. y Puente, W. (2011). Caracterización del suero de queso blanco del combinado lácteo santiago. *Revista Tecnología Química*, 13(3).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852011000300006

Gutierrez, E. y Bastidas, M. (2016). Reducción óptima de la carga orgánica del lactosuero dulce mediante el crecimiento de *Kluyveromyces Marxianus* (KM). *Afinidad*, 73(575).
<https://www.raco.cat/index.php/afinidad/article/view/313766/403877>

Hashim, M. A., Nadtochii, L. A., Muradova, M. B., Proskura, A. V., Alsaleem, K. A. y Hammam, A. R. A. (2021). Non-Fat Yogurt Fortified with Whey Protein Isolate: Physicochemical,

Rheological, and Microstructural Properties. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(8).
<https://doi.org/10.3390/foods10081762>

Herrera, M. (2021). *Efecto del uso de endulzantes en las características fisicoquímicas y sensoriales en el yogur griego* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano., Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/8aec54fb-462e-41fb-b28f-925c662f87dd/content>

La Hora (2019). El suero de leche: amenaza contaminante para los ríos. Ecuador.
<https://www.lahora.com.ec/secciones/el-suero-de-leche-amenaza-contaminante-para-los-rios/>

Inés, C. (2014). *Aportes para el Logro de una Tecnología Tendiente a Disminuir el Contenido de Lactosa del Yogur y a Otorgarle Nuevas Características Funcionales* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Del Litoral Facultad de Ingeniería Química, Santa Fe.
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/571/Tesis%20final%20V%c3%a9nica%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. (2013). *Guía Alimentaria para Honduras*.
<http://www.bvs.hn/Honduras/pdf/GUIASALIMENTARIAS.pdf>

Instituto de Salud Pública de Chile (2017). Vigilancia de laboratorio de E. coli productora de toxina Shiga. Chile, 2010 – 2016., 7(6). <https://www.ispch.cl/sites/default/files/BoletinSTEC-14082017B.pdf>

Instituto Mexicano de Seguridad Social. (2019). *Consumo excesivo de sodio, factor de riesgo para el desarrollo de hipertensión, problemas en corazón, cerebro y riñones: IMSS* [Comunicado de prensa]. México.
<http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201911/486#:~:text=Exceder%20el%20consumo%20de%20Osal,de%20presentar%20c%C3%A1ncer%20g%C3%A1strico%20o>

Kent State University Libraries. (2023). *SAS Tutorials: independent samples T test*. Kent State University, USA. <https://libguides.library.kent.edu/SAS/IndependentTTest>

Lee, W. J. y Lucey, J. A. (2010). Formation and Physical Properties of Yogurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(9), 1127–1136. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.r.05>

Legarová, V. y Kourimská, L. (2010). Sensory quality evaluation of whey-based beverages. https://www.researchgate.net/publication/49595518_Sensory_quality_evaluation_of_whey-based_beverages

Instituto de Investigación nutricional. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de alimentos* [Comunicado de prensa]. <https://es.slideshare.net/evytaguevara/gua-para-la-evaluacin-sensorial-de-alimentos>

Mahdian, E. y Mazaheri, M. (2007). Evaluation the Effect of Milk Total Solids on the Relationship Between Growth and Activity of Starter Cultures and Quality of Concentrated Yoghurt. https://www.researchgate.net/publication/268205039_Evaluation_the_Effect_of_Milk_Total_Solids_on_the_Relationship_Between_Growth_and_Activity_of_Starter_Cultures_and_Quality_of_Concentrated_Yoghurt

Mokoonlall, A., Nöbel, S. y Hinrichs, J. (2016). Post-processing of fermented milk to stirred products: Reviewing the effects on gel structure. *Trends in Food Science & Technology*, 54, 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.05.012>

- Montoya, L. M. A. y Alcaraz, P. A. V. (2016). Preferencias alimentarias en los hogares de la ciudad de Medellín, Colombia. *Saúde E Sociedade*, 25(3), 750–759. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902016149242>
- Moore, J. B., Horti, A. y Fielding, B. A. (2018). Evaluation of the nutrient content of yogurts: A comprehensive survey of yogurt products in the major UK supermarkets. *BMJ Open*, 8(8), e021387. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-021387>
- Moyano, C. (2020). Fermentation of Yogurt and the Chemistry Behind it. <https://www.foodunfolded.com/article/the-chemistry-behind-the-fermentation-of-yogurt>
- Muset, G. y Castells, M. (Eds.). (2017). *Valorización de lactosuero*. INTI.
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *E. coli*. OMS. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>
- Osorio, C., Sandoval, F., Hernández, F., Hidalgo, J., Gómez, F. y Ávalos, D. (2018). Potencial aprovechamiento del suero de queso en México. *Agroproductividad*, 11(7). https://www.researchgate.net/publication/333935018_POTENCIAL_DE_APROVECHAMIENTO_DEL_SUERO_DE_QUESO_EN_MEXICO
- Palou, N. (2016). Yogur, el protector de nuestro sistema digestivo. *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/vivo/ecologia/20161202/412331701849/yogur-digestivo-probiotico-bacterias-flora-intestinal-nutricion.html>
- Pascual, L. (2019, 26 de agosto). Homogeneización de la leche. Proceso. *Leche Pascual*. <https://lechepascual.es/articulos/nutricion/homogeneizacion-de-la-leche/>
- Procuraduría Federal del Consumidor. (2021). *Consumo excesivo de grasa*. <https://www.gob.mx/profeco/es/articulos/consumo-excesivo-de-grasa-287332?idiom=es>
- Reglamento Técnico Centroamericano. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. RTCA 67.04.50:08 (2009). https://www.oirsa.org/contenido/2017/EI_Salvador_INOCUIDAD/26.%20RTCA%2067%2004%2050%2008%20CRITERIOS%20MICROBIOLOGICOS%20PARA%20LA%20INOCUIDAD%20DE%20ALIMENTOS.pdf
- Reglamento Técnico Centroamericano. Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad (2010). <http://infotrade.minec.gob.sv/ca/wp-content/uploads/sites/7/2019/03/Anexo-RES-281-2012-RTCA-67016010-Etiquetado-nutricional-preenvasado-3-a%C3%B1os-edad.pdf>
- Reglero, G. (2011). *Conceptos básicos. Importancia del AS en la Industria Alimentaria*. Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL). <https://digital.csic.es/bitstream/10261/63961/1/358508.pdf>
- Reyes, M. y Vélez-Ruiz, J. (2015). *Propiedades Físicoquímicas y de Flujo de un Yogur Asentado Enriquecido con Microcápsulas que Contienen Ácidos Grasos Omega 3*. Universidad de Las Américas Puebla, Mexico. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v26n5/art12.pdf>
- Rodríguez, C. y Percy, H. (2017). *Determinación de la calidad físico - química de la leche fresca en el sector Urisanya - Qollana en época de secas* [, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; PE]. repositorio.unsaac.edu.pe. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/1810>

Routray, W. y Mishra, H. N. (2011). Scientific and Technical Aspects of Yogurt Aroma and Taste: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(4), 208–220. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00151.x>

Ruales, B. (2012). *Seguimiento de la producción del aroma del yogurt durante la fermentación ácido láctica mediante nariz electrónica y evaluación sensorial*. Universidad Nacional de Colombia, Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10409/107437.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez, J. A., Enriquez, D. y Castro, P. (2012). Efecto de la concentración de sólidos totales de la leche entera y tipo de cultivo comercial en las características reológicas del yogurt natural tipo batido, 2. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6583424>

Skrzyponek, K., Dmytrów, I. y Mituniewicz-Mańek, A. (2019). Probiotic fermented beverages based on acid whey. *Journal of Dairy Science*, 102(9), 7773–7780. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16385>

Tetra Pak. (s.f.). *Consumo mundial de leche cultivada tradicional y yogur bebible*. Tetra Pak. <https://www.tetrapak.com/es/campaigns/yoghurt-products/seize-the-opportunity/global-consumption>

Tonantzin, D., Rubio, S. y Angel, A. (2016). *Desarrollo de un producto de yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza*. Universidad autónoma del estado de México facultad de ciencias agrícolas, Mexico. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65802/TESIS%20YOGURT%2015-oct%20final-split-merge.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Vargas, M. (2020). *Informe de prácticas del área de bromatología*. Universidad Alas Peruanas, Perú. https://www.researchgate.net/publication/268205039_Evaluation_the_Effect_of_Milk_Total_Solids_on_the_Relationship_Between_Growth_and_Activity_of_Starter_Cultures_and_Quality_of_Concentrated_Yoghurt/figures?lo=1

Vargo, D. (2023). *What Does a Lactic Acid Culture Do and Why Does it Get Blamed When a Cultured Product Doesn't Turn Out Right?* <https://www.linkedin.com/pulse/what-does-lactic-acid-culture-do-why-get-blamed-when-doesnt-doug/>

Velásquez, P. (2022). *Informe de sólidos suspendidos*. <https://es.scribd.com/document/567866888/Informe-de-solidos-suspendidos>

Villarreal, M. (2017). *Value added products utilizing acid whey: Development of a fruit yogurt beverage and a sports drink*. Cornell University, New York. <https://ecommons.cornell.edu/server/api/core/bitstreams/1c6aeebb-dc9b-481f-a8b1-0bd4b0a4eee6/content>

Villegas, A. y Santos, A. (2011). *Manual básico para elaborar productos lácteos* (2ª ed.). Editorial Trillas.

Vinderola, G. y Rivas, M. (2020). Síndrome Urémico Hemolítico y yogurt: entre la creencia popular y la evidencia científica. *Revista Chilena De Nutrición*, 47(1), 148–152. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000100148>

Wherry, B., Barbano, D. M. y Drake, M. A. (2019). Use of acid whey protein concentrate as an ingredient in nonfat cup set-style yogurt. *Journal of Dairy Science*, 102(10), 8768–8784. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16247>

Anexos

Anexo A

Boleta de Evaluación Sensorial

Fecha: _____

Boleta de evaluación sensorial

Prueba de aceptabilidad de yogur bebible de fresa

Instrucciones: Se presentan tres muestras de yogur bebible de fresa, evalúe cada muestra de izquierda a derecha, después de cada muestra limpie su paladar tomando agua o ingiriendo una galleta. Indique el grado en que le gusta o disgusta los atributos de cada muestra de acuerdo con los puntajes del **Cuadro 1**.

Cuadro 1.

Categoría	Me disgusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
Puntaje	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Número de muestra	Calificación para cada atributo							
	Apariencia	Color	Olor	Viscosidad	Sabor a fresa	Dulzura	Acidez	Aceptación general
357								
762								
367								

Prueba de preferencia de yogur bebible de fresa

Instrucciones: Ordene las muestras según su preferencia, siendo **1**. La más preferida y **3** la menos preferida, no se puede asignar el mismo valor a varias muestras (no empates)

Número de muestra	Orden de preferencia
357	
762	
367	

Comentarios: _____