

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO  
USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**Elaboración de una bebida de suero lácteo con avena  
enriquecida en vitamina C y endulzada con jarabe de jícama**

**Ángela Muriel Navarro Rosales  
María Daniela Navas Navas**

**Ingeniería en Alimentos**

Trabajo de fin de carrera presentado como  
requisito para la obtención del título de  
Ingeniera en Alimentos

Quito, 6 de diciembre de 2023

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO  
USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Elaboración de una bebida de suero con avena  
enriquecida en vitamina C y endulzada con  
jarabe de jícama**

**Ángela Muriel Navarro Rosales  
María Daniela Navas Navas**

**Nombre del profesor, Título académico**

**María José Andrade Cuvi, Ph.D.**

Quito, 6 de diciembre de 2023

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Ángela Muriel Navarro Rosales

Código: 00214966

Cédula de identidad: 1725864308

Lugar y fecha: Quito, 6 de diciembre de 2023

Nombres y apellidos: María Daniela Navas Navas

Código: 00211982

Cédula de identidad: 1725374035

Lugar y fecha: Quito, 6 de diciembre de 2023

## ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

## UNPUBLISHED DOCUMENT

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de QuitoUSFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

## RESUMEN

El desarrollo de productos que incluyan suero lácteo (S) es una alternativa de aprovechamiento de subproductos, además de utilizar frutas fuente de vitamina C que no se comercializan en fresco y de buscar edulcorantes alternativos al azúcar refinada. Se desarrolló una bebida de suero (S) con avena enriquecida con vitamina C y endulzada con jarabe de jícama (J). Se aplicó un DCA con arreglo factorial  $3^2$ . Se evaluaron tres niveles de sustitución de agua por S (relación S/agua: 50/50, 70/30 y 90/10%) y 3 niveles de J (1,9, 2,2 y 2,5%). Se seleccionó el grado de sustitución del agua por suero lácteo según características fisicoquímicas (pH, °Brix, viscosidad, estabilidad y acidez) y grado de dulzor (ordenamiento por preferencia). La proporción de S/A y J influyen significativamente en el pH, °Brix, y viscosidad. Los consumidores prefirieron la formulación con 2.5% de J. En la prueba de aceptabilidad la formulación SA90/10-J2,50 obtuvo una ponderación correspondiente a “me gusta moderadamente”. El análisis proximal y nutricional demostró que es un producto con buenas características nutricionales por su contenido de proteína y bajo contenido de grasa y azúcares, puede catalogarse como un producto funcional debido a su contenido de fibra y vitamina C.

**Palabras clave:** Bebida, suero lácteo, avena, jarabe de jícama, guayaba, vitamina C

## ABSTRACT

The use of whey (S) in product development offers a sustainable solution for byproduct utilization, particularly when combined with non-marketed fresh fruits as a source of vitamin C and alternative sweeteners to refined sugar. This study focused on formulating a beverage enriched with whey and vitamin C, sweetened with jicama syrup (J). A factorial experimental design  $3^2$  was employed, considering three levels of water substitution by whey (S/A ratio: 50/50, 70/30 and 90/310%) and three levels of jicama syrup (1,9, 2.2, 2.5%). The proportion of water substitution by whey was selected based on physicochemical characteristics (pH, °Brix, viscosity, stability, and acidity) and sweetness intensity (preference ranking). The S/A ratio and jicama syrup proportion exhibited significant impacts on pH, °Brix, and viscosity. Consumer preference leaned towards the formulation containing 2.5% Jicama syrup. In the acceptability test, the SA90/10-J2.5 formulation received a rating denoting it as "moderately liked." Proximal and nutritional analyses underscored the product's favorable nutritional profile, characterized by elevated protein content and low levels of fat and sugars. The inclusion of fiber and vitamin C positions the product as a functional beverage.

**Keywords:** beverage, whey, oat, jicama syrup, guava, vitamin C

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	10
MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
Ensayos preliminares .....	15
Materias primas.....	15
Preparación del jarabe de jícama .....	16
Rendimiento jarabe de jícama.....	16
Proceso de elaboración de la bebida de suero .....	16
Selección y caracterización de la formulación con mejores características fisicoquímicas.....	17
Viscosidad.....	18
pH.....	18
Sólidos solubles. ....	18
Estabilidad.....	18
Acidez. ....	19
Evaluación sensorial .....	19
Análisis proximal y nutricional.....	20
Fibra dietética.....	20
Azúcares totales. ....	20
Lactosa. ....	21
Sodio. ....	21
Vitamina C.....	21
Diseño experimental y análisis estadístico.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	24
Selección del grado de sustitución del agua por suero lácteo .....	24
Análisis sensorial .....	28
Caracterización de la bebida desarrollada.....	30
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
ANEXOS .....	43
ANEXO A: CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	43
ANEXO B: CUESTIONARIO PRUEBA DE PREFERENCIA .....	43
ANEXO C: CUESTIONARIO PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO.....	44
ANEXO D.....	45

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Combinaciones de frutas con su codificación.....	15
Tabla 2. Metodología de análisis proximal de la bebida de suero .....	20
Tabla 3. Matriz de diseño y codificaciones de los nueve tratamientos.....	22
Tabla 4. Estabilidad y acidez de la bebida de suero .....	27
Tabla 5. Estabilidad de las formulaciones de bebida de suero lácteo endulzado con jarabe de jícama.....	28
Tabla 6. Prueba de múltiples rangos para test de ordenamiento en la bebida .....	29
Tabla 7. Formulación de la bebida de suero lácteo (SA90/10-J2,50) de mayor preferencia...29	
Tabla 8. Resultados de la prueba de nivel de agrado de la formulación SA90/10-J2,50.....	29
Tabla 9. Análisis proximal de la bebida de suero .....	30
Tabla 10. Contenido de vitamina C, fibra dietaria, lactosa y sodio de la formulación SA90/10-J2,50 .....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso del jarabe de jícama.....	16
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de la bebida .....	17
Figura 3. Apariencia de la bebida de suero.....	24
Figura 4. Viscosidad, pH y grados brix de la bebida de suero.....	25
Figura 5. Etiqueta nutricional de la bebida de suero.....	30
Figura 6. Etiqueta semáforo de la bebida de suero .....	33
Figura 7. Etiqueta de la bebida de suero .....	34
Figura 8. Empaque de la bebida de suero .....	34

## INTRODUCCIÓN

La necesidad de alimentos nutritivos y saludables aumenta a medida que crece la población a nivel mundial. Esto ha impulsado la demanda de alimentos ricos en vitaminas, minerales y otros nutrientes esenciales. Así, el uso de materias primas como el suero lácteo, cereales como la avena y frutas andinas, aportan en un perfil nutricional adecuado por su contenido de proteína, fibra, vitaminas y minerales, respectivamente. Como un efecto postpandemia, se produjo concientización de los consumidores por una vida y alimentación saludables que ha provocado un crecimiento en la demanda de productos que no solo tengan propiedades benéficas, sino también un impacto positivo para el planeta. La industria de alimentos ha respondido con una innovación constante de nuevos productos y aplicaciones que se desarrollan continuamente, buscando aprovechar subproductos y darles valor agregado. De esta manera, se han introducido en el mercado alimentos tanto fortificados como enriquecidos para satisfacer las necesidades nutricionales de los consumidores.

En la industria quesera aproximadamente el 90% del volumen de leche utilizado para elaborar queso genera como subproducto el suero lácteo (Lopes et al., 2019). De este residuo, menos del 60% es aprovechado para darle valor agregado. El suero lácteo puede clasificarse según el tipo de coagulación como suero dulce obtenido mediante la coagulación enzimática de la leche, o suero ácido obtenido de la coagulación ácida de la leche. El tipo de coagulación influye en el sabor y en las propiedades fisicoquímica del suero (Barukčić et al., 2019). Ambos tipos de sueros tienen un valor nutricional que puede ser aprovechado en la industria de alimentos para satisfacer necesidades nutricionales globales. La composición nutricional del suero puede variar según el tipo de queso que se produjo. En promedio, el suero dulce tiene un contenido de lactosa de 45 a 60 g/L, proteína de 8 a 10 g/L, minerales de 8 a 10 g/L y vitaminas de 7,5 mg/L. El suero lácteo destaca por su contenido de calcio que puede llegar hasta a 560 mg/L, este mineral tiene un rol en mineralización de los huesos (Tsermoula et al., 2021). Además, las

proteínas del suero son de rápida absorción; está documentado que las proteínas del suero lácteo proporcionan nutrientes a los músculos con mayor velocidad que otros sustratos, el consumo de suero lácteo ha sido asociado a propiedades protectoras y curativas frente a enfermedades como anemia y artritis (Naik et al., 2023).

Debido a la falta de aprovechamiento de este subproducto de la industria láctea, el suero se convierte en un problema ambiental por la alta cantidad de sustancias orgánicas que contiene, como lactosa y proteínas. Al ser liberado en fuentes de agua como ríos o lagos, puede ocasionar la destrucción de la fauna y flora. Esto se debe a que su demanda bioquímica de oxígeno (BOD), es decir la cantidad de oxígeno que se consume para degradar la materia orgánica, es de 40 a 60 g/L (Zandona et al., 2021). Se estima que el BOD del suero es 100 veces superior al BOD de las aguas residuales domésticas (De Assis Amaral & Da Silva, 2021). La descarga de este subproducto está regulada y no puede realizarse sin un previo tratamiento.

En la última década, ha crecido el interés por el uso del suero para producir alimentos con valor agregado. Puede utilizarse líquido o deshidratado, como materia prima para la obtención de proteínas en polvo, fórmulas infantiles y premezclas para batidos nutricionales o como componente en formulaciones para elaboración de barras energéticas, texturizante o saborizante en salsa y aderezos, y también puede utilizarse para enriquecer productos como panes, helados, quesos, bebidas, entre otros (Ayed et al., 2023). Se encuentran numerosos trabajos publicados sobre el desarrollo de bebidas con el uso del suero lácteo combinado con frutas y cereales. Entre otros ejemplos se puede citar el desarrollo de bebidas a base de suero lácteo y pulpa de copoazú (Rodríguez-Basantes et al. 2020), bebidas proteicas a base de suero y harina de quinua (Guzmán, 2022) y bebidas a base de suero y pulpa de maracuyá enriquecida con harina de quinua (Arica Rivera et al., 2019).

Es importante resaltar también el uso de materias primas locales. La sierra ecuatoriana es una zona agrícola con alta producción de diversos productos como cereales (maíz, trigo, cebada,

avena), frutas y hortalizas como guayaba, maracuyá, jícama, entre otros. La principal forma de consumo de estos productos es en fresco, sin embargo, se registran pérdidas en la etapa poscosecha debido principalmente al ataque microorganismos.

La avena (*Avena sativa*) es un cereal que es consumido por su alto contenido de proteína (8 a 18%). Es rico en aminoácidos esenciales como la lisina y es fuente de  $\beta$ -glucano que se caracteriza por ser fibra soluble. En los últimos años, el consumo de avena ha aumentado puesto que se presenta como una alternativa para celíacos dado que no contiene proteínas formadoras de gluten (Ruíz-Capillas & Herrero, 2022). Cabe recalcar que el consumo de  $\beta$ -glucano está relacionado con la reducción el riesgo de enfermedades cardiovasculares porque reduce el nivel de colesterol en la sangre y favorece al control de la presión arterial (Wu et al., 2019).

La jícama (*Smallanthus sonchifolius*) es un tubérculo nativo de América Central y México. En el Ecuador es cultivado principalmente en la sierra, en las provincias de Cañar, Azuay y Loja. La jícama era consumida ancestralmente por diferentes poblaciones en el Ecuador como un alimento complementario por su contenido de agua y azúcares. Es un tubérculo que ha perdido valor y prácticamente se ha vuelto desconocido en el mercado. El desarrollo de productos que incluyan jícama puede ayudar a que este sea reintroducido en la cultura alimentaria de los ecuatorianos. La jícama tiene propiedades benéficas para el organismo, Albuja et al. (2017) señalan que contiene inulina y fructooligosacáridos (FOS) que se metabolizan en fibra soluble y son fermentados en el colon. En cuanto a la composición nutricional se caracteriza por un 86.6% de agua y 10.5% de carbohidratos; estos últimos incluyen glucosa, fructosa, oligofructano, inulina, FOS, además contiene fibra probiótica (Gomes et al., 2023). Así, se presenta la oportunidad de aprovechar los azúcares presentes en la jícama como un endulzante natural en forma de jarabe. Este ha sido utilizado sustituto del azúcar para endulzar un yogurt tipo III (Morales Duran, 2018).

La guayaba (*Psidium guajava*), es un fruto nativo de Sudamérica siendo parte de la dieta

ecuatoriana durante generaciones y se ha convertido en un símbolo de la tradición culinaria de Ecuador. Se considera una súper fruta debido a su contenido de compuestos bioactivos y su capacidad antioxidante. Es rica en fibra soluble, lo que permite reducir y controlar el nivel de azúcar en la sangre (Upadhyay et al., 2019). Además, ofrece cuatro veces más vitamina C que una naranja con un contenido de 300mg/100g (Yousaf et al., 2021). Según la USDA (2020), el valor diario recomendado de vitamina C es de 60 mg diarios. La vitamina C es un nutriente esencial y es indispensable para el crecimiento y reparación de tejidos, y para la síntesis del colágeno, proteína importante en el proceso de cicatrización y formación de tejido conectivo (Ahmed & Hassan, 2018). Estudios farmacológicos han demostrado que la guayaba presenta propiedades antimicrobianas, antidiabéticas, antiinflamatorias y contribuye a prevenir enfermedades cardiovasculares (Upadhyay et al., 2019).

En cuanto al maracuyá (*Passiflora edulis*), Ecuador es uno de los principales productores y exportadores. Este fruto aporta hasta 70 mg de vitamina C por cada 100g. Es conocido por sus propiedades antioxidantes al ser fuente de carotenoides y polifenoles, al igual que por sus efectos antiinflamatorios (Wijeratnam, 2016).

Tomando en cuenta los aspectos nutricionales que presentan productos como el suero lácteo, la avena, la jícama y frutas como la guayaba y el maracuyá, resulta interesante el desarrollo de alimentos que combinen estos componentes para, por un lado, potenciar sus efectos benéficos en el consumidor, y por otro, generar valor agregado a uno de los principales subproductos de la industria láctea. El desarrollo de alimentos con la inclusión de avena y frutas en una bebida podría contribuir a abordar deficiencias nutricionales comunes en zonas rurales. Al utilizar suero en la elaboración de una bebida, se reducen los costos de materia prima lo que representa un producto final con una mayor accesibilidad económica.

Con estos antecedentes el objetivo general de este proyecto fue desarrollar una bebida de suero con avena enriquecida con vitamina C y endulzado con jarabe de jícama. Como objetivos

específicos se plantearon: 1) establecer el nivel de dulzor y determinar la proporción adecuada de sustitución parcial de agua por suero lácteo, considerando las características fisicoquímicas de la bebida de suero, para maximizar el uso eficiente del suero; 2) evaluar la aceptación de las formulaciones que exhiban las características fisicoquímicas más destacadas,; y 3) describir la composición proximal y las propiedades nutricionales de la formulación con mayor aceptabilidad para evaluar su posible inserción en el mercado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ensayos preliminares

A través de un grupo focal de 8 consumidores se definió la combinación de frutas a utilizarse en la formulación de la bebida de avena. Se presentaron a los participantes 5 combinaciones con sus respectivas codificaciones (Tabla 1). Las muestras se calificaron en una escala del 1 (Me disgusta mucho) al 5 (Me gusta mucho) según los atributos de aroma, sabor, acidez y percepción global.

Tabla 1. Combinaciones de frutas con su codificación

Combinación de frutas	Código
Guayaba + Fresa	581
Guayaba + Fresa + Maracuyá	427
Guayaba + Fresa + Maracuyá + Mandarina	638
Guayaba + Zanahoria + Naranja	374
Guayaba + Zanahoria + Naranja + Fresa	529

El análisis indicó que se prefería la combinación de guayaba, fresa y maracuyá (código 427). Sin embargo, en ensayos posteriores se descartó la frutilla por presentar un sabor a desagradable para los participantes (descrito como fermentado). Por lo tanto, se utilizó la combinación de guayaba y maracuyá para la elaboración de la bebida de suero lácteo y avena endulzada con jarabe de jícama.

### Materias primas

Para la elaboración de la bebida se utilizaron materias primas adquiridas en el mercado local: pulpa de guayaba y pulpa de maracuyá (marca frutaSi, pulpas naturales sin aditivos); avena molida (marca Quaker) y jícama mínimamente procesada (marca Coteg). El suero lácteo dulce

fue proporcionado por la empresa La Holandesa.

### Preparación del jarabe de jícama

Se extrajo el jugo de jícama en un extractor MT-1020-1 marca Jack LaLanne. Se colocó 1780 g del extracto de jícama en una marmita y se concentró la solución aproximadamente por 150 minutos a 91°C hasta alcanzar 71°Brix, luego se dejó enfriar hasta alcanzar 20°C. En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo del proceso de elaboración del jarabe. El jarabe se conservó en recipientes herméticos en refrigeración hasta su uso.

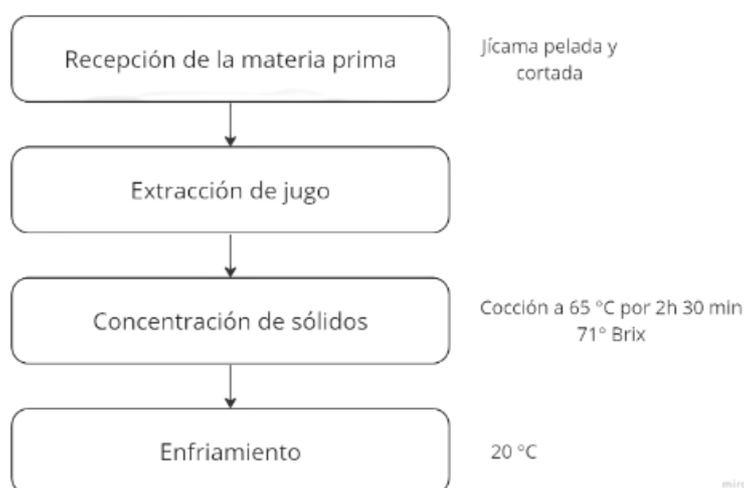


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso del jarabe de jícama

### Rendimiento jarabe de jícama.

El rendimiento del jarabe de jícama se calculó (ecuación 1) mediante el peso de la jícama sin procesar (peso inicial) y el peso final del jarabe obtenido.

$$\text{Rendimiento} = \frac{p_{final}}{p_{inicial}} \times 100 \quad [1]$$

### Proceso de elaboración de la bebida de suero

Las materias primas se pesaron de acuerdo con las formulaciones establecidas en el diseño experimental (sección Resultados y Discusión, Tabla 7). En la Figura 2 se muestra el diagrama

de flujo del proceso de elaboración de la bebida de suero. En una marmita de acero inoxidable se colocó el agua, el suero lácteo y la avena previamente tamizada y se sometió a un proceso de cocción a una temperatura de 65°C con agitación constante durante de 5 minutos y 30 segundos. Se dejó enfriar a temperatura ambiente y cuando la mezcla alcanzó los 20°C se colocaron las pulpas de guayaba y maracuyá junto con el jarabe de jícama y se homogenizó, luego se agregó la mezcla de avena y se homogenizó por 25 segundos.

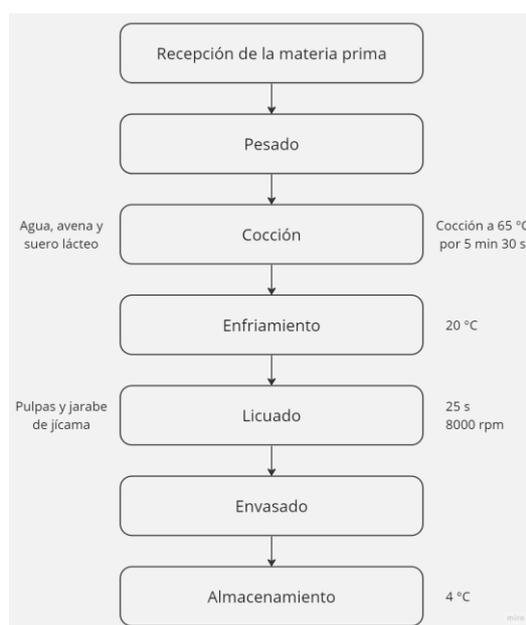


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de la bebida

La bebida recién preparada se distribuyó en frascos de vidrio herméticamente cerrados y se almacenó en refrigeración (4°C) hasta su posterior análisis.

### **Selección y caracterización de la formulación con mejores características fisicoquímicas**

Se analizaron las características fisicoquímicas (viscosidad, pH, sólidos solubles, estabilidad y acidez) de las diferentes formulaciones y se seleccionó aquellas con valores similares a bebidas comerciales y que permita el mayor aprovechamiento del suero lácteo como base. Con esta formulación se realizó un análisis sensorial de ordenamiento por preferencia para seleccionar el grado de dulzor aportado por el jarabe de jícama.

Posteriormente, la formulación que obtuvo el mayor puntaje respecto al grado de dulzor fue utilizada para caracterizar su composición proximal y nutricional, así como para determinar la aceptabilidad por parte de los consumidores.

### **Viscosidad.**

Se midió utilizando un reómetro Brookfield DV-III Ultra Programmable Rheometer. Se estableció el parámetro de 10 rpm y spindle 62. En cada medición, se verificó que el torque sea superior a 10% para asegurar la precisión de la medición. Para cada unidad experimental se realizó la medición por triplicado.

### **pH.**

La medición de pH se realizó de acuerdo al método de la AOAC 981.12. Se utilizó un potenciómetro MW150. El potenciómetro se calibró con soluciones buffer de pH estandarizado 4 y 10. Se colocó 30 ml de muestra de la bebida en un vaso de precipitación y se introdujo la sonda medidora. Para cada unidad experimental se realizó la medición por triplicado.

### **Sólidos solubles.**

Se midió con un refractómetro digital MA871 (marca Milwaukee) de acuerdo con el método de la AOAC 932.14. La medición se realizó a una temperatura de la muestra de 20°C. Para cada unidad experimental se realizó la medición por triplicado.

### **Estabilidad.**

El parámetro de estabilidad se midió de acuerdo con el método de Restu et al. (2015). En un tubo Falcon se colocó 45 ml de la bebida y se centrifugó durante 20 minutos a 3500g a temperatura ambiente (centrífuga HERMLE Z 206 A). Una vez terminado el tiempo de centrifugación, se midieron las diferentes fases separadas utilizando una escala en cm. El análisis se realizó por triplicado. Se calculó la estabilidad según la ecuación 2.

$$Estabilidad (\%) = \frac{altura\ de\ separación}{altura\ total} \times 100 \quad [2]$$

### **Acidez.**

Se midió de acuerdo con el método de la AOAC 942.15. Se colocaron 10 mL de la bebida en un Erlenmeyer y se adicionó 10 mL de agua destilada y 3 gotas de indicador fenolftaleína. Se tituló con una solución de NaOH 0,1 N. La acidez se expresó como porcentaje de ácido láctico según la ecuación 3:

$$\% \text{ ácido láctico} = \frac{V \text{ NaOH (mL)} \times N \text{ NaOH} \times PE \text{ ácido láctico}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100 \quad [3]$$

### **Evaluación sensorial**

El día 26 de octubre del 2023 entre las 10h00 y 12h00 se desarrolló la prueba en el aula de evaluación sensorial de la Universidad San Francisco de Quito. Se presentó 30 ml de cada muestra a temperatura ambiente en vasos plásticos transparentes de poliestireno de 2 onzas codificados con números aleatorios de 3 dígitos. Se aplicó una prueba afectiva de ordenamiento por preferencia. Se usó la abreviatura SA para la combinación de suero y agua, y J para jarabe de jícama, seguidas de las proporciones en porcentaje, según el diseño experimental. Participaron 100 jueces no entrenados de edades comprendidas entre 18 y 35 años. El consentimiento informado y el cuestionario utilizados se encuentran en los Anexo A y B, respectivamente.

Posteriormente, con el fin de conocer cómo los consumidores perciben y evalúan la calidad organoléptica de la formulación seleccionada según sus características fisicoquímicas y grado de dulzor el 13 de noviembre entre las 11h30 y 13h30 se aplicó una prueba afectiva de aceptabilidad mediante una escala hedónica de 7 anclas, siendo 1 "Me disgusta extremadamente" y 7 "Me gusta extremadamente". Los atributos a evaluar fueron: sabor, olor, color, acidez, dulzor, viscosidad y percepción global. El número de jueces no entrenados fue de 60, con edades entre 18 y 35. El consentimiento informado y el cuestionario utilizados se encuentran en los anexos A y C, respectivamente.

### **Análisis proximal y nutricional**

El contenido de humedad, cenizas, proteína y grasa se determinó por gravimetría, los métodos se indican en la Tabla 2, la fibra dietética se determinó con el método AOAC 985.29, los carbohidratos totales se calcularon por diferencia. Además, se analizó el contenido de azúcares totales, lactosa, sodio y vitamina C; la metodología se detalla a continuación. Con los resultados se elaboró la etiqueta y el semáforo nutricional para la formulación seleccionada. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

Tabla 2. Metodología de análisis proximal de la bebida de suero

<b>Análisis</b>	<b>Método</b>
Humedad	AOAC 964.22
Ceniza	AOAC 923.03
Proteína	AOAC 955.39
Grasa	NTE INEN 0012
Carbohidratos totales	Por diferencia

#### **Fibra dietética.**

Se determinó la fibra total dietética en la bebida en base al método AOAC 985.29. Este se basa en la separación de la fibra dietética en fracciones soluble e insoluble. Se realizaron una serie de tratamientos químicos y físicos para aislar y caracterizar las fracciones y calcular el contenido total de fibra en la muestra (Association of Official Analytical Chemists, 1995).

#### **Azúcares totales.**

Se realizó mediante el método de Fehling. En primer lugar, se preparó la dilución de la muestra, se pesaron colocó 8 g de muestra en un balón aforado de 250 ml y se colocó esta dilución en una bureta de 50 ml. Luego, se prepararon las soluciones de Fehling A diluyendo 6,9278g de CuSO<sub>4</sub> en 100 ml de agua destilada y Fehling B diluyendo 35 g de tartrato sódico potásico con

12 g de NaOH en 100 ml de agua destilada (Marques et al., 2016). Estas soluciones se mezclaron en una proporción 1 (Fehling A) y 1 (Fehling B) y se colocaron en un matraz de 250 ml. Se adicionaron 3 gotas de azul de metileno como indicador y 4 núcleos de ebullición. Se colocó este matraz en una plancha de calentamiento hasta ebullición. Se valoró la muestra hasta evidenciar un cambio en la coloración hacia una tonalidad rojo-ladrillo. Se calculó la cantidad de azúcares totales de acuerdo con las ecuaciones 4 y 5:

$$\text{Azúcares en muestra} = \frac{F \times 100}{V(\text{Valoración})} \quad [4]$$

$$\text{Azúcares totales} = \frac{\text{Azúcares en muestra}}{P_{\text{muestra}}} \times 100 \quad [5]$$

### **Lactosa.**

Se utilizó el método AOAC 984.15 en un equipo MilkoScan FT3. Se colocó la muestra en un vaso y se introdujo la sonda para iniciar la medición. El análisis se realizó por triplicado.

### **Sodio.**

Se cuantificó utilizando una modificación de la técnica volumétrica de Mohr, según lo descrito por Avila-Hernandez et al. (2018). Se pesaron 2,5 gramos de muestra y se añadió 15 de agua destilada a 50-55°C. Se agregó 1 ml de indicador K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Se tituló con una solución valorada de AgNO<sub>3</sub> 0,1M hasta la primera coloración marrón-rojiza. Como blanco se utilizó agua. El porcentaje se calculó según la ecuación 6:

$$\%Na = \frac{(V_{AgNO_3} - V_{blanco}) \times C_{AgNO_3} \times p_{meq Na}}{P_{\text{muestra}}} \quad [6]$$

### **Vitamina C.**

Se utilizó un método titrimétrico estándar, empleando una solución de colorante de 2,6-diclorofenol indofenol. Se colocó un volumen cuidadosamente medido de bebida de suero en un Erlenmeyer. Se preparó una solución de 2,6-diclorofenol indofenol de concentración 0,2% inicialmente de color azul y se colocó en una bureta. Se valoró la bebida de suero mientras se

agitaba provocando un cambio de color de azul a incoloro al reaccionar con el ácido ascórbico. La titulación continuó hasta la aparición de un color rosa estable por 15 segundos y se registró el volumen de solución de tinte utilizado. La concentración de ácido ascórbico se calculó según el método descrito Kaur et al. (2022) utilizando la ecuación 7:

$$1 \text{ mL de solución de DCFI } 0.2\% = X \text{ mg de vitamina C} \quad [7]$$

### Diseño experimental y análisis estadístico

Se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo factorial  $3^2$ . El primer factor analizado fue la sustitución del agua por suero lácteo. Se evaluaron tres niveles de sustitución de agua por suero lácteo (relación suero-agua: 50/50%, 70/30% y 90/10%). El segundo factor fue el nivel de jarabe de jícama en la formulación con tres niveles (1,9%, 2,2% y 2,5%). Se obtuvieron 9 tratamientos con una réplica, teniendo un total de 18 unidades experimentales.

En la Tabla 3 se muestra la matriz de diseño y las codificaciones de las formulaciones elaboradas. Los códigos se organizaron con las iniciales de suero (S), agua (A) y jícama (J) seguidas del porcentaje de cada componente en la formulación.

Tabla 3. Matriz de diseño y codificaciones de los nueve tratamientos

		<b>Factor A: nivel de sustitución de agua por suero lácteo (relación suero-agua)</b>		
		50/50%	70/30%	90/10%
<b>Factor B: nivel de jarabe de jícama</b>	1,9%	SA50/50-J1,9	SA70/30-J1,9	SA90/10-J1,9
	2,2%	SA50/50-J2,2	SA70/30-J2,2	SA90/10-J2,2
	2,5%	SA50/50-J2,5	SA70/30-J2,5	SA90/10-J2,5

Las variables dependientes fueron: estabilidad, viscosidad, sólidos solubles, pH y acidez. Las variables independientes fueron los niveles de sustitución de suero lácteo por agua, y el jarabe

de jícama por azúcar.

Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) ( $\alpha = 0,05$ ) y se compararon las medias con una prueba de Tukey con 95% de confianza. Se utilizó el software Minitab.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente trabajo se dividió en 3 fases: la primera, se enfoca en el estudio de la selección del grado de sustitución del agua por suero lácteo y el grado de dulzor usando el jarabe de jícama. Como segunda fase se realizó el análisis sensorial de las formulaciones seleccionadas previamente. En la tercera fase se llevó a cabo la caracterización proximal y nutricional de la bebida de mayor preferencia. Los análisis de varianza de los tratamientos se muestran en el Anexo E.

### Selección del grado de sustitución del agua por suero lácteo

Las bebidas elaboradas fueron evaluadas con 3 niveles de sustitución de suero lácteo. Según la norma NTE INEN 2609 (2012), para que una bebida pueda ser clasificada como bebida de suero debe contener por lo menos 50% de suero del total de ingredientes del producto. Además, se puede clasificar según el tratamiento térmico o al contenido de lactosa. Asimismo, detalla que una bebida de suero es un producto lácteo compuesto, obtenida mediante la mezcla de suero con agua potable y se pueden agregar otros ingredientes.

La variación de la proporción de suero y jarabe no afectó la apariencia global de la bebida mostrándose similar en las 9 formulaciones. En la Figura 3 se muestra la formulación SA 90/10 J1,9 como referencia.



Figura 3. Apariencia de la bebida de suero

Cuando se realizó el análisis de las características fisicoquímicas de las bebidas, se encontró diferencia significativa entre las formulaciones ( $\alpha = 0,05$ ) para las variables de viscosidad, pH y °Brix (Figura 4), se encontró. Esto implica que la proporción de suero utilizada y la concentración del jarabe de jícama influyen en estas características que aportan a los atributos de calidad de una bebida como la textura y la sensación en la boca (Chakraborty et al., 2019).

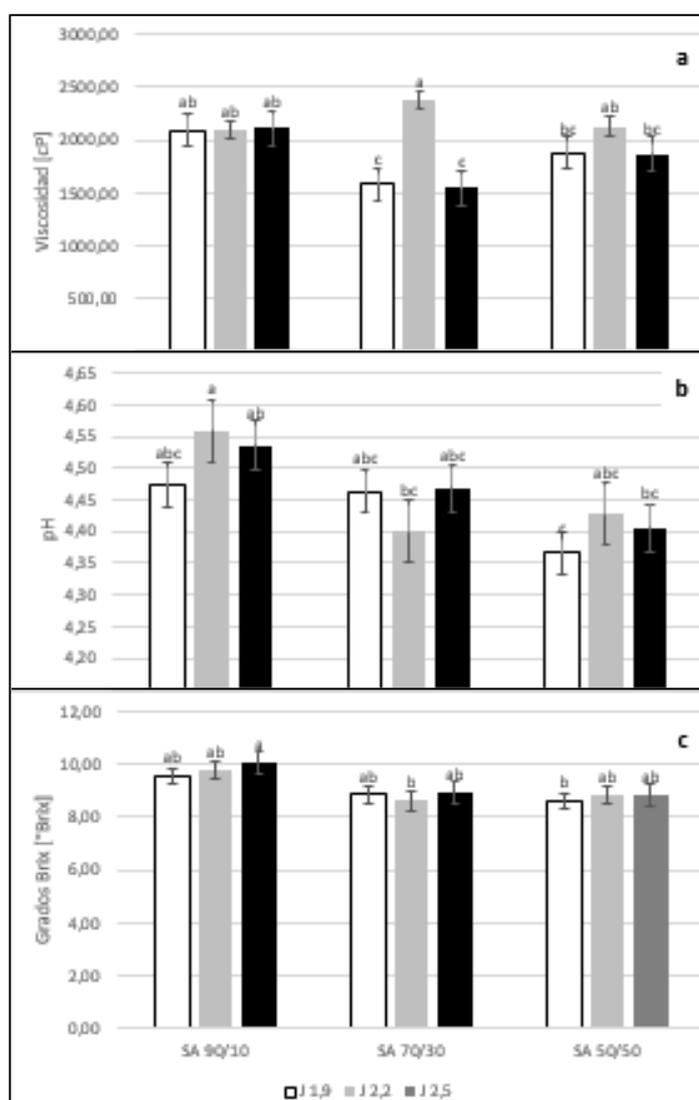


Figura 4. Viscosidad, pH y grados brix de la bebida de suero

Como se observa en la Figura 4a, la viscosidad de la bebida no se ve influenciada por los niveles de jarabe de jícama cuando se encuentra una proporción de suero/agua de 90/10, en tanto que varía significativamente con el uso de 2,2% de jarabe de jícama presentando una

viscosidad mayor a los otros tratamientos. La formulación SA70/30-J2,2 fue la que presentó la mayor viscosidad.

Cuando se analizó el pH de las bebidas (Figura 4b), se encontró que a medida que aumenta la proporción de suero lácteo en la bebida, el pH aumenta. Resultados similares fueron reportados por López et al. (2018) en una bebida láctea fermentada a base de suero y harina de camote. Un comportamiento similar en cuanto al aumento del pH se observa con el aumento de la concentración del jarabe de jícama. Esta tendencia fue observada en yogurt tipo III endulzado con jarabe de jícama (Morales Durán, 2018). La formulación SA50/50-J1,9 presentó el pH más bajo (pH=4,37).

Asimismo, el incremento en la concentración de jarabe de jícama y proporción de suero aumentaron, produjo un incremento en los °Brix (Figura 4c) debido al aporte de lactosa y FOS respectivamente. Enríquez Rea (2018) muestra resultados similares al usar jarabe de jícama como sustituto de azúcar en leche condensada. El mayor contenido de ° Brix se encontró en la formulación SA90/10-J2,5 con un valor de 10,08°Brix.

En contraste, la variación de suero lácteo y jarabe de jícama no produjo cambios en la estabilidad y en la acidez de las diferentes formulaciones (Tabla 4). Estos parámetros son críticos en el desarrollo de bebidas debido a su rol fundamental en la precepción sensorial y en la calidad del producto (Valadão et al., 2019). La acidez obtenida en la bebida de suero es similar a lo reportado por Skryplonek et al. (2019), con un valor de 0,49%. La acidez influye en el sabor, frescura y en el equilibrio de la bebida. Mientras que, la estabilidad se relaciona con la vida útil del producto y su capacidad para mantener sus propiedades organolépticas a lo largo del tiempo (Kong & Singh, 2016).

Tabla 4. Estabilidad y acidez de la bebida de suero

<b>Proporción Suero/Agua * Jarabe de Jícama</b>	<b>Estabilidad</b>	<b>Acidez (ácido láctico %)</b>
SA70/30-J2,50	0,85 ± 0,13	0,42 ± 0,02
SA90/10-J1,90	0,80 ± 0,13	0,42 ± 0,04
SA50/50-J1,90	0,75 ± 0,13	0,47 ± 0,05
SA70/30-J1,90	0,68 ± 0,13	0,41 ± 0,03
SA50/50-J2,50	0,68 ± 0,10	0,43 ± 0,05
SA70/30-J2,20	0,58 ± 0,08	0,47 ± 0,07
SA90/10-J2,50	0,53 ± 0,10	0,47 ± 0,01
SA90/10-J2,20	0,50 ± 0,08	0,42 ± 0,10
SA50/50-J2,20	0,33 ± 0,13	0,43 ± 0,05

La estabilidad de un producto puede verse afectada por diversos factores como la materia prima, la línea de producción, condiciones de almacenamiento, entre otros. En el mercado nacional no se comercializan bebidas con suero lácteo y jarabe de jícama como endulzante, por lo que es importante conocer la influencia de estos ingredientes en la estabilidad del producto. Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con Rodríguez-Basantes et al. (2020) en una bebida de suero lácteo. En la Tabla 5 se muestra como la bebida se separó en fases después de la centrifugación. En todos los casos, se observó una capa superficial correspondiente al suero lácteo y sedimento que correspondió a los sólidos aportados por los componentes como la avena, las pulpas de fruta y la jícama.

Tabla 5. Estabilidad de las formulaciones de bebida de suero lácteo endulzado con jarabe de jícama

Proporción suero/agua	Concentración de jarabe de jícama		
	J1,9	J2,2	J2,5
SA90/10			
SA70/30			
SA50/50			

Con el análisis de las características fisicoquímicas, el criterio utilizado para la selección de tres formulaciones con las que se realizó el análisis sensorial de ordenamiento por preferencia respecto al dulzor de la bebida, fueron las formulaciones con mayor contenido de suero, por el objetivo del trabajo que es lograr un máximo aprovechamiento de este subproducto. En este sentido, las formulaciones seleccionadas fueron SA90/10-J1,90; SA90/10-J2,20; y SA90/10-J2,50.

### Análisis sensorial

Se encontró diferencia significativa entre los tratamientos (Tabla 6). La formulación con mayor concentración de jarabe de jícama mejoró la percepción de la bebida para los consumidores.

Por lo tanto, la formulación SA90/10-J2,50 fue utilizada para realizar el análisis de aceptabilidad (escala hedónica) y la caracterización proximal y nutricional.

Tabla 6. Prueba de múltiples rangos para test de ordenamiento en la bebida

<b>Formulación de la bebida</b>	<b>N</b>	<b>SUMA</b>	<b>MEDIAS</b>
SA90/10-J1,90	100	226	2,26 <sup>b</sup>
SA90/10-J2,20	100	215	2,15 <sup>b</sup>
SA90/10-J2,50	100	159	1,59 <sup>a</sup>

*Medias seguidas de por lo menos una misma letra no difieren entre si al 5% de probabilidad*

La formulación de la bebida de suero con mayor preferencia (SA90/10-J2,50) se indica a continuación en la Tabla 7.

Tabla 7. Formulación de la bebida de suero lácteo (SA90/10-J2,50) de mayor preferencia

<b>Materia prima</b>	<b>%</b>
Agua	5,56
Suero	63,54
Avena molida	2,60
Guayaba	21,42
Maracuyá	3,78
Jarabe de jícama	2,50

Cada uno de los atributos evaluados (acidez, dulzor, viscosidad, sabor y percepción global) obtuvieron en promedio la calificación 5 (Tabla 8) que corresponde a "Me gusta moderadamente". Se puede decir que la bebida elaborada agrada a los consumidores moderadamente. De acuerdo con Oviedo (2019), una prueba de nivel de agrado permite desarrollar un producto con un perfil que se ajusta a los requerimientos y expectativas del mercado.

Tabla 8. Resultados de la prueba de nivel de agrado de la formulación SA90/10-J2,50

Formulación de la bebida	N	Medias				
		Acidez	Dulzor	Sabor	Viscosidad	Percepción global
SA90/10-J2,5	60	5	5	5	5	5

### Caracterización de la bebida desarrollada

En la Tabla 9 se muestra el análisis proximal de la bebida de suero elaborada.

Tabla 9. Análisis proximal de la bebida de suero

Determinación	g/100g
Humedad	87,08
Cenizas	0,58
Proteína	4,27
Grasa	0,94
Carbohidratos totales	7,11

Para la elaboración de la etiqueta nutricional (Figura 5), se tomó como referencia una dieta de 2000 kcal.

Información nutricional		
Tamaño de la porción	1 taza	(240 ml)
Porciones por envase	1	
Cantidad por porción		
Energía	544,7 KJ	130 kcal
Energía de la grasa	83,8 KJ	20 kcal
		<b>%VDR</b>
<b>Grasa total</b>	2,5g	3%
<b>Sodio</b>	1150mg	48%
<b>Carbohidratos totales</b>	17g	6%
Fibra alimentaria	2g	8%
Azúcares	9g	
<b>Proteína</b>	10g	21%
<b>Vitamina C</b>		32%
<b>*Contenido en lactosa</b>		5%
*Los porcentajes de la ingesta diaria recomendada están basados en una dieta de 2000 kcal		

Figura 5. Etiqueta nutricional de la bebida de suero

La etiqueta nutricional de la bebida desarrollada se basa en una porción de 240 ml. Se puede

observar que, en cuanto a los macronutrientes, la bebida proporciona 21% de proteína, 6% de carbohidratos y 3% de grasas del valor diario recomendado (VDR). Resulta interesante comparar las características nutricionales de la bebida desarrollada con una bebida comercial de avena en leche, evidenciándose que la sustitución parcial de agua por suero tuvo un impacto positivo en la cantidad de proteína y de grasa de la bebida. Para una porción de 240 ml, la avena comercial reportó 2% del VDR de proteína. De acuerdo con Írkin (2019), el suero de leche conserva el 20% de la proteína de la leche, lo que representa entre 0,6 g/100g a 0,8 g/100g de suero. De igual manera, respecto al contenido de grasa, la bebida de desarrollada reporta un contenido ligeramente superior a la bebida de avena comercial (2% del VDR). Este incremento en el contenido de grasa está relacionado con la sustitución de agua por suero puesto que este subproducto de la industria láctea contiene 0,4 g/100g a 0,5 g/100g de grasa (Lopes et al., 2019). En cuanto a la cantidad de carbohidratos totales, en una porción de 240 ml de la bebida de avena comercial contiene 35 g, de los cuales 22 g son de azúcares. Al comparar estos valores con los obtenidos para la bebida de suero con avena, se encuentran valores menores al 50% respecto a la bebida comercial (17 g de carbohidratos totales y 9 g de azúcares). Esta diferencia se debe al tipo de endulzante utilizado, el jarabe de jícama en una concentración de 2,5% frente a 22% de azúcar refinada para la bebida de avena comercial. No obstante, es importante analizar el rendimiento de la jícama para la elaboración del jarabe, que alcanza un valor de 8,30%.

Se analizó además el contenido de vitamina C, fibra dietaria, lactosa y sodio en la formulación SA90/10-J2,50 (Tabla 10).

Tabla 10. Contenido de vitamina C, fibra dietaria, lactosa y sodio de la formulación SA90/10-J2,50

<b>Determinación</b>	<b>g/100g</b>
Vitamina C [mg]	7,96
Fibra dietaria	2,02
Lactosa	2,08
Sodio	0,48

En cuanto al contenido de vitamina C, la bebida aporta con 32% del VDR. Las frutas utilizadas (guayaba y maracuyá) se caracterizan por un alto contenido de vitamina C, especialmente la guayaba, lo que serían los componentes de la bebida que aportan para obtener un producto con una alta concentración de vitamina C. Las bebidas de avena comerciales no reportan vitamina C en sus etiquetas nutricionales.

Una bebida comercial de avena reporta un contenido de fibra dietaria de 2,4 g (en 240 ml). La bebida desarrollada contiene 8%, lo que representa una cantidad considerable cuyo consumo tendrá efectos favorables en la prevención de enfermedades cardiovasculares, especialmente la hipertensión arterial (Reynolds et al., 2022).

Por otro lado, dado que es un producto que contiene suero de leche, tanto en la etiqueta como en el empaque se debe reportar que contiene lactosa. En este caso, la bebida de suero tiene un contenido de lactosa de 5%, siendo un limitante para personas con intolerancia a la lactosa.

Según la norma NTE INEN 022 (2014), se debe incluir una etiqueta semáforo en todo alimento procesado. Para esta etiqueta se toman en cuenta únicamente la cantidad de grasa, azúcares y sodio en el alimento. En el caso de la bebida elaborada se obtuvo que tiene bajo contenido tanto en azúcares como en grasa y medio en sal (Figura 6).



Figura 6. Etiqueta semáforo de la bebida de suero

El contenido de azúcares viene de fuentes naturales de la bebida ya que esta no contiene azúcares añadidos. Es decir, todos los azúcares son aportados por las frutas, guayaba y maracuyá y el jarabe de jícama esencialmente. A pesar de que la bebida desarrollada no es comparada con bebidas en el mercado, se observó que una bebida de avena con leche y maracuyá presenta un contenido alto en azúcares. En la actualidad, existe una creciente conciencia sobre los efectos adversos del consumo elevado de azúcares. Dado que las bebidas son la principal fuente de ingesta diaria de azúcares, el desarrollo de productos con un bajo contenido de azúcares es imperativo (Chen et al., 2022).

Se propone como empaque una botella de vidrio en una presentación de 240 mL. Se utiliza vidrio porque este no interactúa con el contenido y no altera las características de la bebida como color o sabor (Rejeesh & Anto, 2023). Este material tiene otros beneficios puesto que permite que los consumidores puedan visualizar el contenido en su totalidad. En el empaque consta el nombre de la bebida, la etiqueta nutricional y la etiqueta semáforo (Figura 7 y 8). De igual manera, se deben detallar los ingredientes utilizados y se podrían agregar datos atractivos de la bebida como su contenido en vitamina C o proteína. Adicionalmente, la norma NTE INEN 2609 (2012), estipula que en la cara principal se debe incluir el porcentaje de contenido de suero de leche. Para la bebida desarrollada se debe incluir que fue elaborada con 63% de



## CONCLUSIONES

La sustitución parcial de agua por suero lácteo en la bebida es una alternativa viable para el aprovechamiento de este subproducto de la industria. Su uso como base o componente principal en la bebida de avena no afecta características fisicoquímicas como la estabilidad y la acidez. Con un máximo de aprovechamiento de suero en la bebida de avena (90% suero/10% agua) el grado de dulzor de preferencia de los consumidores es el que utiliza una concentración de jarabe de jícama de 2,5%. Obteniendo una bebida con un nivel de agrado correspondiente a "Me gusta moderadamente" lo que indica que es posible su potencial inserción en el mercado. No obstante, se debe señalar que el rendimiento del proceso de obtención del jarabe de jícama es bajo y no sería rentable a nivel económico, lo que representa un desafío para el desarrollo de productos en cuanto a la búsqueda de sustitutos de azúcar refinada. Por otro lado, el uso de pulpas de frutas como guayaba y maracuyá permite obtener una bebida enriquecida con vitamina C.

La bebida desarrollada (SA90/10-J2,50) es un producto con buenas características nutricionales por su contenido de proteína y bajo contenido de azúcares, además puede catalogarse como un producto funcional debido a su contenido de fibra y vitamina C al ser enriquecido utilizando frutas como guayaba y maracuyá, como fuente de esta. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que por su contenido medio de sodio y por la presencia de lactosa no es recomendable para ser consumido por personas con patologías asociadas a estos nutrientes. Se recomienda evaluar el efecto de una sustitución total de agua por suero que no fue considerada en este estudio. De igual manera, se recomienda estudiar el perfil de azúcares y oligosacáridos contenidos en la bebida con el fin de determinar si esta puede ser consumida por diabéticos y profundizar en sus características funcionales. Sería interesante estudiar distintas metodologías para elaborar el jarabe de jícama a nivel industrial para lograr un rendimiento más alto.

Además, con la finalidad de identificar la combinación óptima de ingredientes para mejorar las características del producto final y alcanzar una mejor aceptabilidad por parte del consumidor se puede aplicar en estudios posteriores un diseño de mezclas para determinar cuál de los ingredientes tiene mayor influencia sobre las características fisicoquímicas de interés y determinar con exactitud en qué porcentajes deben participar cada uno de los ingredientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, K., & Hassan, N. (2018). Estimation of ascorbic acid, sodium, potassium and sugar contents in different stages of guava from Malir, Karachi, Pakistan. *International Journal of Biosciences*, 12(3), 235–238. <https://doi.org/10.12692/ijb/12.3.235-238>
- Albuja, A., Pilamunga, C., Escobar, S., Yucaille, S., & Arguello-hernández, P. (2017). Desarrollo de una bebida hipocalórica de jícama (*smallanthus sonchifolius*), su aceptabilidad sensorial y calidad microbiológica. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias*, 1(17), 1-11.
- Arica Rivera, K. A. M., Juárez Chinín, R. J., & Siancas Vilchez, Y. L. (2019). Formulación de una bebida a base de lactosuero y pulpa de maracuya (*Passiflora edulis*) enriquecida con harina de quinua (*Chenopodium quinoa*).
- Association of Official Analytical Methods. (1990). *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Babiker, E. E., Uslu, N., Al Juhaimi, F., Mohamed Ahmed, I. A., Ghafoor, K., Özcan.*
- Association of Official Analytical Chemists. (1995). *Official Methods of Analysis*, 14th ed., 1st suppl. Secs. 43, A14-43, A20, p.399.
- Association of Official Analytical Methods. *Official Methods 932.14: Solids in Syrups: Official Methods of Analysis of AOAC International, 2013*
- Association of Official Analytical Methods. *Official Methods 981.12: pH of acidified foods: Official Methods of Analysis of AOAC International, 2013*
- Ávila-Hernández, J. G., Carrillo-Inungaray, M. L., & Reyesmanguía, A. (2018). Modificación de la técnica volumétrica de mohr para cuantificar sodio en queso fresco Modification of the mohr volumetric technique to quantify sodium in fresh cheese. *Revista de Simulación y Laboratorio*, 5(16), 1-4
- Ayala, D. J. B., Gómez, J. L. V., Sampedro, S. E. L., & Alvarez, L. F. A. (2020). Estudio

comparativo de tres bebidas formuladas con jícama (*Smallanthus sonchifolius*).  
*ConcienciaDigital*, 3(3), 141-150.

- Ayed, L., M'hir, S., & Asses, N. (2023). Sustainable whey processing techniques: Innovations in derivative and beverage production. *Food Bioscience*, 53, 102642.  
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102642>
- Barukčić, I., Barukčić, I., & Božanić, R. (2019). Whey and Buttermilk—Neglected sources of valuable beverages. In *Elsevier eBooks* (pp. 209–242). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816689-5.00008-0>
- Chakraborty, P., Witt, T., Harris, D., Ashton, J., Stokes, J. R., & Smyth, H. E. (2019). Texture and mouthfeel perceptions of a model beverage system containing soluble and insoluble oat bran fibres. *Food Research International*, 120, 62-72.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.070>.
- Chen, L., Wu, W., Zhang, N., Bak, K. H., Zhang, Y., & Fu, Y. (2022). Sugar reduction in beverages: Current trends and new perspectives from sensory and health viewpoints. *Food Research International*, 162, 112076.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112076>
- Cunha-Santos, E. C. E., Viganó, J., Neves, D. A., Martínez, J., & Godoy, H. T. (2019). Vitamin C in camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh]: evaluation of extraction and analytical methods. *Food Research International*, 115, 160–166.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.031>
- De Assis Amaral, D., & Da Silva, J. A. F. (2021). Whey in the Industry: Environmental and Valorization Impacts. *Núcleo do Conhecimento*, 41-57.  
<https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/environmental-engineering-en/whey>

- Enríquez Rea, G. A. (2018). Evaluación de jarabe de jícama como sustituto total de azúcar en leche condensada [Tesis de grado], Quito: Universidad de las Américas, 2018.
- Gomes, A. F., Viana, M. L., Vaz-Tostes, M. G., & Costa, N. M. B. (2023). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and kefir improved intestinal and bone health but without symbiotic benefits in rats. *Nutrition Research*, 118, 85-93. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2023.07.009>.
- Guzmán, A. A. (2022). Desarrollo de una bebida proteica a base de suero de leche y harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2022).
- Hannibal, B., Santillán, A., Mercy, A., Ramos, E., Paola, V., & Rincon, A. (2015). Aprovechamiento del suero de leche como bebida energizante para minimizar el impacto ambiental. *European Scientific Journal*, 11(26).
- INEN. (2012). *NTE INEN 2609: BEBIDAS DE SUERO*. Servicio Ecuatoriano de Normalización
- INEN. (2014). *Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados*. Servicio Ecuatoriano de Normalización
- INEN. (1973). *Leche. Determinación del contenido de grasa. NTE INEN 0012*. <https://ia801406.us.archive.org/19/items/ec.nte.0012.1973/ec.nte.0012.1973.pdf>
- Írkin, R. (2019). Natural fermented beverages. En *Elsevier eBooks* (pp. 399-425). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816689-5.00014-6>
- Kaur, S., Kaur, N., Aggarwal, P., & Grover, K. (2022). Sensory attributes, bioactive compounds, antioxidant activity and color values of jam and candy developed from Beetroot (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Applied and Natural Science*, 14(2), 459-468.
- Kong, F., & Singh, R. P. (2016). Chemical deterioration and physical instability of foods and beverages. En *Elsevier eBooks* (pp. 43-76). <https://doi.org/10.1016/b978-0-08->

100435-7.00002-2

- Latimer, G. (2023), Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, 22 (New York, 2023; online edn, Oxford Academic, 4 Jan. 2023), <https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001>.
- Lopes, A. C. A., Eda, S. H., Andrade, R. P., Amorim, J. C., & Duarte, W. F. (2019). New Alcoholic Fermented Beverages—Potentials and Challenges. En *Elsevier eBooks* (pp. 577-603). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815271-3.00014-2>
- López, X., Gallardo, A., Arboleda, C., Segura, F., & Restrepo, L. (2017). Comparación de métodos que utilizan ácido sulfúrico para la determinación de azúcares totales. *Revista Cubana De Química*, 29(2).
- López, P. I. G., Zambrano, Á. M. Z., Rosado, C. F. R., & Peña, A. M. (2018). Evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote. *La Técnica*, (19), 47-60.
- Marques, T. A., Rampazo, É. M., Zilliani, R. R., Marques, P. a. A., & Benincasa, F. (2016). Automated sugar analysis. *Food Science and Technology*, 36(1), 70–75. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.0012>
- Morales Durán, D. X. (2018). Sustitución del azúcar, por el jarabe de jícama en el yogurt tipo III (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Naik, B., Kohli, D., Walter, N., Gupta, A. K., Mishra, S., Khan, J. M., Saris, P. E. J., Irfan, M., Rustagi, S., & Kumar, V. (2023). Whey-carrot Based Functional Beverage: Development and Storage Study. *Journal of King Saud University - Science*, 102775. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102775>
- Oviedo, A. (2019). Pruebas de análisis sensorial para el desarrollo de productos de cereales infantiles en Venezuela. *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, 13(2), 27-37.

- Rejeesh, C., & Anto, T. (2023). Packaging of milk and dairy products: Approaches to sustainable packaging. *Materials Today: Proceedings*, 72, 2946–2951.  
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.07.467>
- Restu, W. K., Sampora, Y., Meliana, Y., & Haryono, A. (2015). Effect of Accelerated stability test on characteristics of emulsion systems with Chitosan as a stabilizer. *Procedia Chemistry*, 16, 171-176. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.12.031>
- Reynolds, A., Akerman, A. P., Kumar, S., Pham, H. T. D., Coffey, S., & Mann, J. (2022). Dietary fibre in hypertension and cardiovascular disease management: systematic review and meta-analyses. *BMC Medicine*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12916-022-02328-x>
- Rodríguez-Basantes, A. I., Abad-Basantes, C. A., Pérez-Martínez, A., & Diéguez-Santana, K. (2020). Elaboración de una bebida a base de suero lácteo y pulpa de *Theobroma grandiflorum*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18 (2), 166–175.
- Ruíz-Capillas, C., & Herrero, A. M. (2022). Non-meat proteins. In *Elsevier eBooks*.  
<https://doi.org/10.1016/b978-0-323-85125-1.00085-5>
- Skryplonek, K., Dmytrów, I., & Mituniewicz-Małek, 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>
- Tsermoula, P., Khakimov, B., Nielsen, J. H., & Engelsen, S. B. (2021). WHEY - the waste-stream that became more valuable than the food product. *Trends in Food Science and Technology*, 118, 230-241. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.025>
- Tufiño, M. (2014). Diseño de una planta para la elaboración de tres productos a base de jícama, *Smallanthus sonchifolius*, para la provincia de Pichincha. [Tesis de grado] Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Universidad de las Américas. Ecuador

- Upadhyay, R., Dass, J. F. P., Chauhan, A. K., Yadav, P., Singh, M., & Singh, R. B. (2019). Guava enriched functional foods: therapeutic potentials and technological challenges. In R. Watson, R. Singh & T. Takahashi (Eds.), *The role of functional food security in global health* (pp. 365-378). New York: Academic Press.
- USDA. (2020). FoodData Central. U.S. Department of Agriculture. Retrieved from <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171711/nutrients>.
- Valadão, N. K., Shimoda, S. Y., Jory, J. C., Fratassi, G. C., & Petrus, R. R. (2019). Stability of a dairy-based electrolyte replenishment beverage. *Food Science and Technology*, 39(4), 824–829. <https://doi.org/10.1590/fst.09018>
- Wijeratnam, S. (2016). Passion fruit. In *Elsevier eBooks* (pp. 230–234). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00521-3>
- Wu, J. R., Leu, H. B., Yin, W. H., Tseng, W. K., Wu, Y. W., Lin, T., Yeh, H. I., Chang, K. C., Wang, J. H., Wu, C., & Chen, J. W. (2019). The benefit of secondary prevention with oat fiber in reducing future cardiovascular event among CAD patients after coronary intervention. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-39310-2>
- Yousaf, A., Abbasi, K. S., Ahmad, A., Imran, H., Sohail, A., Qayyum, A., & Akram, M. (2021). Physico-chemical and Nutraceutical Characterization of Selected Indigenous Guava (*Psidium guajava* L.) Cultivars. *Food Science and Technology*, 41(1), 47–58. <https://doi.org/10.1590/fst.35319>
- Zandona, E., Blažić, M., & Jambrak, A. R. (2021). Whey Utilisation: Sustainable Uses and Environmental approach. *Food Technology and Biotechnology*, 59(2), 147-161. <https://doi.org/10.17113/ftb.59.02.21.6968>

## ANEXOS

### ANEXO A: CONSENTIMIENTO INFORMADO

Consentimiento informado

Yo \_\_\_\_\_ con identificación (CI) : \_\_\_\_\_ acepto de forma voluntaria mi participación en una evaluación sensorial de una bebida de suero, con el conocimiento que algunos ingredientes que consumiré contienen lactosa. Por tanto, confirmo no tener ninguna restricción personal o médica relacionada con los elementos mencionados.

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### ANEXO B: CUESTIONARIO PRUEBA DE PREFERENCIA

#### Ordenamiento de Preferencia

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Género: F/M

Frente a usted se encuentran tres muestras de una bebida de suero con avena, cada una identificada con tres dígitos aleatorios.

Antes de iniciar la prueba, tome un sorbo de agua para enjuagar su boca. Posteriormente, pruebe las muestras de izquierda a derecha. Ordénelas de acuerdo a su preferencia. Asigne el número 1 para la muestra de mayor preferencia, 2 para la segunda más preferida y así sucesivamente. Recuerde que entre cada muestra debe tomar un sorbo de agua, enjuagar su boca y esperar 30 segundos antes de seguir con la evaluación.

Código de la Muestra

481

792

269

Orden de Preferencia

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Comentarios:

---



---



---

¡Gracias por su participación, no olvide retirar su premio!

### ANEXO C: CUESTIONARIO PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Fecha: 13.11.2023

Sexo: M / F

Frente a usted se presentan una muestra de bebida de suero con avena. Por favor, pruebe la muestra y evalúe cada uno de los atributos indicados y su percepción global. Antes de iniciar la prueba, tome un poco de agua y espere 30 segundos. Escriba el número de la escala establecida de acuerdo con su criterio en el casillero correspondiente al código de cada muestra según el atributo evaluado. En caso de tener algún comentario, se dispone en la parte inferior un espacio para esta información.

7	Me gusta extremadamente
6	Me gusta mucho
5	Me gusta moderadamente
4	No me gusta ni me disgusta
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

ACIDEZ	DULZOR	SABOR	VISCOSIDAD	GLOBAL
309	309	309	309	309

Comentarios:

---



---



---

## ANEXO D

## ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DE LOS TRATAMIENTOS PARA pH

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14513  
Error: 0,0060 gl: 45

Proporción suero	Concentración jicama	Medias	n	E.E.	
90	2,20	4,56	6	0,03	A
90	2,50	4,54	6	0,03	A B
90	1,90	4,47	6	0,03	A B C
70	2,50	4,47	6	0,03	A B C
70	1,90	4,46	6	0,03	A B C
50	2,20	4,43	6	0,03	A B C
50	2,50	4,41	6	0,03	B C
70	2,20	4,40	6	0,03	B C
50	1,90	4,37	6	0,03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DE LOS TRATAMIENTOS PARA GRADOS BRUX

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,38600  
Error: 0,5432 gl: 45

Proporción suero	Concentración jicama	Medias	n	E.E.	
90	2,50	10,08	6	0,30	A
90	2,20	9,78	6	0,30	A B
90	1,90	9,58	6	0,30	A B
70	2,50	8,95	6	0,30	A B
70	1,90	8,85	6	0,30	A B
50	2,20	8,85	6	0,30	A B
50	2,50	8,83	6	0,30	A B
50	1,90	8,63	6	0,30	B
70	2,20	8,62	6	0,30	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DE LOS TRATAMIENTOS PARA VISCOSIDAD

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=464,59378  
Error: 61037,4556 gl: 45

Proporción suero	Concentración jicama	Medias	n	E.E.	
70	2,20	2382,50	6	100,86	A
50	2,20	2132,83	6	100,86	A B
90	2,50	2115,00	6	100,86	A B
90	2,20	2101,00	6	100,86	A B
90	1,90	2097,17	6	100,86	A B
50	1,90	1879,00	6	100,86	B C
50	2,50	1866,50	6	100,86	B C
70	1,90	1582,17	6	100,86	C
70	2,50	1547,00	6	100,86	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DE LOS TRATAMIENTOS PARA ACIDEZ

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10170  
 Error: 0,0029 gl: 45

Proporción suero	Concentración jicama	Medias	n	E.E.
50	1,90	0,47	6	0,02 A
70	2,20	0,47	6	0,02 A
90	2,50	0,47	6	0,02 A
50	2,20	0,43	6	0,02 A
50	2,50	0,43	6	0,02 A
70	2,50	0,42	6	0,02 A
90	1,90	0,42	6	0,02 A
90	2,20	0,42	6	0,02 A
70	1,90	0,41	6	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

## ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DE LOS TRATAMIENTOS PARA ESTABILIDAD

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,64062  
 Error: 0,0725 gl: 27

Proporción suero	Concentración jicama	Medias	n	E.E.
70	2,50	0,85	4	0,13 A
90	1,90	0,80	4	0,13 A
50	1,90	0,75	4	0,13 A
70	1,90	0,68	4	0,13 A
50	2,50	0,68	4	0,13 A
70	2,20	0,58	4	0,13 A
90	2,50	0,53	4	0,13 A
90	2,20	0,50	4	0,13 A
50	2,20	0,33	4	0,13 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)