



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE SAUCO (*Sambucus Canadensis*) Y YACÓN

(*Smallanthus Sonchifolius*) FORTIFICADO CON SULFATO FERROSO

Línea de investigación:

Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autor

Rimarache Ortiz, Irvin Félix

Asesor

Quispe Prado, Wilber

ORCID: 0000-0003-2452-3669

Jurado

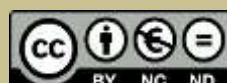
Benavides Cavero, Oscar

Castro Retes, Augusto Ángel

Bazán Briceño, José Luis

Lima - Perú

2025



BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE SAUCO (*Sambucus Canadensis*) Y YACÓN (*Smallanthus Sonchifolius*)
FORTIFICADO CON SULFATO FERROSO

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	3%
3	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
11	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE SAUCO (*Sambucus Canadensis*) Y YACÓN

(*Smallanthus Sonchifolius*) FORTIFICADO CON SULFATO FERROSO

Línea de Investigación:

Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Rimarache Ortiz, Irvin Félix

Asesor:

Quispe Prado, Wilber

ORCID: 0000-0003-2452-3669

Jurado:

Benavides Cavero, Oscar

Castro Retes, Augusto Ángel

Bazán Briceño, José Luis

Lima – Perú

2025

Dedicatoria

Principalmente a Dios por ser el inspirador y darnos las fuerzas para continuar en este proceso de obtener nuestros objetivos deseados. A mis padres que se encuentran en el cielo, quienes me enseñaron ser agradecido con todo el mundo y me trasmitieron valores desde muy niño, siempre los tendré en mi corazón. A mis tíos que me inculcaron una cultura de trabajo, estudio, perseverancia, apoyo mutuo y creyeron en mí en los momentos más complicados, en los cuales les tengo una gratitud inalcanzable. A mi hijo que es mi motivación principal a desarrollar con éxito la tesis.

Agradecimiento

Agradecer principalmente a los docentes de la escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, a la Universidad Nacional Federico Villarreal por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.

Expreso mi agradecimiento al Ing. Wilber Quispe Prado por su destacado desempeño como asesor, brindando apoyo constante desde el inicio hasta la culminación de esta investigación y todas las personas que confiaron en mí, quizá el camino no fue sencillo, pero gracias por sus consejos y sus aportes, me encaminaron hacia la culminación de esta tesis.

ÍNDICE

Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	2
1.2. Antecedentes	4
1.3. Objetivos	8
1.4. Justificación	9
1.5. Hipótesis	10
II. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación	11
III. MÉTODO	21
3.1. Tipo de Investigación.....	21
3.2. Ámbito temporal y espacial	21
3.3. Variables.....	21
3.4. Población y muestra.....	22
3.5. Instrumentos.....	23
3.6. Procedimientos.....	25
3.7. Análisis de datos	33
IV. RESULTADOS	36
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	56
VI. CONCLUSIONES	58
VII. RECOMENDACIONES	60
VIII. REFERENCIAS.....	61
IX. ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variables	22
Tabla 2 Restricciones de los Límites Max. Min. de los Componentes	25
Tabla 3 Matriz Experimental de las Variables Independientes y Dependientes.....	25
Tabla 4 Factores y Niveles para el Diseño Estadístico Taguchi L ₉ (3) ³	27
Tabla 5 Tratamientos Propuestos por el Enfoque Metodológico de Taguchi.....	27
Tabla 6 ANOVA Que Ajusto el Modelo Matemático Cuadrático para el Color	36
Tabla 7 ANOVA para el Color del modelo cuadrático	37
Tabla 8 ANOVA Que Ajusto el Modelo Matemático Cuadrático para el olor	40
Tabla 9 ANOVA para el olor del modelo cuadrático	40
Tabla 10 ANOVA Que Ajusto el Modelo Matemático Cuadrático para el Sabor	43
Tabla 11 ANOVA para el Sabor del modelo cuadrático	43
Tabla 12 ANOVA Que Ajusto el Modelo Matemático Cuadrático para la textura	46
Tabla 13 ANOVA para la Textura del modelo cuadrático	46
Tabla 14 Valores Numéricos Otorgados a los Diferentes Variables Examinados	48
Tabla 15 ANOVA Análisis de Varianza de Medias	51
Tabla 16 Respuesta para Relaciones de Señal a Ruido más Grande es Mejor.....	51
Tabla 17 Parámetros Óptimos en la Fortificación con Sulfato Ferroso	52
Tabla 18 Análisis fisicoquímico proximal de la bebida funcional	53
Tabla 19 Resultados del Análisis Microbiológico de la Bebida Funcional.....	53
Tabla 20 Prueba de Friedman para Contrastar la Hipótesis General	54
Tabla 21 Prueba de Friedman para Contrastar la Hipótesis Específica	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Imagen de las Bayas de Sauco	11
Figura 2 Imagen del tubérculo de Yacón	14
Figura 3 Diseño del Grafico de Mezclas de los Componentes Sauco, Yacón y Agua.....	26
Figura 4 Diagrama de Flujo de Proceso para la Extracción del Jugo de Saúco	28
Figura 5 Diagrama de Flujo de Proceso para la Extracción del Jugo de Yacón	29
Figura 6 Diagrama Experimental para la Elaboración de la Bebida Funcional fase 1	31
Figura 7 Diagrama Experimental para la Fortificación con sulfato ferroso de la Bebida Funcional fase 2	32
Figura 8 Resultados del Análisis Sensorial del Color.....	36
Figura 9 Figura de la Influencia Significativa del Comportamiento del Color	37
Figura 10 Gráfica que ilustra el Contorno para el Componente % de Color.....	38
Figura 11 Gráfica que ilustra la Superficie Respuesta para el Componente % de Color	39
Figura 12 Resultados del Análisis Sensorial del olor	39
Figura 13 Figura de la Influencia Significativa del Comportamiento del olor.....	41
Figura 14 Gráfica que ilustra el Contorno para el Componente % de olor	41
Figura 15 Gráfica que ilustra la Superficie Respuesta para el Componente % de olor.	42
Figura 16 Resultados del Análisis Sensorial del Sabor.....	42
Figura 17 Figura de la Influencia Significativa del Comportamiento del Sabo	44
Figura 18 Gráfica que ilustra el Contorno para el Componente % de Sabo	44
Figura 19 Gráfica que ilustra la Superficie Respuesta para el Componente % de Sabor.	45
Figura 20 Resultados del Análisis Sensorial de la Textura	45
Figura 21 Figura de la Influencia Significativa del Comportamiento de la Textura	47
Figura 22 Gráfica que ilustra el Contorno para el Componente % de la Textura.....	47
Figura 23 Gráfica que ilustra la Superficie Respuesta para el Componente % de la Textura	48

Figura 24 Zonas para Lograr los Resultados Óptimos en las Variables Respuesta.	49
Figura 25 Resultados de la aceptabilidad en la fortificación con sulfato ferroso	50
Figura 26 Relaciones entre el Factor Señal (S) y el factor Ruido (N) de Taguchi.	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos A	Matriz de operacionalización de variables.....	71
Anexos B	Matriz de Consistencia.....	72
Anexos C	Formato de ficha sensorial de la formulación optima	73
Anexos D	<i>Formato de ficha sensorial de la bebida fortificada</i>	74
Anexos E	Fotos del análisis sensorial de la bebida funcional realizado con los alumnos de la facultad de Ingeniería Agroindustrial-UNFV	¡Error! Marcador no definido.
Anexos F	Fotos de la elaboración de la bebida funcional realizado en el laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexos G	Fotos del proceso de la bebida realizado en el laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal	¡Error! Marcador no definido.
Anexos H	Norma técnica peruana NTP 203.110:2009 jugos, néctares y bebidas de fruta	78
Anexos I	Norma del CODEX para Norma general para zumos (jugos) y néctares de frutas 247-2005	82
Anexos J	Análisis fisicoquímico y microbiológico de la bebida funcional a base de sauco y yacón fortificado con sulfato ferroso	83

Resumen

Objetivo: Desarrollar una bebida funcional a base de sauco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) fortificado con sulfato ferroso. **Método:** Se desarrolló en dos fases. Primero, se determina el porcentaje óptimo de los ingredientes clave: jugo de saúco, extracto de yacón y agua, a través de un diseño de mezclas. Segundo, se establece la cantidad ideal de sulfato ferroso y los niveles apropiados de pH y °Brix, aplicando el diseño de Taguchi. Finalmente, se analizan las propiedades sensoriales, fisicoquímicas, microbiológicas del mejor tratamiento de la bebida funcional fortificada resultante. **Resultados:** La mezcla optima de la fase I se compuso de un 10.56% jugo de sauco, un 19.37% de extracto de yacón, un 70,05% de agua, 0.4% de CMC, 0.05% de sorbato de potasio, Azúcar 13%. Fase II se compuso 3.4 mg/100g de sulfato ferroso, con un pH de 3.5 y un grado °Brix de 11. En lo que respecta a las características fisicoquímicas, se determinó que el producto posee una acidez total del 5,76 g/100ml, un pH de 4.2, 13 °Brix, polifenoles totales 592.59 mg GAE/100 ml, actividad antioxidante 602.12(μmol TE/100g. Los análisis microbiológicos arrojaron un recuento de aerobios mesófilos viables de menos de 10 UFC/ml, un recuento de coliformes menor a 3 NMP/ml, un recuento de levaduras inferior a 1 UFC/ml y un recuento de mohos menor a 1 UFC/ml. **Conclusiones:** El estudio contribuye al desarrollo de nuevos productos alimenticios que promuevan la salud y el bienestar.

Palabras claves: bebida funcional, compuestos fenólicos, antioxidante, hierro.

Abstract

Objective: To develop a functional beverage based on elderberry (*Sambucus canadensis*) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) fortified with ferrous sulfate. **Method:** It was developed in two phases. First, the optimal percentage of the key ingredients: elderberry juice, yacon extract and water, are determined through a mixture design. Second, the ideal amount of ferrous sulfate and the appropriate pH and °Brix levels are established, applying the Taguchi design. Finally, the sensory, physicochemical, and microbiological properties of the best treatment of the resulting fortified functional beverage are analyzed. **Results:** The optimal mixture of phase I was composed of 10.56% elderberry juice, 19.37% yacon extract, 70.05% water, 0.4% CMC, 0.05% potassium sorbate, and 13% sugar. Phase II was composed of 3.4 mg/100g of ferrous sulfate, with a pH of 3.5 and a °Brix of 11. Regarding the physicochemical characteristics, it was determined that the product has a total acidity of 5.76 g/100ml, a pH of 4.2, 13 °Brix, total polyphenols 592.59 mg GAE/100 ml, antioxidant activity 602.12 (μmol TE/100g. Microbiological analysis showed a viable mesophilic aerobic count of less than 10 CFU/ml, a coliform count less than 3 NMP/ml, a yeast count less than 1 CFU/ml and a mold count less than 1 CFU/ml. **Conclusions:** The study contributes to the development of new food products that promote health and well-being.

Keywords: functional beverage, phenolic compounds, antioxidant, iron.

I. INTRODUCCIÓN

Las bebidas funcionales se han vuelto bien conocidas en la búsqueda continua de sustitutos naturales para apoyar la salud y el bienestar debido a su posible efecto complementario en la dieta y ventajas adicionales más allá de la simple nutrición (García et al., 2021). A nivel mundial, la anemia por deficiencia de hierro una escasez de hierro a nivel global afecta a un gran número de personas, particularmente a mujeres en edad reproductiva, niños y adolescentes, comprometiendo así su desarrollo físico y cognitivo (Villagrán et al., 2022). A pesar de los beneficios de los suplementos de hierro, los efectos adversos gastrointestinales, principalmente asociados con ellos, limitan su adherencia.

En este sentido, el presente trabajo pretende investigar la creación de una nueva bebida funcional derivada de dos constituyentes naturales con gran potencial: yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y saúco (*Sambucus canadensis*). Una base adecuada para una bebida funcional es el saúco, conocido por su gran contenido de antioxidantes y posibles características inmunoestimulantes, y el yacón, apreciado por su riqueza en fructooligosacáridos (FOS) con buenos beneficios prebióticos para la salud intestinal.

El sulfato ferroso, un tipo de hierro adicional popular y fácilmente obtenido, fortificará esta bebida para abordar el problema de la escasez de hierro. fortificado con sulfato ferroso, un tipo de hierro adicional popular y fácilmente obtenido, para solucionar la escasez de hierro. El objetivo principal es evaluar la viabilidad de esta mezcla mediante el examen de la sinergia entre los componentes naturales y el hierro, lo que optimizará la absorción y reducirá los posibles efectos negativos asociados con su ingesta (Larrea et al., 2023). Además de añadir un suplemento de hierro, se espera que la bebida funcional resultante tenga propiedades antioxidantes, prebióticas y posiblemente inmunoestimulantes, por lo que presentar un sustituto agradable y sabroso ayudará a controlar la anemia por deficiencia de hierro. En resumen, esta investigación tiene como objetivo evaluar las posibilidades de una bebida funcional a base de

saúco y yacón enriquecida con sulfato ferroso como un enfoque nutricional completo para mejorar la salud y el bienestar general.

1.1. Descripción y formulación del problema

La creación de bebidas funcionales que satisfacen la sed y ayudan a mejorar la salud ha sido motivada por una mayor conciencia sobre la buena alimentación. En este contexto, el uso de componentes bioactivos de origen natural se ha vuelto crítico. Una especie nativa de los Andes peruanos, el saúco (*Sambucus peruviana*) se destaca por su alto contenido de antocianinas, flavonoides y vitamina C, componentes que muestran propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, proporcionando así un valor adicional en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles (Hernández y Medina, 2020). Por otro lado, el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una raíz andina rica en fructooligosacáridos (FOS), que se sabe que ayudan a mejorar la salud digestiva promoviendo el crecimiento de buenas bacterias en el colon. En países pobres como Perú, la anemia por deficiencia de hierro sigue siendo un problema de salud pública, particularmente entre grupos sensibles como los niños y las mujeres en edad reproductiva. Reducir la frecuencia de esta condición depende principalmente de la fortificación de los alimentos con hierro, particularmente en su forma de sulfato ferroso (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2006). Su uso en los alimentos, sin embargo, debe tener en cuenta factores como la biodisponibilidad del hierro, cómo interactúa con otros elementos de la matriz alimentaria y la aceptabilidad sensorial del producto final. Entonces, para ayudar a combatir la anemia, hacer una bebida que combine los beneficios para la salud de los ingredientes andinos con hierro de fácil absorción es una buena idea.

Muchas personas en todo el mundo sufren de anemia en una u otra medida. Esto se debe a que el cuerpo carece de suficientes glóbulos rojos sanos o hemoglobina, lo que impide que el oxígeno se transfiera de manera adecuada a los numerosos tejidos del cuerpo. Por lo general, la anemia causa síntomas como debilidad, cansancio, vértigo y dolor en el pecho. La condición

podría resultar de una dieta deficiente en minerales vitales como el hierro y la vitamina B12. Con la intención de obtener un producto nutricionalmente equilibrado que sea agradable al paladar y se mantenga en buen estado durante su período de consumo, este estudio se concentra en elaborar una bebida saludable a base de saúco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) enriquecida con sulfato ferroso.

Plantas bien conocidas por sus ventajas para la salud, incluyendo antioxidantes, vitaminas y minerales, como los frutos del saúco y el yacón, incluyen Altamirano Galván (2012). Particularmente útil para grupos poblacionales con deficiencias de hierro, incluyendo mujeres embarazadas o aquellas con anemia, se añade sulfato ferroso para aumentar la concentración de hierro en la bebida (Campos y Noriega, 2023).

La dificultad radica en crear una formulación equilibrada que mezcle con éxito estos componentes para producir un producto terminado con un sabor atractivo, textura y cualidades nutricionales y funcionales de los componentes originales. Además, deberían ser los efectos de la fortificación con sulfato ferroso en el sabor, la textura y la aceptabilidad general de la bebida, ya que la inclusión de este químico podría cambiar sus propiedades organolépticas. Además, es crucial evaluar a lo largo del tiempo la estabilidad física y química del producto, así como su capacidad para preservar la biodisponibilidad del hierro añadido (Rodríguez y Reyes, 2021).

Ante esto se formularon la pregunta de investigación, partiendo en la general que fue planteado en ¿Cuál será el efecto en la adición de sulfato ferroso en las propiedades funcionales de una bebida a base de saúco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) fortificado?

Del mismo modo para las preguntas específicas planteado en ¿cuáles son las proporciones óptimas de mezcla a utilizar en la elaboración de la bebida funcional de saúco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) mediante las propiedades sensoriales?, ¿cuáles son los parámetros óptimos de una bebida funcional elaborada con, saúco

(*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) fortificado con sulfato ferroso? y ¿cuál será la composición fisicoquímica y microbiológica del tratamiento optimizado de la bebida funcional elaborada con saúco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

1.2. Antecedentes

Tanto a nivel nacional como internacional, los investigadores han estudiado el tema que aborda el estudio actual:

1.2.1. Antecedentes internacionales

Altamirano Galván (2012) en su investigación se centró en convertir el suero de leche, un residuo lácteo generalmente desecharo, en una bebida rehidratante deliciosa y nutritiva. Mezclamos el suero de leche con gelatina de saúco, una sustancia natural con valor medicinal, para lograrlo. Se analizaron muchas formas de suero y diferentes concentraciones de gelatina de saúco en busca de la receta ideal que proporcionara la mejor mezcla de sabor y nutrientes. La combinación de suero de Agroindustrias San Fernando y Fondegab con el porcentaje adecuado de gelatina de saúco resultó en bebidas rehidratantes que tienen un gran valor nutricional, comparable a productos comerciales populares. Además de sugerir una forma creativa de manejar los desechos lácteos, esta idea presenta un sustituto natural y saludable para la rehidratación.

Para determinar su contenido natural de antioxidantes, Özgen et al. (2021) probaron catorce muestras de saúco negro-púrpura tomadas de todo Estados Unidos. Según los hallazgos, esta fruta tiene un contenido antioxidante comparable al de las moras y las frambuesas, entre otros frutos del bosque. Sin embargo, las muestras mostraron un rango considerable, particularmente en relación con los antocianos. Este estudio implica que los saúcos silvestres podrían ser una fuente útil para crear nuevos tipos cultivados con mayor contenido de moléculas beneficiosas para la salud.

Flores (2023) el propósito de su investigación fue determinar la mejor manera de extraer los antioxidantes de los frutos del saúco. Se investigaron varios métodos para lograr esto: ondas sonoras, calor y enzimas, entre otros. El creciente uso de productos naturales con cualidades antioxidantes impulsa la necesidad de mejorar esta extracción. Para obtener el máximo contenido de antioxidantes entre las técnicas probadas, calentar las bayas a 70°C durante 20 minutos resultó ser la más efectiva. Aunque depende del tipo de enzima utilizada, la combinación de enzimas y calor también demostró efectos favorables. Aparte de su eficiencia, este enfoque permitió el desarrollo de una bebida de saúco con un buen sabor y una fuerte concentración de antioxidantes, presentando así nuevas oportunidades para el sector de alimentos y bebidas saludables.

1.2.2. Antecedentes nacionales

Mechato y Vera (2024) Este trabajo tuvo como objetivo producir una bebida saludable a base de linaza mediante la mezcla ideal de dos componentes. Se utilizaron varios volúmenes de agua y jugo para diluir las diferentes proporciones de piña y yacón 30% a 70%, 50% a 50%, y 70% a 30%. Un análisis que incluyó a cuarenta participantes encontró que estas diferencias influían significativamente en características sensoriales como el sabor, el olor, el color y la textura. Con un pH de 3.94, 13.83 °Brix, 0.33% de acidez, 95.25% de humedad, 0.33% de ceniza, una densidad de 1.03 g/ml y un color instrumental de 3.07 ± 0.99 , se determinaron finalmente las características fisicoquímicas del producto ideal. Estos hallazgos son cruciales para garantizar una bebida funcional premium con beneficios para la salud.

Contreras y Purisaca (2018) su estudio fue basado en yacón y piña, la investigación tuvo como objetivo crear y evaluar una bebida beneficiosa endulzada con stevia. La investigación comenzó definiendo los componentes, luego se crearon múltiples combinaciones cambiando las proporciones de yacón y piña, así como la dilución de la pulpa con agua. Se evaluaron cualidades como color, olor, sabor, aceptabilidad, porcentaje de FOS, pH, acidez,

°Bx, color instrumental y caracterizaciones. Diluidos en una proporción de 1:1, la combinación de 50% de yacón y 50% de piña fue elegida como la más apropiada porque su alta concentración de FOS podría beneficiar a los consumidores. Los valores de pH, °Bx, acidez, densidad y viscosidad fueron mostrados por esta combinación ideal. Otras cualidades como la viscosidad, el color, la humedad, las cenizas, la vitamina C y la fibra también fueron determinadas. Según el idioma original, el producto incluye varios compuestos orgánicos en proporciones particulares, notablemente 0.13% de Nistosa y 0.06% de 1-Cestosa. Aunque la información se mantiene igual al parafrasear este material, la expresión de la misma difiere: Basado en su fórmula, el producto contiene concentraciones mínimas de dos ingredientes naturales: 0.06% de 1-Kestose y 0.13% de Nystose.

Vera Cieza (2023) Este estudio tuvo como objetivo principal crear una bebida beneficiosa combinando linaza, piña y yacón. Se desarrollaron diferentes variantes de la bebida, ajustando las proporciones de yacón y piña (30%-70%, 50%-50%, 70%-30%) y las diluciones de jugo y agua (1:1, 1:1.5, 1:2). Se analizaron las características físicas y químicas de estas frutas. Se evaluaron características como el pH, la acidez, los sólidos solubles, la humedad, la ceniza, la densidad y el color; también se incluyeron cualidades sensoriales como la apariencia, el aroma, el sabor y la textura. Utilizando una escala hedónica de 9 puntos, cuarenta personas no entrenadas evaluaron las muestras. Todas las propiedades sensoriales evaluadas mostraron variaciones significativas ($p<0.05$) según el análisis estadístico. Con una dilución de 1:1 (jugó:agua), la opción elegida fue la de 30% yacón y 70% piña. Con valores instrumentales de 3.07 y 0.99, que sugieren un alto grado de estandarización y control de calidad, este producto se distingue por tener un color uniforme y consistente usando jarabe de yacón y jugo de pitaya como componentes principales.

Iman y Zapata (2021) propusieron crear una bebida nutritiva, después de examinar los componentes fundamentales, la bebida fue desarrollada cambiando la concentración de estos

componentes. Se evaluaron las cualidades sensoriales y los atributos fisicoquímicos, incluyendo pH, acidez, sólidos solubles, vitamina C, fructooligosacáridos, polifenoles y capacidad antioxidante. La mejor formulación se encontró utilizando análisis estadístico y se describió posteriormente. La bebida final tenía una acidez de $0.4011\pm0.0121\%$ (ácido cítrico), un pH de 4.18 ± 0.01 , sólidos solubles de $13.33\pm0.24^{\circ}\text{Bx}$, $0.5890\pm0.0229\text{mg}/100\text{mL}$ de vitamina C, 980.1565 ± 1.7790 mg equivalente de ácido gálico/L de polifenoles totales, $560.9260\pm1.2912\text{ }\mu\text{g Trolox}/100\text{mL}$ de capacidad antioxidante, y $0.2964\pm0.0028\text{mg}/100\text{mL}$ de fructooligosacáridos buscando crear una bebida de maracuyá endulzada con jarabe de yacón.

Juliano y Tapia (2020) llevaron a cabo una investigación. La forma más exitosa encontrada para pelar la fruta fue utilizando una solución de hidróxido de sodio al 8% durante seis minutos. Además, se descubrió que la mejor manera de detener el pardeamiento enzimático era el blanqueo a 92°C con 1.5% de ácido ascórbico. Mediante el uso de una técnica de vacío, se encontró que la concentración ideal para la última bebida era de 70°C . Se decidió que el producto es seguro para la ingestión humana después de considerar cuestiones químicas, microbiológicas y de aceptabilidad, así como Para tener la mejor vida útil, la bebida debe mantenerse a 3°C . La investigación también evaluó la viabilidad de la instalación de fabricación, demostrando así la rentabilidad de la iniciativa. Una mejor aceptabilidad sensorial del producto terminado y más inulina provinieron de la técnica de vacío. Este producto es apto para el consumo y cumple con los criterios de la Norma Técnica Peruana NTP 203.110 2009. De los evaluadores en las pruebas de aceptación, el 43.3% dijo que les gustó mucho, el 50% dijo que lo disfrutaron, y el 6.7% dijo que les gustó algo. Tras un estudio exhaustivo, se demostró que la preservación de la estabilidad y el contenido de inulina del producto depende principalmente de la temperatura. Por lo tanto, se aconseja almacenar el producto a 3°C para prevenir su deterioro. Además, se determinó que el sitio más apropiado para la planta—que

debería tener una capacidad de producción de 1215.6 m² es Arequipa, y más específicamente la región de Cerro Colorado, que resultó ser ideal.

León (2016) su estudio se centró en determinar cómo el jugo concentrado afecta los parámetros necesarios para generar una bebida a base de yacón. Con 0.3% de proteína, 12.5% de carbohidratos, 0.20% de grasa, 82.30% de humedad, 0.25% de ceniza total, pH 6.60, 1.6% de fibra cruda, 15.50% de sólidos solubles (°Brix), 7.50% de azúcares reductores, 53 kcal de aporte energético y 8.00 mg/g de oligosacáridos, se reveló el estudio fisicoquímico del jugo de yacón. Nueve combinaciones de Brix (0.8, 10, 12 y 14) y pH (3.0, 3.5 y 4.0) con porcentajes de jugo variados (27%, 33% y 40%) fueron evaluadas en busca de los valores ideales. La acidez y el azúcar del jugo luego fueron cambiados. El tratamiento T8, con un pH de 3.5 y 12 °Brix, fue el recomendado según un panel de 15 profesionales. Además, se estudió la estabilidad microbiológica de las tres terapias más aprobadas; T8 fue la más estable a temperatura ambiente durante 45 días.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar una bebida funcional a base de sauco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) fortificado con sulfato ferroso.

1.3.2. Objetivos Específicos

Determinar las proporciones óptimas de mezcla a utilizar en la elaboración de la bebida funcional de sauco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) mediante las propiedades sensoriales.

Determinar los parámetros óptimos de una bebida funcional elaborada con sauco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) fortificado con sulfato ferroso.

Determinar la composición fisicoquímica y microbiológica del tratamiento optimizado de la bebida funcional elaborada con saúco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

1.4. Justificación

1.4.1. Teórica

Estos factores combinados crean una base sólida para investigar y crear una bebida funcional hecha de saúco y yacón, mejorada con sulfato ferroso. Particularmente en la prevención y tratamiento de la deficiencia de hierro, el objetivo es proporcionar un producto nutricionalmente completo con posibles ventajas para la salud.

1.4.2. Metodológica

El enfoque seleccionado enfatiza un experimento que abarca el desarrollo y la producción de la bebida saludable, seguido de evaluaciones químicas y físicas para determinar su valor nutricional y durabilidad. También se realizarán encuestas de opinión para ver si a los clientes les gusta la bebida, y se llevarán a cabo estudios de laboratorio para determinar cuánto del hierro en la bebida puede absorber el cuerpo.

1.4.3. Práctica

La capacidad de una bebida funcional a base de saúco y yacón, enriquecida con sulfato ferroso, para satisfacer las necesidades del mercado, aprovechar los valiosos nutrientes y propiedades medicinales de sus componentes, resolver déficits nutricionales comunes y así mejorar la salud pública justifica su desarrollo. Esta idea presenta una forma creativa y eficiente de elevar la calidad de vida en general, así como una opción agradable y saludable para ser incluida en la dieta diaria.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La bebida funcional a base de sauco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) influye significativamente en la fortificación con sulfato ferroso.

1.5.2. Hipótesis específica

Se conseguirá las proporciones óptimas de mezcla a utilizar en la elaboración de la bebida funcional de sauco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) mediante las propiedades sensoriales.

Se conseguirá los parámetros óptimos de una bebida funcional elaborada con, sauco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) fortificado con sulfato ferroso.

Se conseguirá la composición fisicoquímica y microbiológica del tratamiento optimizado de la bebida funcional elaborada con sauco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. Origen del saúco (*Sambucus Canadensis*)

El saúco negro es un arbusto nativo de América del Norte. Flórez (2023) menciona esta planta de hoja caduca, que alcanza una altura de entre dos y cuatro metros. El saúco se destaca por sus hojas opuestas formadas por folíolos serrados y por su tallo fuerte y áspero. Las tribus nativas americanas de América han utilizado esta planta durante mucho tiempo para necesidades culinarias y medicinales, estableciendo así un patrimonio antiguo. Examinaremos en esta parte el valor histórico de esta planta, así como su importancia contemporánea (Medina Sánchez, 2022).

Figura 1

Imagen de las Bayas de Sauco



Nota. Bayas de saúco (*Sambucus Canadensis*) según (Bio Eco, 2019)

2.1.1.1. Características del saúco. Compuesto por un arbusto algo grande con alturas de hasta seis metros, el saúco Sus ramas crecen verticalmente y su tronco es pequeño. Su aspecto inusual proviene de sus hojas caducas, opuestas y compuestas por foliolos serrados. Blancas y de olor fuerte, las pequeñas flores están dispuestas en panículas terminales. El fruto del saúco consiste en bayas redondas que tienen un tono negro azulado y un diámetro de 6 mm,

cada una conteniendo pequeñas semillas en su interior. Este arbusto puede crecer en una variedad de suelos y se adapta muy bien a condiciones templadas y húmedas (Medina Sánchez, 2022).

2.1.1.2. Descripción del saúco. De la familia de las madreselvas, los saúcos son plantas perennes. Sus arbustos reflejan troncos leñosos y ramas que crecen rectas como los árboles. Sus hojas son complejas, caducas y opuestas. Las hojas ovaladas con bordes aserrados dan forma a cada hoja. Las diminutas flores del saúco parecen estar reunidas en panículas, o inflorescencias. Blancas y con un aroma maravilloso son estas flores. Las bayas redondeadas con un tono negro azulado cuando maduran constituyen el fruto del saúco. Para ciertas especies de aves y animales, estas bayas son comestibles e incluyen semillas en su interior (Núñez Cárdenas, 2022).

2.1.1.3. Propiedades del saúco. Para la salud humana, los frutos del saúco tienen muchas ventajas. Las acciones antivirales y antioxidantes de los frutos del saúco se encuentran entre las características más destacadas (Terraza Ñaupari, 2023).

La acción antioxidante del saúco proviene de los compuestos fenólicos y antocianinas, que abundan en él. Estas sustancias también protegen al cuerpo de diferentes enfermedades y mejoran el sistema inmunológico. Las bayas de saúco también tienen efectos analgésicos y antiinflamatorios que podrían ayudar a reducir la inflamación y aliviar el dolor. Las bayas de saúco también están asociadas con propiedades diuréticas y expectorantes, ayudando respectivamente a los sistemas urinario y respiratorio (Regino, 2021).

2.1.1.4. Usos del saúco. Debido a su valor terapéutico y nutricional, las bayas de saúco tienen un uso extensivo (Serrano, 2022).

Además de las aplicaciones culinarias y médicas, el saúco tiene otros usos también. A lo largo de los años, las personas han obtenido colores naturales para textiles y tintas de sus flores, frutos y hojas. Los sectores de impresión y textil aplican estas tintas y colores. El saúco

también es una planta decorativa utilizada en jardines debido a sus hermosas hojas y su capacidad para atraer mariposas y pájaros (Eduardo, 2023).

2.1.1.5. Usos medicinales del saúco. Habiendo sido utilizados durante mucho tiempo en la medicina tradicional, los frutos del saúco son bien conocidos por sus cualidades terapéuticas. Ricas en antioxidantes, vitaminas y minerales, sus bayas y flores tienen acción antiviral, antiinflamatoria y antifúngica. Las infusiones de saúco pueden ayudar a aumentar la inmunidad, aliviar los síntomas del resfriado y la gripe, reducir la inflamación y aliviar el malestar muscular y articular (Buñay Castro, 2022). El asma y la bronquitis están entre los trastornos respiratorios que también se han utilizado para tratar. No obstante, se debe consultar a un proveedor de atención médica primero antes de consumir bayas de saúco por razones médicas (García et al., 2021).

2.1.1.6. Usos culinarios del saúco. El sabor inusual y la adaptabilidad de los saúcos los hacen populares en la cocina también. Se hacen vinos, jarabes e infusiones con las flores. Puedes beber estas infusiones frías o calientes, y tienen un sabor delicado y floral. Las mermeladas, gelatinas, jarabes y compotas se elaboran a partir de los frutos maduros del saúco. Para proporcionarles un sabor dulce y algo ácido, también pueden ser utilizados en productos horneados, dulces y batidos. Además, la gente a menudo fabrica licores y bebidas espirituosas caseras a partir de bayas de saúco. Las bayas crudas pueden ser tóxicas, por lo que es vital comer solo las maduras y cocidas (García et al., 2021).

2.1.2. Yacón (*Smallanthus Sonchifolius*)

2.1.2.1. Origen del tubérculo de Yacón. Perteneciente a la familia Asteraceae, el yacón es una planta nativa de la zona andina de América del Sur que ha sido utilizada durante milenios por sus cualidades terapéuticas y nutricionales (Miraval Ayala, 2022). Llamado "papa peruana," el yacón es valorado por su fuente natural de fructooligosacáridos: raíces dulces y crujientes.

En naciones como Perú, Ecuador y Bolivia, su simple cultivo y adaptación a muchos climas lo convierten en un cultivo básico (Conde et al., 2021).

Figura 2

Imagen del tubérculo de Yacón



Nota. Yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) según (Choque et al., 2013).

2.1.2.2. Clasificación taxonómica. El yacón es una planta con flores que pertenece a la división Magnoliophyta y al reino Plantae. Sus rasgos físicos y reproductivos distinguen esta división taxonómica de otras criaturas. La taxonomía del yacón permite identificar e investigar dentro del marco de la biodiversidad vegetal (Chamba Maza, 2023).

2.1.3. Metabolismo y almacenamiento de carbohidratos

Clave para el crecimiento y la supervivencia del yacón son su metabolismo y almacenamiento de carbohidratos. Generalmente, la inulina, que se mantiene en forma de fructanos, las raíces y los tallos de esta planta son depósitos de carbohidratos. La inulina se sintetiza y se descompone en el metabolismo de los carbohidratos; se transloca a varias regiones de la planta según la necesidad. Este modo de almacenamiento de carbohidratos permite que el yacón resista entornos desfavorables y escasez de nutrientes, garantizando así su mejor crecimiento y desarrollo. Comprender el metabolismo y almacenamiento de glucosa

del yacón ayuda a aprender más sobre su fisiología y adaptación ambiental (Arcos y Enríquez, 2024).

2.1.4. *Fortificación con hierro*

Con el objetivo de abordar la deficiencia de este mineral en la población, la fortificación con hierro es una técnica utilizada para aumentar el contenido de hierro en los alimentos o suplementos. Común a nivel mundial, la insuficiencia de hierro es un trastorno con efectos perjudiciales para la salud, incluyendo la anemia por deficiencia de hierro. Se ofrecerá una visión general de la fortificación con hierro en esta parte, incluyendo la justificación de su importancia y ventajas para la salud pública (Goicochea et al., 2023).

2.1.4.1. Beneficios de la fortificación con hierro. Hay muchas ventajas para la salud de la fortificación con hierro. La hemoglobina, la proteína encargada de transportar oxígeno por el cuerpo, se produce a partir del hierro. Una de las deficiencias de micronutrientes más comunes en todo el mundo, la insuficiencia de hierro puede ser evitada y tratada en los alimentos mediante la fortificación con hierro (Huiza y Ayala, 2023). Este enriquecimiento ayuda a reducir el riesgo de anemia y a aumentar la capacidad cognitiva.

La fortificación con hierro también puede ayudar a las mujeres embarazadas porque les permite tener niveles adecuados de hierro durante todo el embarazo, promoviendo así un buen crecimiento fetal.

2.1.4.2. Métodos de fortificación con hierro. Utilizando varias técnicas de fortificación de hierro para abordar la deficiencia de hierro en la población. Una de las técnicas más utilizadas es la fortificación de hierro en alimentos básicos como harinas, arroz y sal (Fonseca, 2021).

Estos alimentos pueden contener hierro en varios compuestos, como hierro elemental, hierro fumarato y sulfato de hierro. Otro enfoque utilizado es la fortificación con hierro de bebidas a base de leche y productos lácteos. Los suplementos de hierro también pueden ser

utilizados para solucionar las deficiencias en ciertos grupos demográficos, como los niños pequeños o las mujeres embarazadas. Estos suplementos suelen venir en forma de pastillas o jarabes, y es importante usarlos bajo supervisión médica. Aunque cada uno de estos enfoques tiene beneficios y desventajas, todos ayudan a aumentar la ingesta de hierro en la dieta y a prevenir las deficiencias de hierro (Borrayo, 2023).

El uso exitoso de la fortificación con hierro requiere una cuidadosa reflexión. Primero, realice un examen exhaustivo de la población objetivo, teniendo en cuenta sus patrones de consumo de alimentos y la prevalencia de la deficiencia de hierro. Esto ayudará a determinar la dosis adecuada de hierro para fortalecer las comidas. Además, deben tenerse en cuenta los gastos financieros y logísticos de la fortificación, garantizando así que sea sostenible y factible a largo plazo (Campos y Noriega, 2023).

La elección de las comidas a fortificar es otro factor importante, ya que deben ser generalmente consumidas y aprobadas por la gente. De manera similar, debemos establecer iniciativas de monitoreo y evaluación para garantizar la efectividad y calidad de la fortificación. Por último, es esencial llevar a cabo campañas de comunicación y educación para dar a conocer a la población las ventajas de la fortificación con hierro y así inspirar su aceptación y participación. Estos factores son fundamentales para garantizar el éxito de los proyectos de fortificación y mejorar la salud y el bienestar general de la población (Rodríguez y Reyes, 2021).

2.1.5. Alimento funcional

Un alimento funcional se define como aquel alimento que, además de proporcionar nutrientes básicos, brinda beneficios adicionales para la salud. Estos alimentos contienen componentes bioactivos, que son sustancias naturales o modificadas que pueden tener efectos positivos en el organismo más allá de sus propiedades nutricionales básicas (Moreno et al., 2021). Estos componentes pueden incluir vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales, fibra

dietética, fitoquímicos y probióticos. Los alimentos funcionales pueden ayudar a prevenir enfermedades crónicas como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, determinados tipos de cáncer y problemas digestivos (Pérez, 2022). Además, pueden mejorar la función cognitiva, fortalecer el sistema inmunológico y promover la salud general. Es importante tener en cuenta que los alimentos funcionales no son medicamentos, sino que son parte de una dieta equilibrada y variada que puede contribuir positivamente a la salud (Meléndez et al., 2020).

2.1.5.1. Beneficios para la salud. Los alimentos funcionales son muy beneficiosos para tu salud. Entre estas ventajas se encuentra el fortalecimiento del sistema inmunológico, ya que algunos de ellos contienen moléculas que apoyan las defensas del cuerpo (Villagrán et al., 2022). Además, debido a su contenido de vitaminas, minerales y antioxidantes, los alimentos funcionales pueden ayudar a evitar enfermedades crónicas como trastornos cardíacos y diabetes. De manera similar, estos alimentos pueden apoyar el tránsito intestinal (Villanueva, 2020), la absorción de nutrientes y la salud digestiva, mediante los cuales mejoran Para aquellos con trastornos como el hipercolesterolemia o la diabetes, su capacidad para controlar el azúcar en la sangre y el colesterol también es muy útil. En resumen, las comidas funcionales son una buena opción con muchas ventajas para la salud cuando se consumen de manera rutinaria y sensata (Pilco et al., 2023).

2.1.5.2. Tipos de alimentos funcionales. Hay muchos tipos de comidas funcionales que proporcionan ciertas ventajas para la salud, entre otras. Los alimentos enriquecidos o fortificados que han sido mejorados con vitaminas, minerales u otros ingredientes para aumentar su valor nutricional son un tipo popular. Los alimentos probióticos que incluyen bacterias vivas beneficiosas para la flora intestinal y ayudan en la digestión y el fortalecimiento del sistema inmunológico son otro tipo crucial (Larrea et al., 2023). Los alimentos prebióticos que incluyen elementos indigeribles que estimulan el desarrollo de buenas bacterias en el intestino también existen aquí. Por último, existen alimentos con cualidades antioxidantes,

ricos en compuestos destinados a proteger las células del daño oxidativo y apoyar la prevención de enfermedades crónicas. Incluir una variedad de estos alimentos en nuestra dieta nos ayudará a obtener todas sus ventajas para la salud (Puntillo y Vinderola, 2021).

2.1.5.3. Incorporación de alimentos funcionales en la dieta. Maximizar las ventajas para la salud de los alimentos funcionales de la dieta depende de incluirlos en ella. Hay muchas maneras en las que podemos incluir estos alimentos en nuestras comidas diarias. Entre ellas está elegir comidas frescas y naturales en lugar de productos procesados y envasados. Además, es crucial leer las etiquetas de los alimentos y buscar aquellos que contengan elementos útiles como fibra, antioxidantes o probióticos (Hernández y Carolina, 2024). Se aconseja comer más frutas, verduras, legumbres, granos enteros, mariscos y comidas enriquecidas con otros nutrientes. También se debe cambiar la dieta para garantizar una variedad de nutrientes útiles. Para obtener consejos específicos y asegurarse de que la dieta incluya la cantidad adecuada de alimentos funcionales, se debe consultar a un experto en nutrición (Pérez y Lopera, 2020).

2.1.6. Evaluación sensorial

En muchas disciplinas, incluido el sector alimentario, la investigación científica y la calidad del producto, la evaluación sensorial es un paso fundamental. A través de los sentidos humanos, comprende la evaluación objetiva y subjetiva de características sensoriales como el sabor, el aroma, la textura y la apariencia (García et al., 2024). Este campo nos ayuda a comprender cómo las personas perciben y reaccionan a las señales sensoriales, así como cómo estas afectan su experiencia y aceptación de un producto. Esta parte proporcionará una visión general del tema, su importancia y los objetivos que se siguen en la evaluación sensorial (Alcivar y Moya, 2020).

2.1.6.1. Métodos de evaluación. Las propiedades organolépticas de los alimentos se miden utilizando numerosas técnicas de evaluación sensorial. La prueba de degustación es una de las técnicas más utilizadas en la que los evaluadores muestran y califican los alimentos en

términos de aroma, sabor, textura y apariencia (Basilio Briceño, 2021). Ya sea de forma individual o en grupos, esta prueba puede llevarse a cabo de manera discriminativa, es decir, donde los evaluadores deben identificar variaciones entre dos productos o de manera descriptiva, es decir, donde definen y miden las características de un producto. El análisis sensorial cuantitativo es otra técnica utilizada en la que se mide la intensidad de los rasgos sensoriales utilizando escalas numéricas. Además, se puede determinar si dos elementos varían notablemente mediante pruebas triangulares (Segura Idrogo, 2024).

2.1.6.2. Factores para considerar en la evaluación sensorial. Una evaluación sensorial requiere una cuidadosa consideración de varios elementos que podrían influir en los hallazgos. El entorno de la evaluación es uno de estos elementos porque factores como la iluminación, el ruido y los olores podrían afectar la impresión de los participantes (Vivar-Cordero, 2023). Además, es importante tener en cuenta las características únicas de cada evaluador, incluyendo su edad, género, patrón de consumo y capacidad sensorial. La secuencia de los artículos a examinar es otra consideración importante, ya que, en caso de que se revisen muchos productos de manera consecutiva, podría resultar en cansancio o saciedad. Por último, se deben tener en cuenta las expectativas y gustos del cliente objetivo, ya que estas características pueden afectar la aceptación e impresión de los productos evaluados (Pinto et al., 2023).

2.1.6.3. Análisis de la evaluación sensorial. En el estudio de los resultados de la evaluación sensorial, los datos recopilados de las pruebas se investigan con el fin de obtener hallazgos significativos. Cualquier tendencia o patrón se encuentra mediante el uso de un análisis estadístico de los datos. Para obtener una idea de la variabilidad de los datos, se calculan medidas de tendencia central la media y la mediana, así como medidas de dispersión la desviación estándar. Además, el análisis de varianza (ANOVA) y otras pruebas de significancia estadística ayudan a determinar si los tratamientos o muestras examinados varían

significativamente. La exhaustiva investigación de los hallazgos garantiza sugerencias para mejorar la calidad sensorial de los artículos evaluados y ayuda a tomar decisiones informadas sobre su aceptación (Torres Varas, 2023).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de Investigación

La investigación es aplicada porque abarca información científica que ayuda a mejorar las condiciones previamente existentes en varios sectores como el médico, la ingeniería, la agricultura, entre otros. Su objetivo es traducir la información fundamental investigada en aplicaciones útiles (González, 2021).

3.1.1. Nivel de investigación

Dado que se utilizan procedimientos y herramientas para la recopilación de datos, se clasifica como un enfoque cuantitativo. Se utilizan dimensiones que incluyen escalas de medición, herramientas de observación y encuestas. La consistencia de los datos depende de que las dimensiones sean válidas y confiables (Bonifaz, 2024).

3.1.2. Diseño de investigación

El estudio actual se ajusta al diseño experimental porque las variables se controlan para encontrar causas y efectos (Cabrera, 2023).

3.2. Ámbito temporal y espacial

La presente investigación se desarrolló entre los meses de octubre a diciembre de 2024 en los laboratorios de procesos agroindustriales de la Universidad Nacional Federico Villareal.

3.3. Variables

3.3.1. Variable independiente (VI)

Desarrollo de una bebida funcional a base de sauco (*sambucus canadensis*) y yacón (*smallanthus sonchifolius*)

3.3.2. Variable dependiente (VD)

Fortificación con sulfato ferroso

Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
VI: Desarrollo de una bebida funcional a base de sauco y yacón	Proporciones optimas de mezcla	Proporción de jugo sauco, extracto de yacón y agua
	Propiedades organolépticas	Color, olor, sabor, consistencia y aceptabilidad
	Propiedades fisicoquímicas de materia prima	pH, °Brix, acidez y estado de madurez
VD: Fortificación con sulfato ferroso	Calidad microbiológica	N. Aerobios mesófilos. N. de Coliformes. N. de Levaduras. N. de Mohos
	Calidad nutricional	Capacidad antioxidante, contenido de fenoles, hierro, acidez, pH y °Brix.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población de estudio

El presente estudio presenta una población muestral conformada por la agrupación entre fruto de Saúco y Yacón ambos comprados en el mercado mayorista de frutas de lima.

El sulfato ferroso elaborado por Laboratorios Laproff S.A obtenido de la empresa Pharma Perú S.A.C.

3.4.2. Muestra poblacional

En el presente estudio la población de muestra está conformado por 30 kg de yacón proveniente del mercado mayorista de frutas de lima, 20 kg de sauco proveniente del mercado mayorista de frutas de lima y 10 cajitas de sulfato ferroso.

3.4.3. Muestreo

Se realizo mediante el muestreo aleatorio simple que es una técnica básica y fundamental en la recopilación de datos. Consiste en seleccionar aleatoriamente un conjunto de elementos de una población, de modo que cada elemento tenga la misma probabilidad de ser elegido (Flores et al., 2022).

3.5. Instrumentos

3.5.1. Escala hedónica

Existen muchos enfoques empíricos en el análisis sensorial para evaluar un producto; en el estudio actual, se utilizó la Escala Hedónica de 9 puntos. Este enfoque se basa en nuestra clasificación de los objetos dependiendo de si nos gustan o no, si nos resultan agradables o no. Hay múltiples objetos en la escala, apilados consecutivamente (Nandwani y Verma, 2021).

3.5.2. Técnica de recolección de datos

En esta investigación, se aplicó una encuesta a los estudiantes de la UNFV para medir su nivel de satisfacción con un nuevo servicio. Para ello, se empleó una escala hedónica de 9 puntos que facilitó la recopilación de opiniones sobre la calidad del servicio, la atención recibida y la utilidad del mismo. El cuestionario estructurado permitió obtener información directa y cuantificable de sus percepciones y valoraciones.

El método experimental es crucial para la investigación. Consiste en manipular una variable independiente y observar los efectos sobre una variable dependiente, mientras se controlan otras variables que podrían influir en el resultado. Los datos se obtienen en un entorno controlado para garantizar la precisión.

3.5.3. Instrumentos de recolección de datos

La escala hedónica se utilizó en el trabajo actual para la evaluación visual analógica. Este método identifica el punto que corresponde a la experiencia del evaluador a lo largo de una línea horizontal. Por ejemplo, se puede utilizar una escala que va del 1 al 9 para mostrar

desde "muy desagradable" hasta "muy agradable" el sabor de un producto que se está evaluando.

Además, se llevaron a cabo los experimentos utilizando la escala de clasificación de los métodos de escala hedónica. Este método requiere que los evaluadores agrupen los elementos según categorías que capturan muchos grados de experiencia. Podrían ser preguntados, por ejemplo, para calificar el sabor de un producto como "muy malo," "malo," "neutral," "bueno," o "muy bueno."

3.5.3.1. Reclutamiento. Teniendo en cuenta los siguientes criterios, participaron 50 estudiantes de la escuela profesional de ingeniería agroindustrial de la Universidad Nacional Federico Villarreal. Estos estudiantes presentaron ciertas características como una actitud positiva hacia los alimentos, conocimientos para comprender y expresar percepciones sensoriales, gozar de buena salud, presentar habilidades para comunicar sensaciones y disponibilidad para asistir a los entrenamientos y evaluaciones.

3.5.3.2. Selección. Se realizó mediante las pruebas, siendo la primera un test que evalúa tus gustos básicos, la segunda fue para medir la capacidad para reconocer diferentes sabores, como tercero fue un test para evaluar tu habilidad para ordenar diferentes colores y por último, el test triangular que ayuda a evaluar la capacidad para distinguir diferentes tonos de un mismo color. Después de las pruebas realizadas a los 50 estudiantes se seleccionaron a 10 panelistas para su posterior entrenamiento en el producto de la presente investigación.

3.5.3.3. Validación y confiabilidad del instrumento. La validación garantiza que un instrumento de investigación mida con precisión lo que pretende medir, lo cual se puede verificar a través de la validez de contenido, criterio o constructo.

La confiabilidad del instrumento es la consistencia y estabilidad de sus mediciones. Un instrumento es confiable si produce resultados similares cuando se aplica repetidamente bajo las mismas condiciones.

3.6. Procedimientos

Se procedió la ejecución de la presente investigación siguiendo los pasos que a continuación se describe.

3.6.1. Diseño experimental

La creación de la bebida se llevó a cabo en dos fases:

3.6.1.1. Fase I. Se realizó con el uso del software Desing expert 13 versión de prueba mediante la metodología de superficie de respuesta junto con el método de mezcla "Diseño simplex reticular (3, 2) con centroide ampliado" para establecer la cantidad ideal de jugo de sauco, extracto de yacón y agua.

Las restricciones para diseño experimental se pueden observar en la siguiente tabla 2.

Tabla 2

Restricciones de los Límites Max. Min. de los Componentes

materias primas	Restricciones		unidades
	Mínimo	Máximo	
X1: Sauco	10	12	%
X2: Yacón	18	20	%
X3: Agua	70	72	%

La relación de combinación ideal (pulpa: agua) se ha encontrado estableciendo los siguientes criterios como valores inalterables: 0.4% de CMC, 13% de azúcar blanco y 0.05% de sorbato de potasio.

Se diseñaron y produjeron diez pruebas utilizando el programa Design Expert 13. Las variables dependientes color, olor, sabor y textura fueron luego examinadas como muestra la

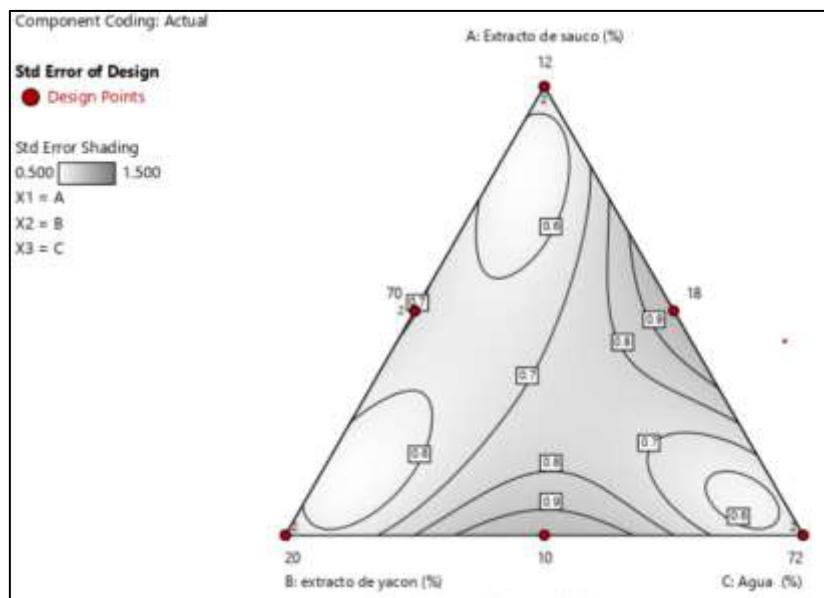
Tabla 3

Matriz Experimental de las Variables Independientes y Dependientes

Tratamientos	X1: % Jugo de sauco	X2: % Extracto de yacón	X3: % Agua	Color	Olor	Sabor	Textura
1	11	18	71				
2	10	20	70				
3	12	18	70				
4	11	19	70				
5	10	19	71				
6	11	19	70				
7	12	18	70				
8	10	20	70				
9	10	18	72				
10	10	18	72				

Figura 3

Diseño del Grafico de Mezclas de los Componentes Sauco, Yacón y Agua



Usando un enfoque de diseño Taguchi, se seleccionó un diseño ortogonal L₉ (3)³ con tres componentes dispuestos en tres niveles. Como se indicó, este diseño se incluyó en la edición de prueba del software estadístico Minitab 21.

Con el objetivo de disminuir la variabilidad y aumentar la calidad de manera eficiente, los tratamientos recomendados por el enfoque de Taguchi se concentran en maximizar el rendimiento de los procesos y productos. Basado en el diseño experimental, este método utiliza métodos estadísticos para identificar los principales elementos que afectan el resultado deseado y, de este modo, modificar las cantidades de esos elementos de manera más efectiva. A través

de un proceso de mejora constante que incluye a todos los miembros del personal y la personalización según las demandas del consumidor, el objetivo es proporcionar productos alimenticios más confiables, consistentes y a precios razonables.

Tabla 4

Factores y Niveles para el Diseño Estadístico Taguchi L₉ (3)³

Factores	Niveles			unidades
	1	2	3	
X1: Sulfato feroso	3.4	4.3	5.3	mg/100g
X2: pH	3.5	3.8	4.2	-
X3: °Brix	11	12	14	-

Esta metodología reveló nueve pruebas importantes indicadas por el proceso de diseño "Taguchi" mostrado en la Tabla 5. Los factores de interés fueron la aceptabilidad general y el contenido de hierro, en los que se concentraron estos experimentos para su evaluación.

Tabla 5

Tratamientos Propuestos por el Enfoque Metodológico de Taguchi

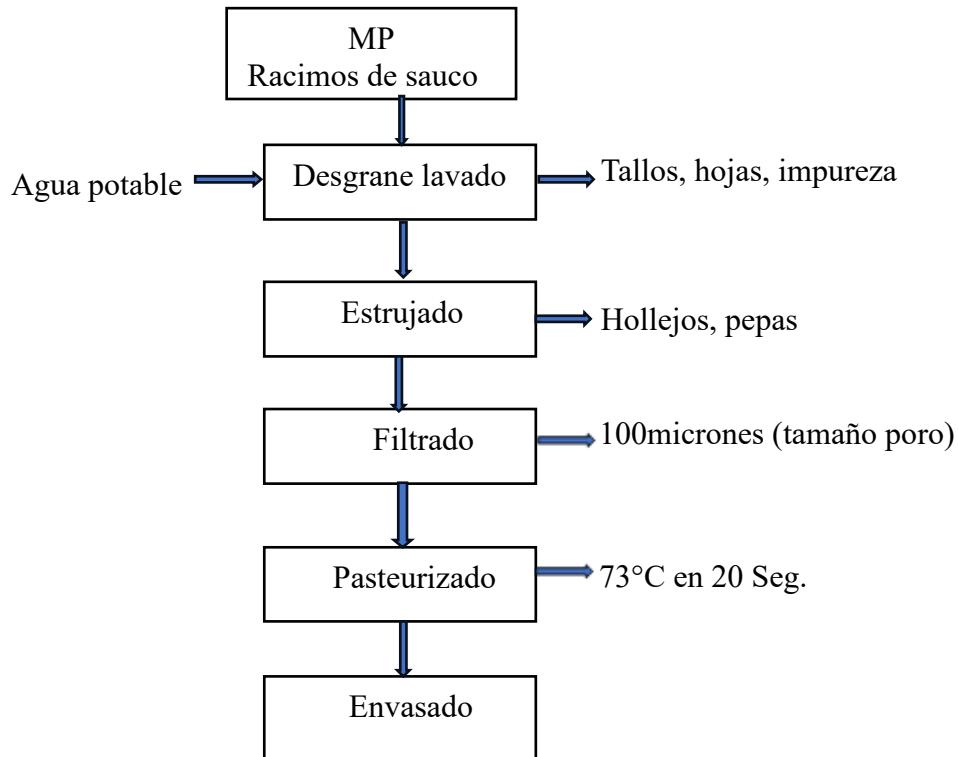
Tratamientos	°Brix	Factores		Aceptabilidad
		pH	Sulfato feroso mg/100g	
1	11	3.5	3.4	
2	11	3.8	4.3	
3	11	4.2	5.3	
4	12	3.5	4.3	
5	12	3.8	5.3	
6	12	4.2	3.4	
7	14	3.5	5.3	
8	14	3.8	3.4	
9	14	4.2	4.3	

3.6.2. Obtención de jugo de saúco

La extracción del jugo de saúco fue llevada a cabo siguiendo el esquema de flujo sugerido por (Nuñez y Brumovsky, 2019).

Figura 4

Diagrama de Flujo de Proceso para la Extracción del Jugo de Saúco



3.6.3. Descripción del proceso extracción de jugo de saúco

3.6.3.1. Recepción de materia prima. Después de elegir el grado de madurez adecuado, llegaron los ingredientes crudos y primero se pesaron.

3.6.3.2. Desgrane y lavado. Después de la separación manual de las secciones de la planta, se limpiaron para eliminar contaminantes.

3.6.3.3. Estrujado. El saúco se colocó en un recipiente y luego se aplastó y exprimió para extraer su jugo, todo hecho a mano.

3.6.3.4. Filtrado. Se realizó utilizando una pantalla de malla fina para separar los sólidos de la parte líquida luego se filtró a través de una almohadilla de filtro o llamado bolsa filtrante.

3.6.3.5. Pasteurizado. Durante el proceso, se empleó una olla de acero inoxidable, que se mantuvo en constante agitación hasta alcanzar la temperatura de 73 °C durante 20 segundos.

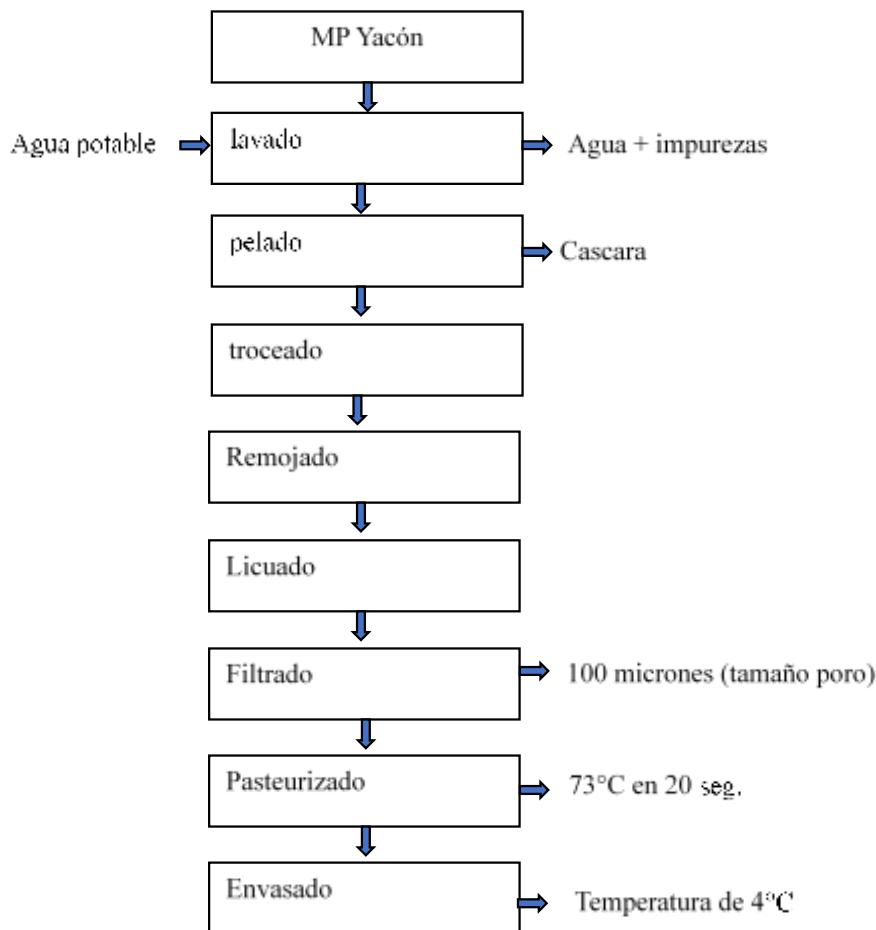
3.6.3.6. Envasado. El líquido se embotelló en recipientes de vidrio de un litro y se mantuvo a una temperatura de 4°C.

3.6.4. Obtención del extracto de yacón

La obtención del extracto de yacón se realizó utilizando el proceso de flujo recomendado por (Vargas , 2019).

Figura 5

Diagrama de Flujo de Proceso para la Extracción del Jugo de Yacón



3.6.5. Descripción del proceso obtención del extracto de yacón

3.6.5.1. Recepción de materia prima. La materia prima de recepción previo una selección y pesada inicial correspondiente.

3.6.5.2. Lavado. Se usó una solución de hipoclorito de sodio con una concentración de 200 ppm para erradicar los microorganismos que podrían afectar la pureza del producto.

3.6.5.3. Pelado. La tarea fue llevada a cabo de manera manual utilizando un cuchillo de acero inoxidable.

3.6.5.4. Troceado. Se cortó a mano en una tabla de cortar en trozos de alrededor de 3cm de tamaño.

3.6.5.5. Remojado. Se realizó usando un volt de 5 litros utilizando ácido cítrico al 4% del volumen del agua.

3.6.5.6. Licuado. Fue llevada a cabo utilizando una licuadora de la marca Oster que tiene dos velocidades preestablecidas para mezclar y triturar alimentos.

3.6.5.7. Filtrado. El líquido o extracto de yacón se sometió a un proceso de filtración utilizando tanto papel filtro como una bomba de vacío.

3.6.5.8. Pasteurizado. Durante el proceso, se empleó una olla de acero inoxidable, que se mantuvo en constante agitación hasta alcanzar la temperatura de 73 °C durante 20 segundos.

3.6.5.9. Envasado. El líquido se embotelló en recipientes de vidrio de un litro y se mantuvo a una temperatura de 4°C.

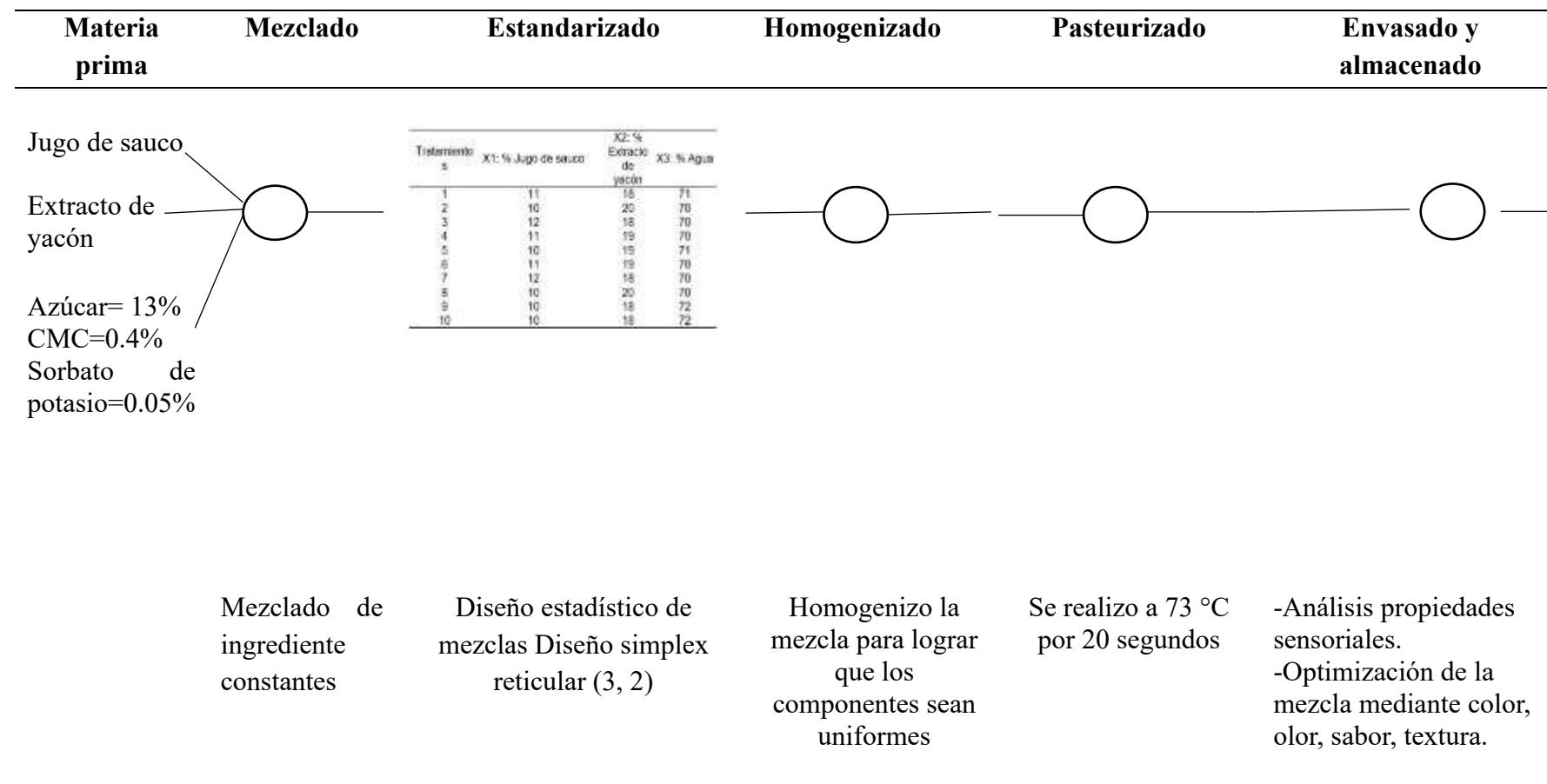
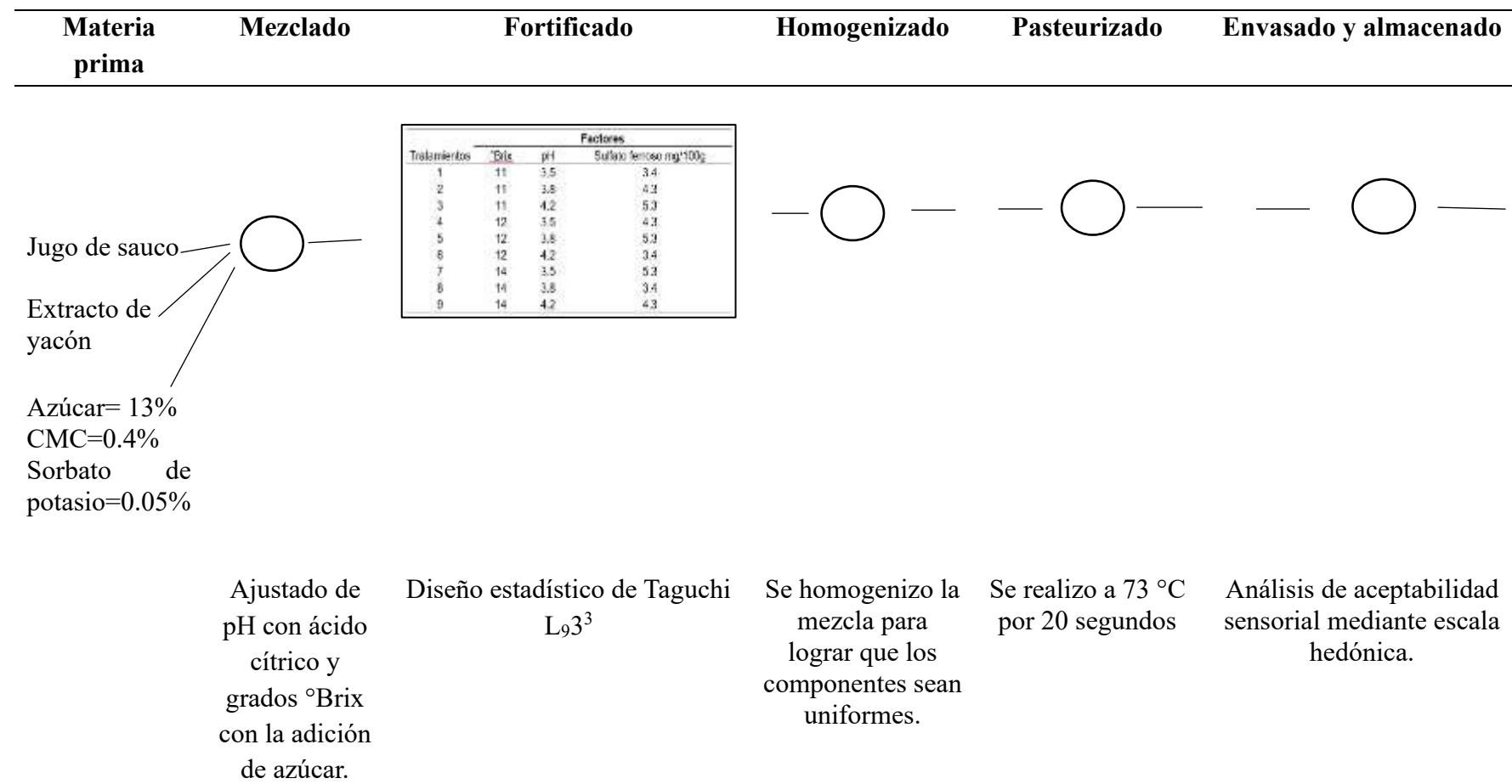
Figura 6*Diagrama Experimental para la Elaboración de la Bebida Funcional fase 1*

Figura 7*Diagrama Experimental para la Fortificación con sulfato ferroso de la Bebida Funcional fase 2*

3.7. Análisis de datos

Los análisis fisicoquímicos efectuados en la bebida fortificada final se presentan a continuación.

3.7.1. Acidez total

La acidez de la bebida terminada se midió utilizando el procedimiento oficial de la Asociación de Químicos Analíticos (AOAC) de 2016. Este enfoque utilizó una titulación directa de neutralización ácido-base, con la proporción resultante de ácido cítrico incluida en la bebida funcional mostrada.

3.7.2. Grados ° brix

Los criterios establecidos en la norma NTP 203.072: 1997, revisada en 2016, prevén la medición de los niveles de °Brix de la materia prima y del producto elaborado utilizando un refractómetro calibrado. Este enfoque permitió obtener mediciones exactas y consistentes de los sólidos solubles incluidos en los componentes y la bebida funcional.

3.7.3. Ph

El pH se midió utilizando la técnica de la Norma Mexicana NMX-F-317-S de 1978. Esto incluyó sumergir un electrodo calibrado en soluciones tampón de pH 4 tanto para la bebida funcional como para la materia prima.

3.7.4. Capacidad antioxidante

Se utilizó el enfoque habitual de DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo) para evaluar la capacidad antioxidante de una muestra. En un tubo de 2.0 mililitros, se recogieron 50 microlitros de la muestra previamente diluida y se mezclaron con 900 microlitros de una solución de DPPH de 100 micromoles por litro. La combinación se dejó reaccionar durante 20 minutos y luego se determinó la absorbancia a 515 nanómetros. Los valores se expresaron en milimoles de equivalentes de Trolox por litro (mmol TE/L).

3.7.5. Polifenoles

El análisis se realizó según un cierto proceso. Todo en un tubo de 15 mL, primero se obtuvo una pequeña cantidad de 20 μ L de la muestra y se diluyó con 1080 μ L de agua limpia y 750 μ L del reactivo de Folin-Ciocalteu (0.2 N). Cinco minutos después, se añadieron 750 μ L de una solución de carbonato de sodio al 7.5% y la combinación se dejó incubar durante dos horas. Finalmente, se registró la absorbancia de la muestra a 725 nm. Los hallazgos se expresaron en miligramos de ácido gálico por 100 mililitros (mg GAE/100 ml).

3.7.6. Análisis microbiológico

Siguiendo las directrices de la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para los Alimentos (ICMSF), se llevaron a cabo estudios microbiológicos contando hongos y bacterias coliformes.

3.7.7. Análisis sensorial

Se realizó una evaluación sensorial utilizando una escala hedónica de 9 puntos en ambas etapas. Examinando y categorizando las características del producto—color, olor, sabor, textura y aceptación general un panel de cincuenta estudiantes entrenados produjo.

3.7.8. Diseño y análisis estadístico

Se realizó el análisis de la Fase I de los datos de la prueba sensorial utilizando el software Design Expert 13 versión de prueba. Se combinaron dos niveles y tres componentes en el diseño. Después de eso, tomando un valor p de 0.05 como criterio de elección, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si los tratamientos y las variables de respuesta tenían variaciones apreciables. También se realizó una comparación de medias con el enfoque de Friedman.

Utilizando el software Minitab 21 (versión de prueba), se examinaron los datos de la Fase II utilizando un diseño experimental Taguchi L9¹ con 3 variables y 3 niveles. Considerando un valor p de 0.05 como criterio de elección, un análisis de varianza (ANOVA)

reveló variaciones estadísticamente significativas entre los tratamientos con respecto a las variables de respuesta. Además, se utilizó el enfoque de Friedman para una comparación de medias.

IV. RESULTADOS

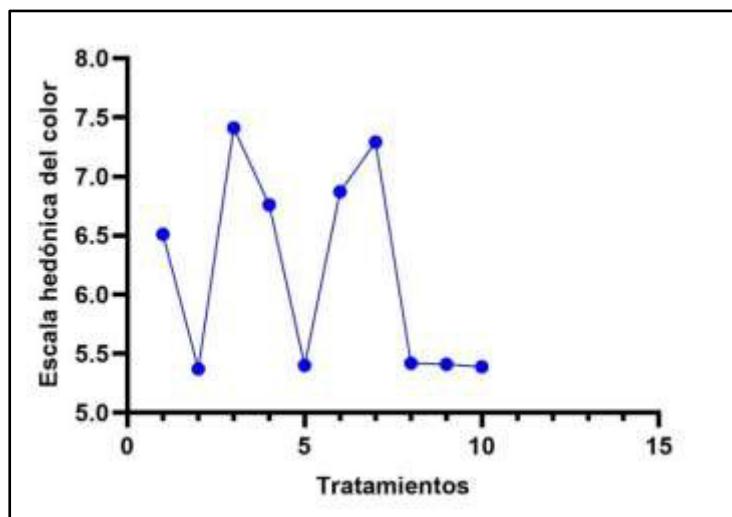
4.1. Estadísticos descriptivos de las variables

4.1.1. Análisis sensorial de la variable color

El análisis estadístico se realizó empleando el programa Design Expert 13 (versión de prueba), cuyos resultados se muestran en la tabla 6. Estos datos indican que el modelo cuadrático es el más adecuado para evaluar la variable color.

Figura 8

Resultados del Análisis Sensorial del Color



El análisis estadístico se realizó utilizando el programa Design Expert 13 cuyos resultados se presentan en la Tabla 6. Esto sugiere que el modelo cuadrático es adecuado para investigar la variable de interés.

Tabla 6

ANOVA Que Ajusto el Modelo Matemático Cuadrático para el Color

modelo	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados Medios	F	P	R ²
Cuadrático	6.71	5	1.34	365.21	0.0001	0.9978

Tabla 7*ANOVA para el Color del modelo cuadrático*

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F- Valor	p-Valor
Modelo	6.71	5	1.34	365.21	< 0.0001 significativo
Residual	0.0147	4	0.0037		
Color Total	6.73	9			

a) Ecuación del modelo cuadrático del color

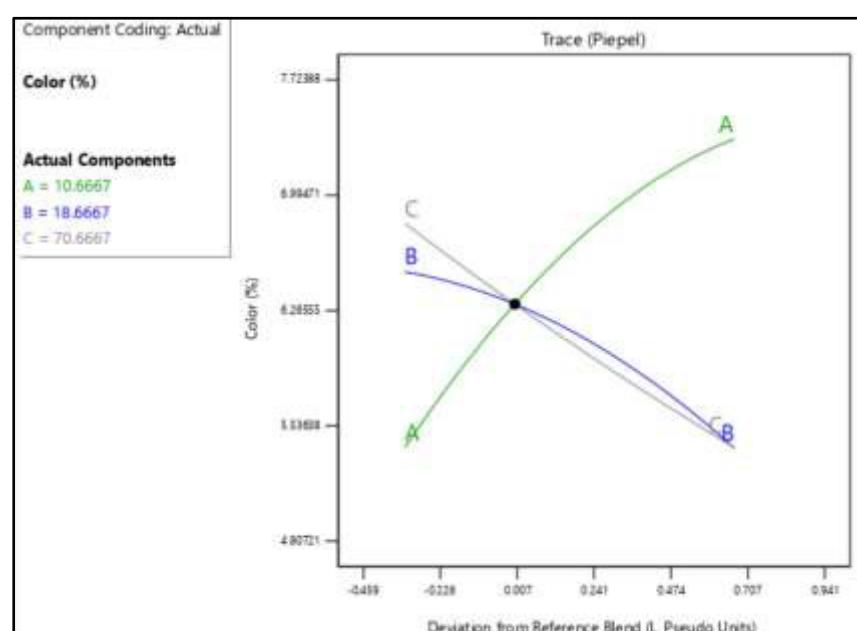
$$Y = +7.35*A + 5.39*B + 5.40*C + 1.77*AB$$

Donde:

Y=Color

A=% Jugo de sauco

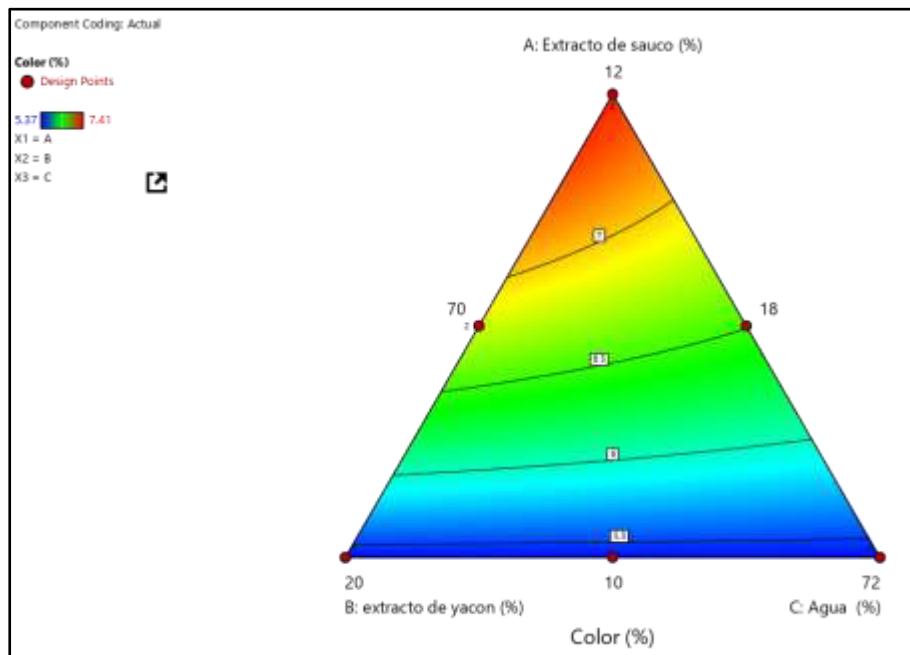
B=% Extracto de yacón

Figura 9*Figura de la Influencia Significativa del Comportamiento del Color*

La Figura 9 ilustra la relevancia de los muchos factores que actúan de manera independiente. Se percibe una intensificación del color a medida que aumenta la proporción del componente de jugo de saúco en la combinación. Por otro lado, los ingredientes de yacón y agua oscurecen el matiz.

Figura 10

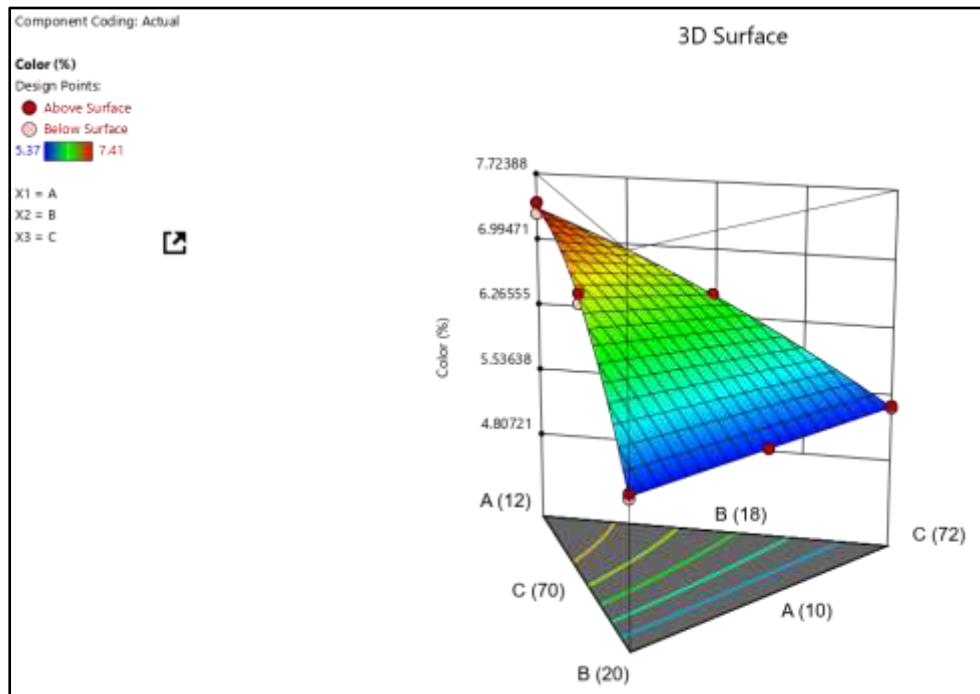
Gráfica que ilustra el Contorno para el Componente % de Color



La Figura 10 muestra una clara influencia directa del componente de saúco utilizado en el color. El resultado final muestra más intensidad y saturación de color a medida que aumenta el porcentaje de este componente.

Figura 11

Gráfica que ilustra la Superficie Respuesta para el Componente % de Color



4.1.2. Análisis sensorial de la variable olor

Figura 12

Resultados del Análisis Sensorial del olor

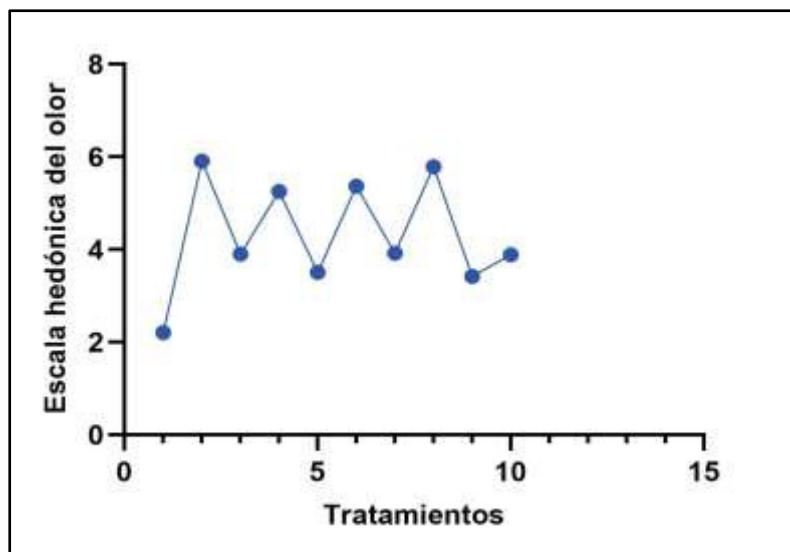


Tabla 8*ANOVA Que Ajusto el Modelo Matemático Cuadrático para el olor*

modelo	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados Medios	F	P	R ²
Cuadrático	12.99	5	2.60	83.88	0.0004	0.9906

Tabla 9*ANOVA para el olor del modelo cuadrático*

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F- Valor	p-Valor	
Modelo	12.99	5	2.60			
Residual	0.1239	4	0.0310	83.88	0.0004	significativo
Cor Total	13.11	9				

b) Ecuación del modelo cuadrático del olor

$$Y = +3.91*A + 5.85*B + 3.66*C + 1.74*AB$$

Donde:

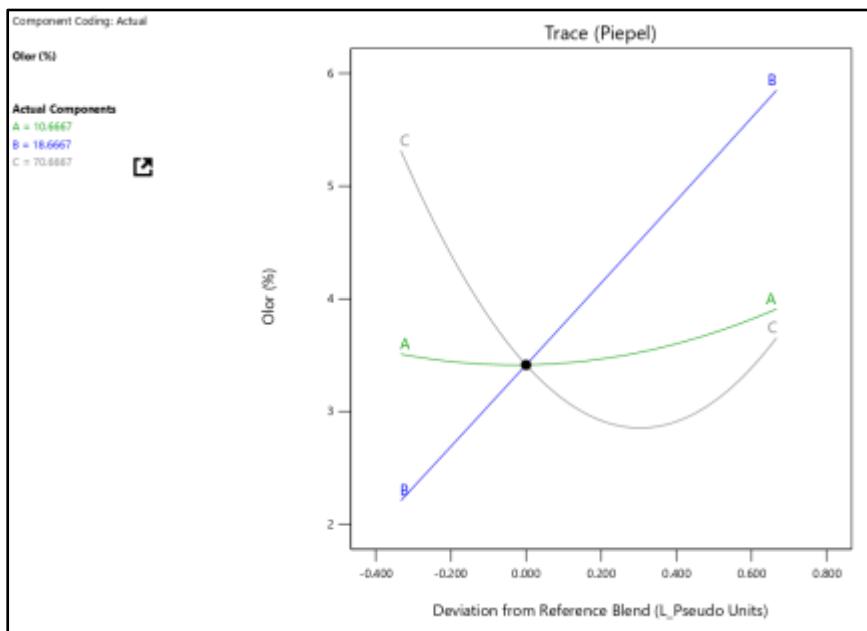
Y=olor

A=% Jugo de sauco

B=% Extracto de yacón

Figura 13

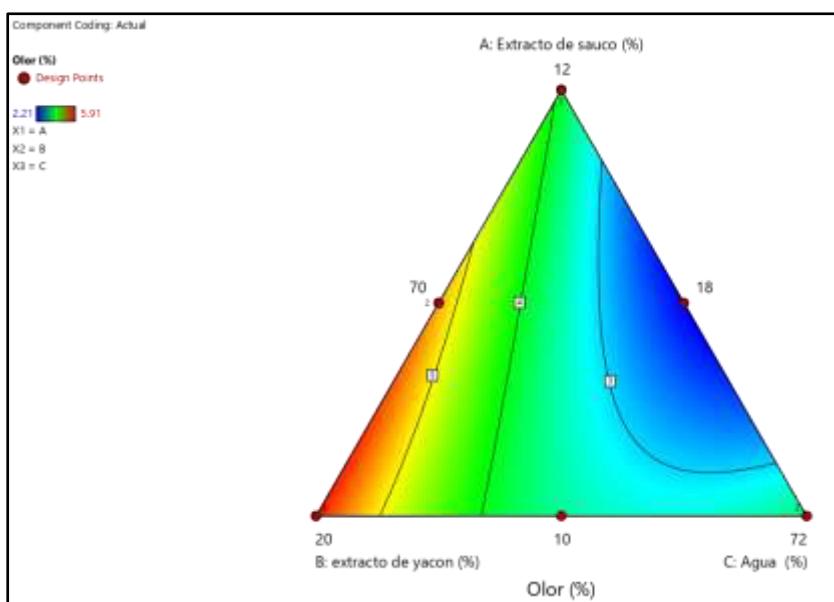
Figura de la Influencia Significativa del Comportamiento del olor



La Figura 13 ilustra la relevancia de los muchos factores que actúan de manera independiente. Se percibe un aumento en el olor a medida que la proporción del componente de jugo de Yacón en la combinación aumenta. En cuanto a la fragancia, las partes de saúco y agua tienen efectos opuestos.

Figura 14

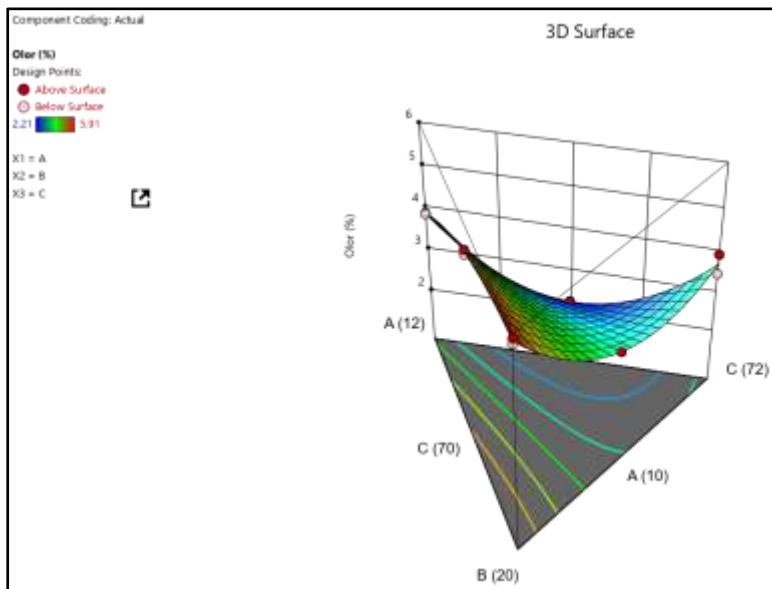
Gráfica que ilustra el Contorno para el Componente % de olor



La Figura 14 muestra cómo exactamente el componente de yacón utilizado influye en el aroma. El producto terminado muestra una mayor intensidad del olor distintivo a medida que aumenta el porcentaje de este componente.

Figura 15

Gráfica que ilustra la Superficie Respuesta para el Componente % de olor.



4.1.3. Análisis sensorial de la variable sabor

Figura 16

Resultados del Análisis Sensorial del Sabor

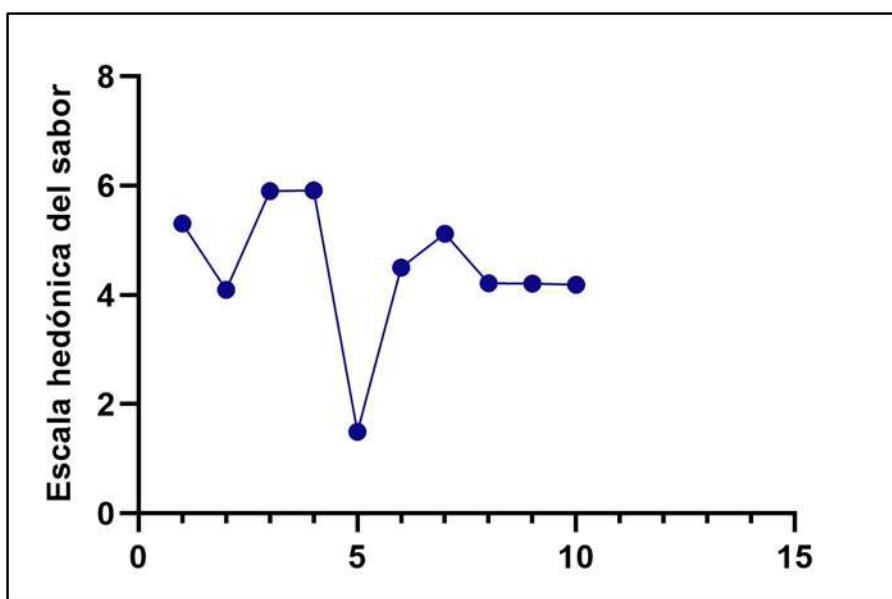


Tabla 10*ANOVA Que Ajusto el Modelo Matemático Cuadrático para el Sabor*

modelo	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados Medios	F	P	R ²
Cuadrático	13.12	5	2.62	7.95	0.0333	0.9906

Tabla 11*ANOVA para el Sabor del modelo cuadrático*

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F- Valor	p-Valor	
Modelo	13.12	5	2.62			
Residual	1.32	4	0.3300	7.95	0.0333	significativo
Cor Total	14.44	9				

c) Ecuación del modelo cuadrático del olor

$$Y = +5.51*A + 4.16*B + 4.20*C + 1.50*AB$$

Donde:

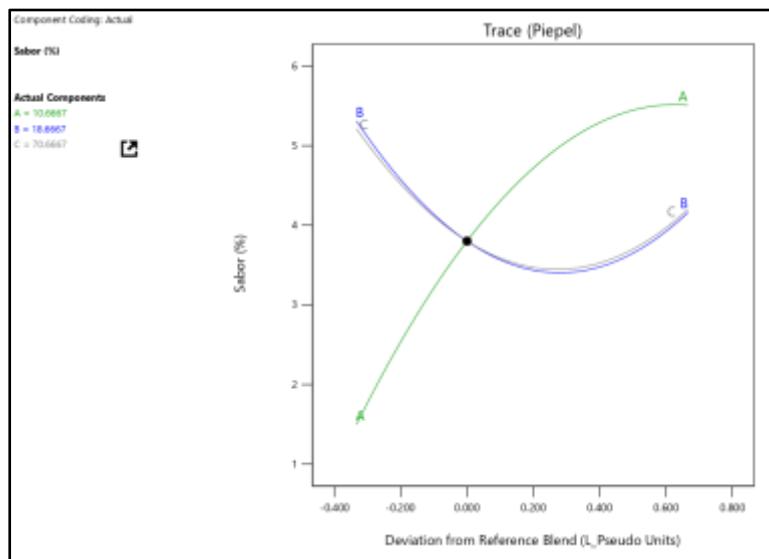
Y= olor

A=% Jugo de sauco

B=% Extracto de yacón

Figura 17

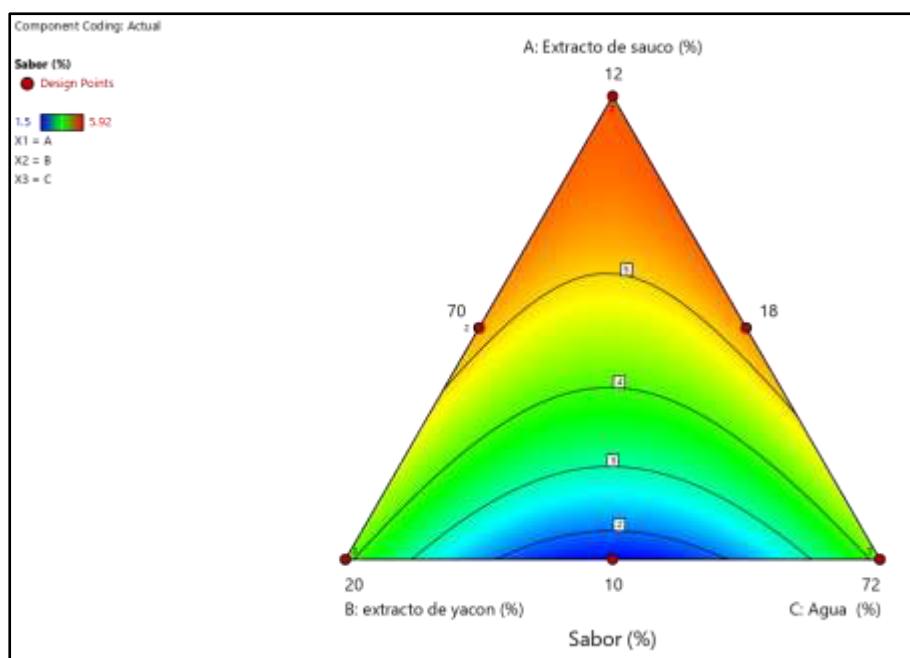
Figura de la Influencia Significativa del Comportamiento del Sabo



La Figura 17 ilustra la relevancia de las muchas piezas y su comportamiento individual. Se percibe un cambio en el sabor a medida que aumenta la proporción del componente de jugo de saúco en la combinación. Por el contrario, los componentes de agua y yacón tienen efectos opuestos en el sabor.

Figura 18

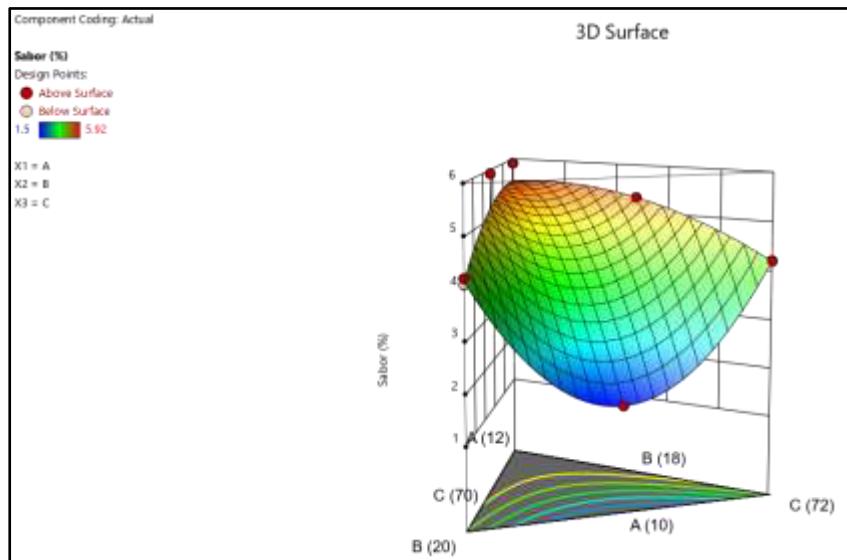
Gráfica que ilustra el Contorno para el Componente % de Sabo



La Figura 18 muestra claramente que el componente de saúco utilizado afecta directamente el sabor del resultado. Se observa un aumento en la intensidad del sabor único del producto resultante a medida que aumenta la cantidad de este componente.

Figura 19

Gráfica que ilustra la Superficie Respuesta para el Componente % de Sabor.



4.1.4. Análisis sensorial de la variable de la textura

Figura 20

Resultados del Análisis Sensorial de la Textura

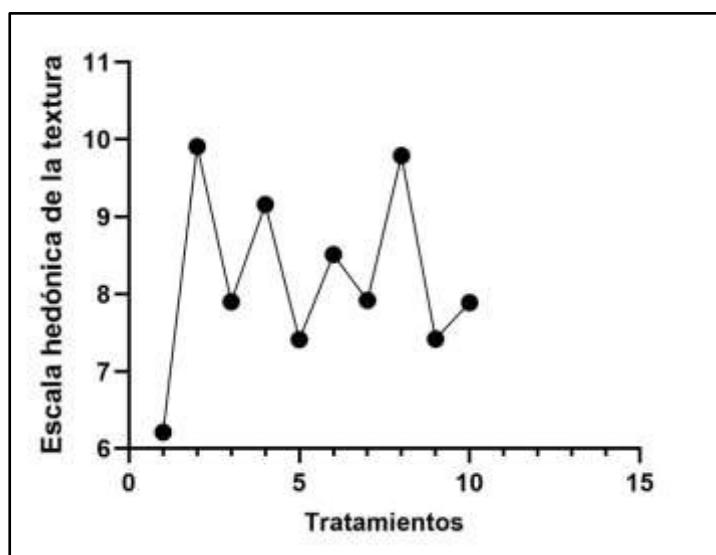


Tabla 12*ANOVA Que Ajusto el Modelo Matemático Cuadrático para la textura*

modelo	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados Medios	F	P	R ²
Cuadrático	11.60	5	2.32	28.19	0.0032	0.9724

Tabla 13*ANOVA para la Textura del modelo cuadrático*

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrados medios	F- Valor	p-Valor	
Modelo	11.60	5	2.32			
Residual	0.3291	4	0.0823	28.19	0.0032	significativo
Cor Total	11.93	9				

d) Ecuación del modelo cuadrático de la textura

$$Y = +7.91*A + 9.85*B + 7.66*C - 0.180*AB$$

Donde:

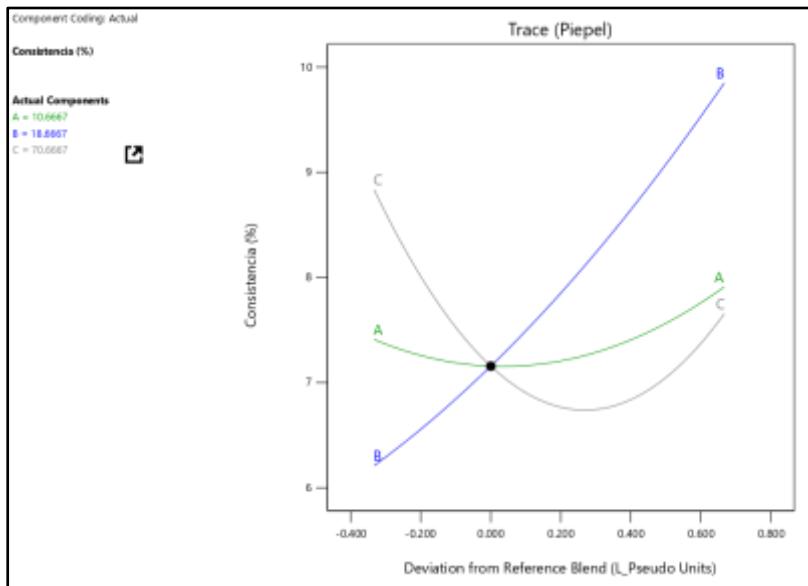
Y= olor

A=% Jugo de saúco

B=% Extracto de yacón

Figura 21

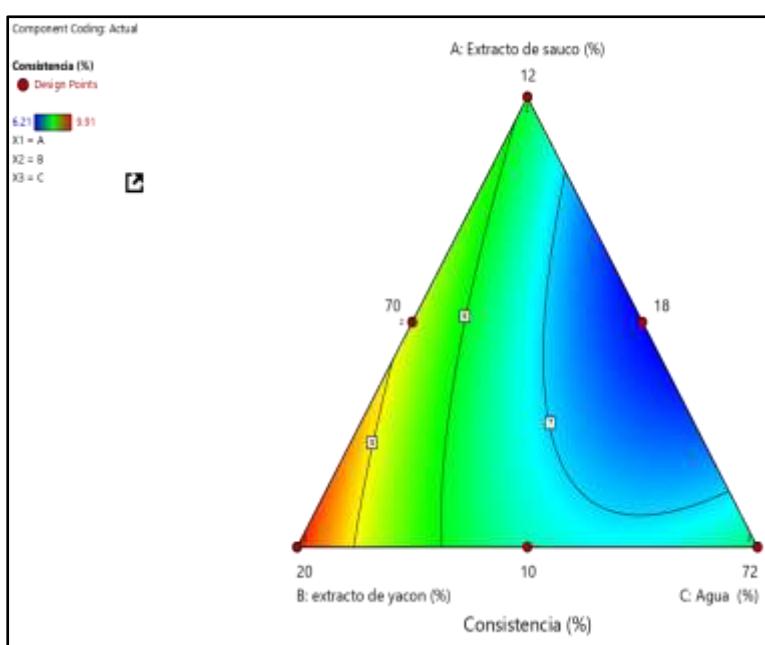
Figura de la Influencia Significativa del Comportamiento de la Textura



La figura 21 muestra cómo actúan por separado los diversos elementos y su importancia. Conforme aumenta el porcentaje del componente yacón en la mezcla, se percibe un incremento en la textura. En cambio, los componentes sauco y el agua presentan un efecto contradictorio en relación al sabor.

Figura 22

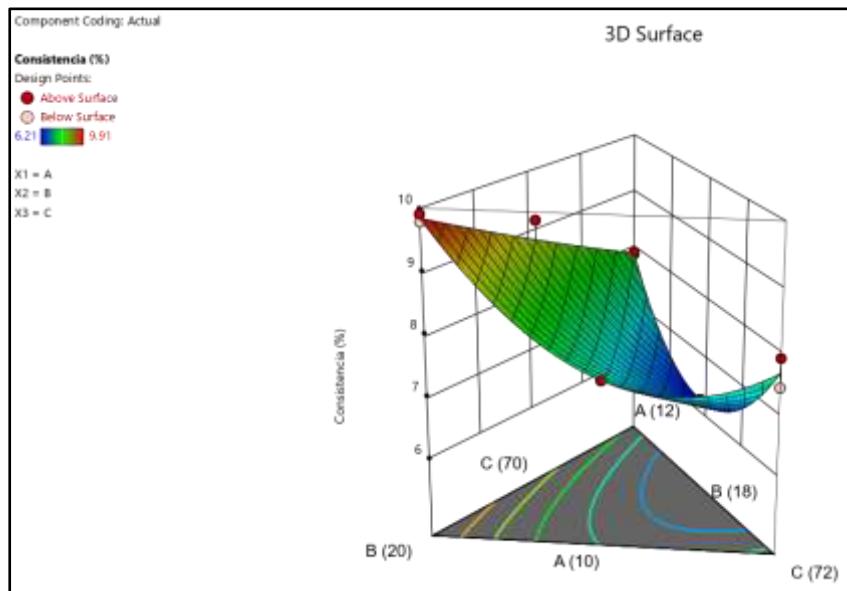
Gráfica que ilustra el Contorno para el Componente % de la Textura



La Figura 22 deja totalmente claro que la textura del producto final depende directamente del yacón utilizado. La intensidad de la textura distintiva del resultado final muestra un claro aumento a medida que aumenta la concentración de este componente.

Figura 23

Gráfica que ilustra la Superficie Respuesta para el Componente % de la Textura



4.1.5. Identificar la mezcla optima de los componentes de la bebida funcional

Tabla 14

Valores Numéricos Otorgados a los Diferentes Variables Examinados

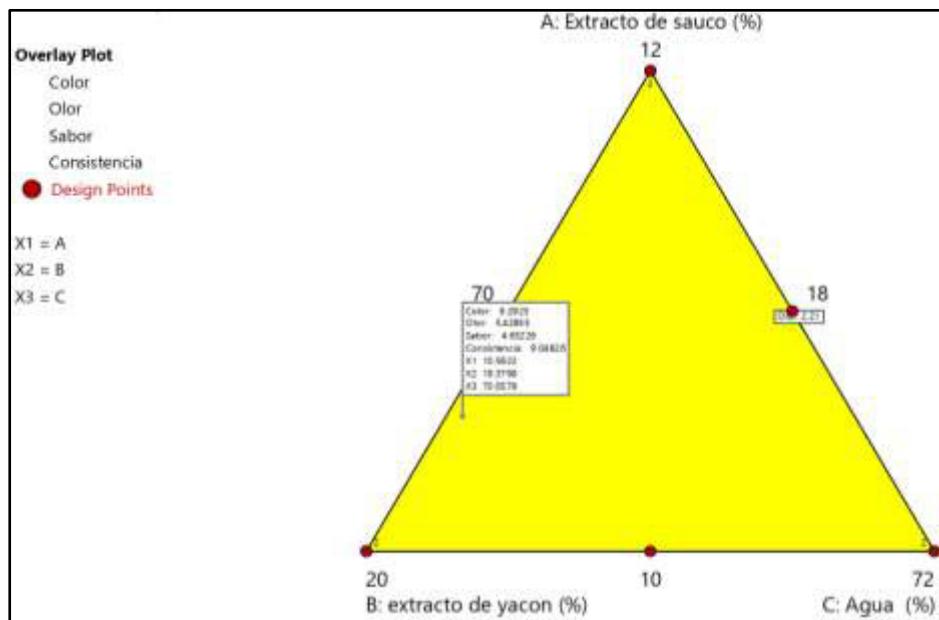
Variable Respuesta	Objetivo	Limites	
		Mínimo	Máximo
Color	maximizar	5.37	7.41
Olor	maximizar	2.21	5.41
Sabor	maximizar	1.5	5.92
Textura	maximizar	6.21	9.91

Usando una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 indicaba "No me gusta nada" y 9 "Me gusta mucho", las pruebas sensoriales ayudaron a determinar las características evaluadas. Las

dos formulaciones producidas por el programa estadístico para maximizar cada variable de respuesta se presentan en la figura 24.

Figura 24

Zonas para Lograr los Resultados Óptimos en las Variables Respuesta.

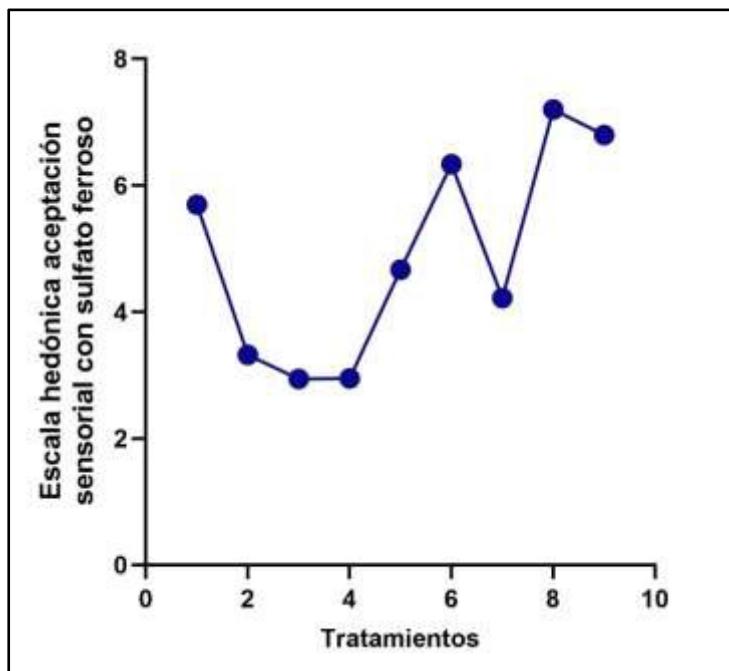


4.1.5.1. La optimización de los niveles de sulfato ferroso, °Brix y pH para lograr la máxima eficiencia. En esta nueva fase, se produjeron nueve circunstancias distintas utilizando un diseño experimental Taguchi que incluía tres variables y tres etapas. Una de las propiedades estudiadas fue la aceptación sensorial.

4.1.5.2. Aceptación sensorial en la fortificación con sulfato ferroso. Utilizando la técnica de Taguchi, la evaluación subjetiva de las características sensoriales de la bebida funcional producida a partir de jugo de saúco y yacón enriquecida con sulfato ferroso por los catadores elegidos constituyó la aceptabilidad sensorial. La Tabla 14 presenta los hallazgos de un estudio estadístico utilizado para evaluar la aceptabilidad sensorial de un producto.

Figura 25

Resultados de la aceptabilidad en la fortificación con sulfato ferroso



Los panelistas evaluaron el atractivo sensorial de los productos fortalecidos con sulfato ferroso en la Figura 25. Los hallazgos revelaron que el sabor, el aroma, la textura o el aspecto general de los alimentos no se vieron mucho alterados al añadir este mineral. Esto sugiere que la fortificación con sulfato ferroso es un sustituto viable para aumentar el contenido de hierro en los productos sin sacrificar las cualidades sensoriales que los consumidores valoran.

En la tabla 15 se evidencia que no existen diferencias importantes en los 3 ingredientes al formular una bebida enriquecida con sulfato ferroso.

Tabla 15*ANOVA Análisis de Varianza de Medias*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
°Brix	2	6.815	6.815	3.4075	2.18	0.314
pH	2	1.831	1.831	0.9155	0.59	0.630
Sulfato ferroso	2	10.502	10.502	5.2508	3.36	0.229
Error residual	2	3.122	3.122	1.5608		
Total	8	22.269				

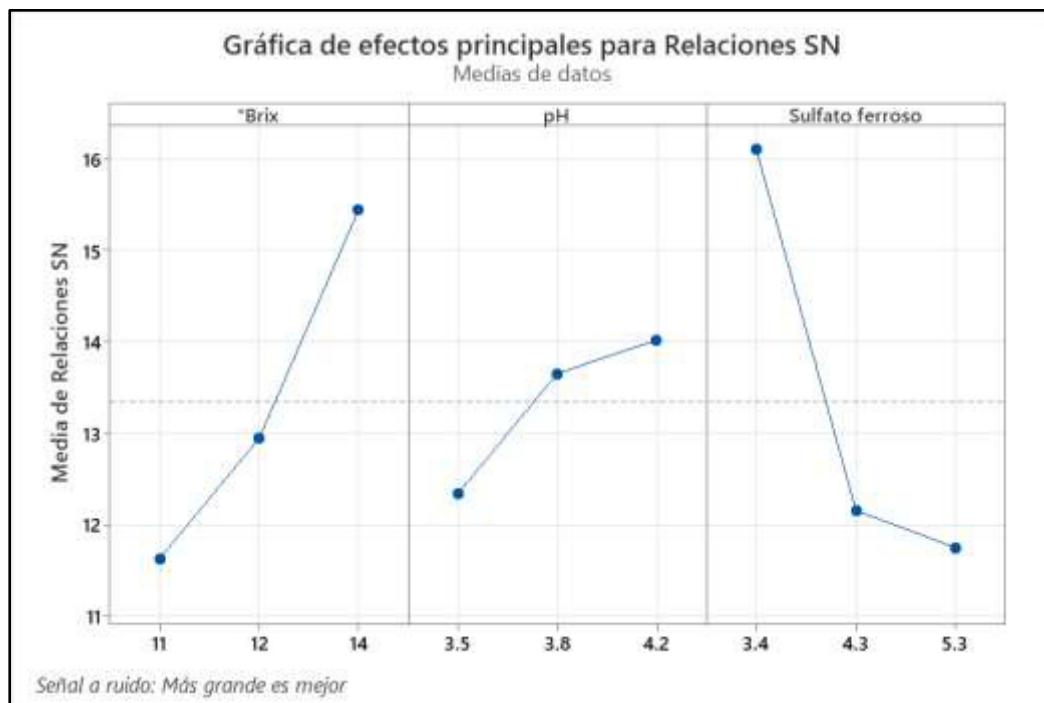
Tabla 16*Respuesta para Relaciones de Señal a Ruido más Grande es Mejor*

Nivel	°Brix	pH	Sulfato ferroso
1	11.64	12.34	16.10
2	12.94	13.65	12.16
3	15.43	14.02	11.75
Delta	3.80	1.68	4.35
Clasificar	2	3	1

En la tabla 16, se presenta la relación entre la señal y el ruido. Cuanto más alto sea este valor, mejor será el desempeño de la variable de respuesta

Figura 26

Relaciones entre el Factor Señal (S) y el factor Ruido (N) de Taguchi.



La Figura 26 muestra la influencia principal de los muchos elementos mediante un gráfico. Ahí se muestra que los tres elementos influyen en la aceptación; el sulfato ferroso no tiene efecto en ningún otro aspecto.

Eventualmente, se encontraron las condiciones ideales para la fortificación con sulfato ferroso.

Tabla 17

Parámetros Óptimos en la Fortificación con Sulfato Ferroso

Tratamientos	Factores			Aceptabilidad
	°Brix	pH	Sulfato ferroso mg/100g	
9	11	3.5	3.4	5.7

4.2. Análisis fisicoquímico de la bebida funcional de saúco y yacón fortificado

El estudio fisicoquímico se aplicó a la bebida enriquecida con saúco y yacón, como se sugiere en la optimización presentada en la figura 25.

Tabla 18*Análisis fisicoquímico proximal de la bebida funcional*

Propiedades	Unidades	Valor Promedio
Polifenoles	mgGAE/100ml)	592.59
Capacidad Antioxidante	(μ mol TE/100g)	602.12
Acidez Total(g/100ml)	(g/100ml)	5.76
pH	-	4.20
°Brix	-	13

4.2.1. Calidad microbiológica de la bebida funcional fortificado con sulfato ferroso**Tabla 19***Resultados del Análisis Microbiológico de la Bebida Funcional*

Tipos de M.O	Unidades	Valor Promedio
Numero de mohos	(UFC/ml)	<1
Numero de coliformes	(NMP/ml)	<3
Numero de aerobios mesófilos	(UFC/ml)	<10
Numero de levaduras	(UFC/ml)	<1

4.3. Contrastación de la hipótesis**4.3.1. Hipótesis general**

La bebida funcional a base de sauco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) influye significativamente en la fortificación con sulfato ferroso.

Formulación para la prueba de hipótesis general

H0: No existen diferencias significativas en los tratamientos al fortificar con sulfato ferroso

Ha: Existen diferencias significativas en los tratamientos al fortificar con sulfato ferroso.

En este contexto, se sugirió llevar a cabo una evaluación estadística Friedman de los diferentes grupos de estudio para determinar si existen diferencias significativas entre ellos.

Tabla 20

Prueba de Friedman para Contrastar la Hipótesis General

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T ²	p
5.8	3	2.85	2.85	4.7	6.85	4.25	7.9	6.8	9.66	<0.0001
Mínima diferencia significativa entre suma de rangos =17.452										
Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)		n						
T4	28.5	2.85	10	A						
T3	28.5	2.85	10	A	B					
T2	30	3	10	A	B	C				
T7	42.5	4.25	10	A	B	C	D			
T5	47	4.7	10			C	D	E		
T1	58	5.8	10				D	E	F	
T9	68	6.8	10						F	G
T6	68.5	6.85	10						F	G
T8	79	7.9	10							G

Interpretación: En base a las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$), por lo que en la tabla 20 se observó un p-valor es $0.0001 < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .

4.3.2. Hipótesis específica 1

Se conseguirá las proporciones óptimas de mezcla a utilizar en la elaboración de la bebida funcional de saúco (*Sambucus canadensis*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) mediante las propiedades sensoriales.

Formulación para la prueba de hipótesis general

H0: No existen diferencias significativas en los tratamientos al formular bebida funcional

Ha: Existen diferencias significativas en los tratamientos al formular bebida funcional ferroso.

En este contexto, se sugirió llevar a cabo una evaluación estadística Friedman de los diferentes grupos de estudio para determinar si existen diferencias significativas entre ellos.

Tabla 21

Prueba de Friedman para Contrastar la Hipótesis Específica

Prueba de Friedman para Contrastar la Hipótesis Específica

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T ²	p
5.8	3.95	6.75	6.75	4.35	6.95	7.65	4.2	4.35	4.25	2.74	0.0077
Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 24.210											
Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)		N							
T2	39.5	3.95	10		A						
T8	42	4.2	10		A	B					
T10	42.5	4.25	10		A	B	C				
T9	43.5	4.35	10		A	B	C	D			
T5	43.5	4.35	10		A	B	C	D	E		
T1	58	5.8	10		A	B	C	D	E	F	
T3	67.5	6.75	10					D	E	F	
T4	67.5	6.75	10					D	E	F	
T6	69.5	6.95	10							F	
T7	76.5	7.65	10							F	

Interpretación: En base a las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$), por lo que en la tabla 21 se observó de p-valor es $0.0077 < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a . Existen diferencias significativas en los tratamientos al formular bebida funcional.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Usando la versión de prueba del software Design Expert 13, se utilizó un método estadístico conocido como "Diseño de Mezcla de Lattice Simplex Centroid Extendida" para producir esta bebida beneficiosa a base de saúco y yacón, mejorada con sulfato ferroso. Este enfoque consistió en diez tratamientos distintos, investigados bajo modelos matemáticos que incluían lineales, cuadráticos, cúbicos especiales y cúbicos completos. Al evaluar las variables dependientes—color, olor, sabor y textura—el modelo cuadrático resultó ser el más apropiado entre todos. las ecuaciones que coincidieron con el modelo cuadrático fueron para color "Y =+7.35*A+5.39*B+5.40*C+1.77*AB", para olor "Y=+3.91*A+5.85*B+3.66*C+1.74*AB", para sabor "Y=+5.51*A+4.16*B+4.20*C+1.50*AB", y para textura "Y =+7.91*A+9.85*B+7.66*C - 0.180*AB". Este enfoque produjo una ecuación matemática que caracteriza la optimización de la bebida funcional de saúco y yacón enriquecida con sulfato ferroso y permitió la identificación del impacto de factores o variables independientes en las respuestas. Este estudio aclara, como lo apoya León (2016), que el yacón tiene un impacto significativo en las propiedades fisicoquímicas del producto.

Los modelos matemáticos alterados utilizaron coeficientes de determinación R2, valor p y un análisis ANOVA. Para encontrar las variaciones entre los tratamientos y posteriormente determinar la ecuación corregida. Según la investigación, el color está muy influenciado por el jugo de saúco. Esto es confirmado por (Altamirano Galván, 2012), quien creó una bebida rehidratante utilizando suero como base y la aromatizó con gelatina de saúco para obtener la proporción ideal entre ambos, produciendo así una bebida con propiedades nutricionales y sensoriales adecuadas. En cuanto al efecto sobre el color, los hallazgos fueron inesperados; con solo el 7% ya se producía un tinte sensorialmente agradable. Comparativamente con el extracto de yacón, que no tiene efecto en los resultados obtenidos, también demostrado por la investigación de (Iman y Zapata 2021) que produjo una bebida funcional mezclada con jarabe

de yacón y jugo de pitaya, la cual poseía características saludables.

Las cualidades sensoriales de la bebida no se vieron mucho influenciadas por la concentración de jarabe de yacón o la dilución de saúco.

Los panelistas evaluaron la aceptabilidad sensorial de los productos fortalecidos con sulfato ferroso en la figura 26. Los hallazgos revelaron que el sabor, el aroma, la textura o la apariencia general de los alimentos no cambiaron mucho al añadir este mineral. Esto sugiere que una alternativa viable para aumentar el contenido de hierro en los productos sin sacrificar las cualidades sensoriales que los clientes necesitan es la fortificación con sulfato ferroso.

La Tabla 13 muestra claramente que, al crear una bebida enriquecida con sulfato ferroso, los tres componentes no tienen variaciones apreciables.

VI. CONCLUSIONES

- Se llevó a cabo el desarrollo Basado en saúco y yacón enriquecidos con sulfato ferroso, la bebida funcional muestra promesas como un nuevo y nutritivo producto que podría ayudar a aumentar el consumo de hierro y proporcionar beneficios para la salud. Su invención ofrece una alternativa agradable y saludable para los clientes interesados en productos creativos con beneficios para la salud, ayudando así a diversificar el mercado de bebidas funcionales.

- Mediante cualidades sensoriales, se establecieron las proporciones de mezcla ideales para la creación de la bebida funcional de saúco y yacón. El saúco 10.56%, el yacón 19.37% y el agua 70.05% aparecen como los valores ideales en la figura 25. ha sido muy esencial proporcionar un producto final con armonía de sabor, aroma y textura. Los hallazgos observados permiten modificaciones exactas en la formulación, garantizando así una buena experiencia sensorial para el cliente. Al satisfacer adecuadamente las necesidades del público objetivo, este método basado en características sensoriales no solo mejora la calidad del producto, sino que también ayuda a su aceptabilidad en el mercado.

- Los sólidos solubles totales °brix 11 y pH 3.5 y sulfato ferroso 3.4 mg/100g fueron los valores ideales para la fabricación de una bebida funcional con saúco y yacón enriquecida con sulfato ferroso. Lograr un producto final equilibrado en términos de nutrición, sabor y cualidades funcionales ha sido fundamental en su naturaleza. Estos hallazgos proporcionan una dirección sólida para la fabricación a escala comercial de una bebida que no solo tiene un gran sabor, sino también notables ventajas para la salud debido a su concentración de hierro reforzada. Mediante valores óptimos, estos factores aseguran la calidad y eficiencia del producto, estableciendo así su atractivo y valor saludable en el mercado de bebidas funcionales.

- Para la creación de una bebida funcional con saúco y yacón, suplementada con sulfato ferroso, los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se encontraron bajo el tratamiento óptimo. Polifenoles 529.59 mgGAE/100 ml, Capacidad Antioxidante 602.12 µmolTE/100g,

Acidez Total 5.76 g/100 ml fueron los estudios fisicoquímicos más importantes. Los resultados del estudio microbiológico revelaron muchos mohos (CFU/ml), número de coliformes (MPN/ml), número de aerobios mesófilos (CFU/ml), número de levaduras (CFU/ml) <1. Aplicarlo al tratamiento óptimo ayudó a mejorar varios compuestos útiles mediante un mayor aumento de la estabilidad. Se pueden satisfacer los requisitos microbiológicos predefinidos para garantizar la seguridad alimentaria mediante acciones apropiadas.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de estabilidad para evaluar la conservación de los nutrientes y propiedades funcionales de la bebida a lo largo de su vida útil.
- Investigar la viabilidad de la producción a gran escala, considerando aspectos como la cadena de suministro de ingredientes y los procesos de fabricación.
- Evaluar la posibilidad de ampliar la línea de productos funcionales basados en saúco y yacón para diversificar la investigación.
- Explorar estrategias de marketing y posicionamiento para resaltar los beneficios nutricionales y funcionales de la bebida y captar la atención del público objetivo.
- Investigar la estabilidad para evaluar las cualidades funcionales de la bebida y la preservación de nutrientes a lo largo de su vida útil.
- Examinar la viabilidad de la fabricación en masa teniendo en cuenta factores como las técnicas de fabricación y las cadenas de suministro de ingredientes.
- Basado en el saúco y el yacón, considera ampliar la gama de artículos funcionales para ampliar la investigación.
- Investigar técnicas de marketing y posicionamiento para atraer la atención de la población objetivo y enfatizar las ventajas funcionales y nutricionales de la bebida.

VIII. REFERENCIAS

- Alcivar Alcivar, D. F., y Moya Martínez, M. E. (2020). La neurociencia y los procesos que intervienen en el aprendizaje y la generación de nuevos conocimientos. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 5(8), 510-529. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1607>
- Altamirano Galvan, N. Y. (2012). *Elaboración de una bebida rehidratante a base de lactosuero saborizada con jalea de saúco (sambucus nigra)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Repositorio Institucional UNAMBA. https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/423/T_0033.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arcos Quistial, E. Y., y Enríquez Valenzuela, Y. E. (2024). *Extracción de inulina de raíces y tallos de la provincia del Carchi y su utilización en el desarrollo de un yogur líquido y un helado cremoso*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. Repositorio Institucional UPEC. <https://repositorio.upec.edu.ec/items/db364ef3-f943-4c13-9789-0478c6d5f122>
- Basilio Briceño, K. A. (2021). *La influencia de la percepción sensorial en los espacios de aprendizaje en una I.E. para niños con autismo en Trujillo – 2021*. [Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66524>
- Bio Eco, B. E. (2019). *Bayas de saúco: Conoce sus propiedades anti-gripales*. <https://www.bioecoactual.com/2019/12/13/bayas-de-sauco-conoce-sus-propiedades-anti-gripales/>
- Borrayo, A. M. P. (2023). *Estudio de antinutrientes y contenido de hierro en un alimento funcional de frijol obtenido por secado de espumas*. [Tesis de maestría, Universidad

Autónoma de Nuevo León]. Repositorio Institucional UANL.

<http://eprints.uanl.mx/26323/1/1080312693.pdf>

Buñay Castro, M. E. (2022). *Estudio etnobotánico y farmacognóstico de especies vegetales en la comunidad Pulinguí, cantón Guano de la provincia de Chimborazo*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/20405>

Cabrera-Tenecela, P. (2023). Nueva organización de los diseños de investigación. *South American Research Journal*, 3(1), 37-51. <https://www.sarj.net/index.php/sarj/article/view/37>

Campos Cruz, W. J., y Noriega Huacon, N. A. (2023). *Anemia ferropénica y su relación con las complicaciones en gestantes durante el tercer trimestre, atendidas en el Hospital General Liborio Panchana Sotomayor. Periodo junio – octubre 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio Institucional UTB. <https://dspace.utb.edu.ec/items/b94b16e4-0d59-40a7-a9ea-2052219590b2>

Chamba Maza, J. F. (2023). *Determinación de componentes fenólicos y antioxidantes en harina de camote morado (*Ipomeas batatas*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/37937>

Choque Delgado, G. T., da Silva Cunha Tamashiro, W. M., Maróstica Junior, M. R., y Pastore, G. M. (2013). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): A Functional Food. *Plant Foods for Human Nutrition*, 68(3), 222-228. <https://doi.org/10.1007/s11130-013-0362-0>

Conde, C. G., Quintana, J. G., y Pomares, K. C. (2021). Elaboración de alimento funcional tipo galletas a base de harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *AVFT – Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 40(1). http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_aavft/article/view/22344

Contreras Prado, E., y Purisaca Salinas, J. P. (2018). *Elaboración y evaluación de una bebida funcional a partir de yacón (Smallanthus sonchifolius) y piña (ananas comusus) endulzado con stevia* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa] Repositorio de la Universidad Nacional del Santa. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3060>

Eduardo, B. P. (2023). *Cultura médica de los arhuacos: Patrimonio biocultural de la humanidad.* Editorial Unimagdalena. https://books.google.com.pe/books?id=HDDxEAAAQBAJ&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q=&f=false

Flores, E. (2017). Extracción de Antioxidantes de las Bayas del Sauco (*Sambucus nigra* L. subsp. *Peruviana*) con Ultrasonido, Microondas, Enzimas y Maceración para la obtención de Zumos Funcionales. *Información tecnológica*, 28(1), 121-132. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642017000100012

Flores Escobar, D. M., Granados Miranda, E. K., y Perlera Pérez, Y. C. (2022). *Técnicas de Muestreo en los encargos de Auditoría Interna en la Universidad de El Salvador* [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador]. Repositorio de la Universidad de El Salvador. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/30938/>

Flórez, I. (2023). *Establecimiento de sistemas silvopastoriles conformados por *Alnus acuminata*, *Sambucus nigra* y linderos con especies nativas en praderas de *Lolium perenne** [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia] Repositorio de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/57502>

Fonseca, M. (2021). *Estado actual de los métodos de estimación de la bioaccesibilidad in vitro de hierro y zinc en diferentes alimentos fortificados: Una revisión* [Tesis de maestría,

Universidad Nacional de Colombia] Repositorio Institucional.

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80445>

García Ishimine, R., Rodríguez Vega, J., y Lora Loza, M. G. (2021). Plantas medicinales antivirales: Una revisión enfocada en el COVID-19. *Medicina naturista*, 15(1), 38-45.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7747849>

García-Vázquez, R., Sánchez-Toledano, B. I., López-Santiago, M. A., y Valdivia-Alcalá, R. (2024). Innovación en tecnología alimentaria: caracterización hedónica de quesos funcionales con harina de frijol. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 47(1), 43-43.

<https://doi.org/10.35196/rfm.2024.1.43>

Goicochea, L. J. A., Guevara, N. E. V., Rios, O. G. V., y Ramos, L. L. M. (2023). Intervenciones para la prevención de la anemia ferropénica en niños menores de edad. *Revista Científica en Ciencias de la Salud*, 2(3), 245-251.

<https://doi.org/10.61324/csalud.2023.vol2i3.38>

Hernández, G., y Carolina, A. (2024). *Desarrollo de alimentos funcionales de maíz y garbanzo germinado con selenio y su validación en modelos in vitro e in vivo de sus propiedades anticancerígenas, antioxidantes y antiinflamatorias* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Sinaloa] Repositorio Institucional.

http://repositorio.uas.edu.mx/jspui/handle/DGB_UAS/579

Huiza Perez, K. M., y Ayala Changana, J. R. (2023). *Cachangas con sangrecita fortificada con hierro, ácido fólico y tiamina para aumentar los niveles de hemoglobina en niños* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión] Repositorio Institucional. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/8850>

Iman Torres, T., y Zapata Chávez, J. J. (2021). *Formulación y obtención de bebida funcional a base de jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y jugo de pitahaya (*Hylocereus**

- ocamponis)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9423>
- ISO. (2015). *Sensory Analysis: Methodology, Guidelines for Monitoring the Performance of a Quantitative Sensory Panel*. ISO.
- Juliano Condori, B. E., y Tapia Gutiérrez, V. A. (2020). *Elaboración de una bebida funcional de maracuyá (Passiflora edulis), edulcorado con jarabe de yacón (Smallanthus sonchifolius)* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9907>.
- Larrea Santos, V., Quiles Chuliá, M. D., Hernando Hernando, M. I., y Morell Esteve, P. (2023). *Alimentos funcionales: Probióticos, prebióticos y simbióticos*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/191694>
- León Salazar, C. E. (2016). *Influencia de la concentración del zumo en la bebida a partir de yacón (smallanthus sonchifolius)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán] Repositorio Institucional. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/1482>
- Mechato, A., y Vera-Cieza, R. (2024). Evaluación de la proporción óptima de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y piña (*Ananas comosus*) de una bebida funcional enriquecida con linaza. *Revista de investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.25127/riagrop.20242.994>
- Medina Sánchez, E. C. (2022). Análisis de las causas de la pérdida de hojas en las plantas canarias. *Revista de Investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 4(2). <https://doi.org/10.25127/riagrop.20242.994> <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/34562>
- Meléndez-Sosa, M. F., García-Barrales, A. M., y Ventura-García, N. A. (2020). Perspectivas e impacto en la salud del consumo de los alimentos funcionales y nutracéuticos en México. *Revista Digital de Investigación en Ciencia, Tecnología y Salud (RD-ICUAP)*,

6(1), 114-136.

https://www.researchgate.net/publication/378082396_Perspectivas_e_impacto_en_la_salud_del_consumo_de_los_alimentos_funcionales_y_nutraceuticos_en_Mexico

Miraval Ayala, R. R. (2022). *Evaluación de la influencia de la maduración y el soleado de los tubérculos del yacón (Smallanthus sonchifolius), en el contenido de fructooligosacáridos (FOS) en el jarabe de yacón* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7998>

Moreno, I. C. O., Haro, E. F. G., y Páez, A. L. C. (2021). Oportunidades de mercado para la innovación de alimento funcional. *Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 15(15).

<https://riico.net/index.php/riico/article/download/2038/1862>

Nandwani, P., y Verma, R. (2021). A review on sentiment analysis and emotion detection from text. *Social Network Analysis and Mining*, 11(1), 81. <https://doi.org/10.1007/s13278-021-00776-6>

Navas, M. F., Postigo-Fuentes, A. Y., Granados, L. P., y Salarirche, N. A. (2022). Cómo hacer investigación cualitativa en el área de tecnología educativa. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 93-116. <https://doi.org/10.6018/riite.547251>

Núñez Cárdenas, L. (2022). *Identificación y caracterización de los productos bioactivos presentes en los vinos cubanos de alta gama* [Tesis doctoral, Universidad de Córdoba] Repositorio Institucional. <http://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/23354>

Núñez Hinostroza, R. A., y Brumovsky, L. A. (2010). *Evaluación sensorial de jugos de uva turbios y límpidos*. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 13(1), 43-48. <http://www.scielo.org.ar/img/revistas/recyt/n13/html/n13a06.htm>

- (Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2006). *Guidelines on food fortification with micronutrients*. <https://iris.who.int/items/03c83a64-8864-439e-8e15-a6b55e779b39>
- Özgen, M., Scheerens, J. C., Reese, R. N., y Miller, R. A. (2010). Total phenolic, anthocyanin contents and antioxidant capacity of selected elderberry (*Sambucus canadensis* L.) accessions. *Pharmacognosy Magazine*, 6(23), 198-203. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.66936>
- Pérez Franco, L., y Lopera Hurtado, D. (2020). *Estudio de la factibilidad del desarrollo de un alimento funcional a base de Mangostino en Colombia* [Tesis de pregrado, Universidad CES]. Repositorio Institucional. <https://repository.ces.edu.co/handle/10946/5012>
- Pérez Pérez, S. M. (2022). *Desarrollo y evaluación de la calidad de una galleta funcional adicionada con microcápsulas de extracto de moringa oleifera y carya illinoinensis*. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <http://repositorio.aaaan.mx:8080/handle/123456789/48499>
- Pilco, C. R. J., Cruz, S. S. G., Caizaguano, R. A. M., Morejon, I. F. B., y Sosa, A. J. V. (2023). Alimentos funcionales y su efecto en el control de la diabetes: Functional foods and their effect on diabetes control. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1). <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.352>
- Pinto-Altamiranda, S., Gómez, S. M., González, M. E., y Barrera-Causil, C. (2023). Modelación estadística para analizar el rendimiento y contenido de carbono de biomasas agroindustriales. *TecnoLógicas*, 26(57). http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-77992023000200207yscript=sci_arttext

- Puntillo, M. A., y Vinderola, C. G. (2021). Impacto de los alimentos fermentados en el microbiota intestinal. *Anales de Microbiota, Probióticos y Prebióticos*, 2(1), 109-112. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/180958>
- Regino, A. (2021). *Evaluación de los métodos de extracción de compuestos fenólicos (antocianinas) a partir del fruto del corozo (Bactris Guineensis)* [Tesis de pregrado, Fundación Universidad de América] Repositorio de la Fundación Universidad de América. <https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/8440>
- Rodríguez Soto, K. P., y Reyes Aranibar, S. L. (2021). Barreras y facilitadores de la adherencia al tratamiento con suplementos de hierro en niños menores de 3 años: Una revisión sistemática cualitativa [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] Repositorio Institucional de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/658472>
- Segura Idrogo, D. L. (2024). *Evaluación sensorial de los métodos de beneficio lavado, honey y natural en granos de café (Coffea arabica L.) variedad catimor, Ñunya Jalca-Amazonas, 2023* [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica Amazónica] Repositorio de la Universidad Politécnica Amazónica. <https://repositorio.upa.edu.pe/handle/20.500.12897/394>
- Serrano, P. (2022). *Estudio del pigmentum, Capsicum annuum, Curcuma longa y Beta vulgaris como colorantes en la tintura de sustratos textiles* [Tesis de maestría, Universitat Politècnica de Catalunya]. Repositorio Institucional. <https://upcommons.upc.edu/entities/publication/f82ffb56-9755-46c0-9c9d-cc1383592bed>
- Terán, F. F. S. C., Peralta, E., Pastor, G., y Rodríguez-Balcázar, S. (2022). Investigación cualitativa: una mirada a su validación desde la perspectiva de los métodos de triangulación. *Revista de filosofía*, 39(101), 59-72.

https://www.academia.edu/download/101923726/Art._5_Investigacion_cualitativa_un_a_mirada_a_su_validacion_59_-_72_def.pdf

Terraza Ñaupari, R. (2023). *Contenido de antocianinas y actividad antioxidante de los frutos de Sambucus nigra que crecen en la provincia de Huamanga. Ayacucho 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga] Repositorio Institucional. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UN SCH/5162>

Torres Varas, G. (2023). *Ánálisis de regresión lineal: Codificación e interpretación*. [Tesis de pregrado, Universidad de Salamanca] Repositorio de la Universidad de Salamanca <https://gredos.usal.es/handle/10366/152941>

Vargas Roa, A. M. (2019). *Diseño de un endulzante natural en polvo bajo en calorías a partir de la liofilización del jarabe de yacón (Smallanthus sonchifolius)* [Tesis de pregrado, Universidad de los Andes] Repositorio Institucional. <https://repositorio.uniandes.edu.co/items/b9235c94-68d4-4b61-b45b-0148b628756f>

Vera Cieza, R. (2023). *Evaluación de la proporción óptima de yacón (Smallanthus sonchifolius) y piña (Ananas comosus) de una bebida funcional enriquecida con linaza*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chiapas]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/444>

Villagrán de la Mora, B. Z., González Torres, Y. S., Montalvo González, E., García de Alba Verduzco, J. E., Ramírez Hernández, B. C., y Anaya Esparza, L. M. (2022). *Alimentos funcionales y su impacto en la salud humana. Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas*, 10(20), 223- 231. <https://doi.org/10.29057/icsa.v10i20.7806> <https://doi.org/10.29057/icsa.v10i20.7806>

Villanueva, M. E. (2020). *Revisión de Literatura: Alimentos funcionales en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles y propuesta de elaboración de chocolate funcional en la EAP, Zamorano*. [Tesis de pregrado, Escuela Agrícola Panamericana,

Zamorano] Repositorio digital. <https://bdigital.zamorano.edu/items/824e0e1d-bf7f-46c4-bc64-148b684017b8>

Vivar-Cordero, C. (2023). Sensorium museístico: Redefiniendo la experiencia estética en museos a través de elementos sensoriales y tecnología avanzada. *South American Research Journal*, 3(2), 17-25. <https://sa-rj.net/index.php/sarj/article/view/42>

IX. ANEXOS

Anexos A

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
VI		
Desarrollo de una bebida funcional a base de sauco y yacón	Proporciones optimas de mezcla	Proporción de jugo sauco y extracto de yacón y agua
	Propiedades organolépticas	Color, olor, sabor, consistencia y aceptabilidad
	Propiedades fisicoquímicas de la formulación optima	pH, °Brix, acidez y estado de madurez
VD		
	Calidad microbiológica	N. Aerobios mesófilos. N. de Coliformes. N. de Levaduras. N. de Mohos
Fortificación con sulfato ferroso	Calidad nutricional	Capacidad antioxidante, contenido de fenoles, hierro, acidez, pH y °Brix.

Anexos B

Matriz de Consistencia

Problemas de Investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Método
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables Independientes	Tipo de Investigación
Problemas Específicos	Objetivos Específicos		Variable Dependiente	Nivel de Investigación
1 ¿Será factible crear una bebida funcional a base de saúco (<i>Sambucus canadensis</i>) y yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) fortificado con sulfato ferroso?	Desarrollar una bebida funcional a base de saúco (<i>Sambucus canadensis</i>) y yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) fortificado con sulfato ferroso.	La bebida funcional a base de saúco (<i>Sambucus canadensis</i>) y yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) influye significativamente en la fortificación con sulfato ferroso.	X1. Desarrollo de una bebida funcional a base de saúco y yacón.	Es de tipo aplicada.
2 ¿Cuáles son los parámetros óptimos de una bebida funcional elaborada con, saúco (<i>Sambucus canadensis</i>) y yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) fortificado con sulfato ferroso?	1. Determinar las proporciones óptimas de mezcla a utilizar en la elaboración de la bebida funcional de, saúco (<i>Sambucus canadensis</i>) y yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) mediante las propiedades sensoriales.		Y1. Fortificación con sulfato ferroso	Cuantitativo
3 ¿Cuál será la composición fisicoquímica y microbiológica del tratamiento optimizado de la bebida funcional elaborado con saúco (<i>Sambucus canadensis</i>) y yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	2. Determinar los parámetros óptimos de una bebida funcional elaborada con, saúco (<i>Sambucus canadensis</i>) y yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) fortificado con sulfato ferroso.			Diseño de Investigación
	3. Determinar la composición fisicoquímica y microbiológica del tratamiento optimizado de la bebida funcional elaborada con saúco (<i>Sambucus canadensis</i>) y yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>)			Experimental
				Unidades de Análisis
				Formulación de bebida funcional de saúco y yacón fortificado con sulfato ferroso.

Anexos C

Formato de ficha sensorial de la formulación optima

ficha sensorial

Apellidos y nombres..... fecha / / /

Instrucciones: pruebe la muestra de izquierda a derecha y marque con un x la intensidad de agrado o desagrado para cada atributo respectivamente

ESCALA	ATRIBUTO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Me gusta muchísimo										
Me gusta mucho										
Me gusta moderadamente										
Me gusta ligeramente										
Ni me gusta ni me disgusta										
Me disgusta levemente										
Me disgusta moderadamente										
Me disgusta mucho										
Me disgusta extremadamente										

MUCHAS GRACIAS POR LA PARTICIPACION

Anexos D

Formato de ficha sensorial de la bebida fortificada

Ficha sensorial

Apellidos y nombres..... **Fecha** / / /

Indicaciones: pruebe las bebidas de izquierda a derecha de marque con un X agrado o desagrado para los atributos.

ESCALA	ATRIBUTO: Aceptación general									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
Me gusta muchísimo										
Me gusta mucho										
Me gusta moderadamente										
Me gusta ligeramente										
Ni me gusta ni me disgusta										
Me disgusta levemente										
Me disgusta moderadamente										
Me disgusta mucho										
Me disgusta extremadamente										

Sugerencias:

¿Muchas gracias por su colaboración?

Anexos E

Fotos del análisis sensorial de la bebida funcional realizado con los alumnos de la



Anexos F

Fotos de la elaboración de la bebida funcional realizado en el laboratorio de la

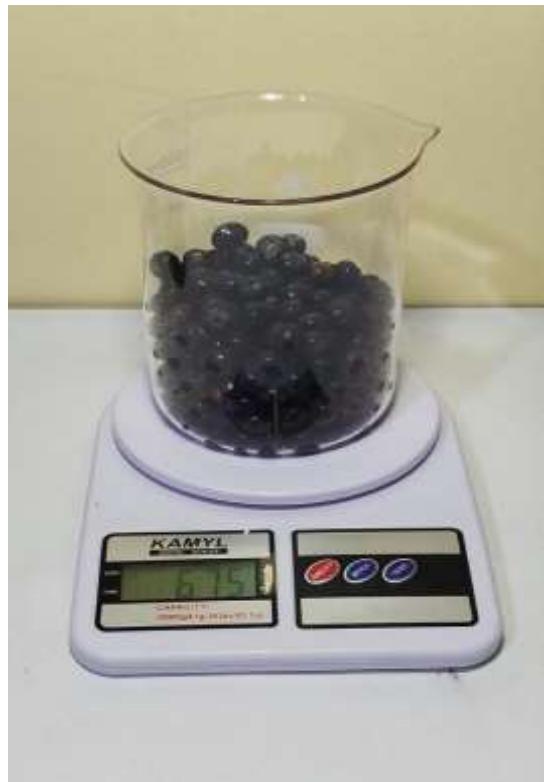
Universidad Nacional Federico Villarreal



Anexos G

Fotos del proceso de la bebida realizado en el laboratorio de la Universidad Nacional

Federico Villarreal



Anexos H

Norma técnica peruana NTP 203.110:2009 jugos, néctares y bebidas de fruta

 PERÚ	Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	Viceministerio de Prestaciones Sociales	Programa Nacional de Alimentación Escolar QALI WARMA
Versión N° 01	NÉCTAR DE FRUTA	Resolución Ejecutiva N° D000233-2021-MIDIS/PNAEQW-DE	Dirección Pág. 1 de 4

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES													
1.1 Denominación técnica	Néctar de fruta												
1.2 Tipo de alimentos	No Perecible												
1.3 Grupo de alimentos	Bebible												
1.4 Descripción general	<p>Es un producto elaborado a partir de fruta(s) con adición de agua, con o sin adición de azúcares y/o miel y/o jarabes, con adición de vitaminas y/o minerales, sometido a tratamiento térmico que asegure una larga vida útil.</p> <p>El néctar puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.</p> <p>Está prohibido el uso de edulcorantes como sustitutos del azúcar.</p> <p>Pueden añadirse sustancias aromáticas, pulpa y células¹, todos los cuales deben proceder del mismo tipo de fruta y obtenerse por procedimientos físicos.</p> <p>El porcentaje de pulpa y sólidos solubles en el néctar es conforme a lo declarado ante la Autoridad Sanitaria (DIGESA), para la obtención del Registro Sanitario.</p> <p>Los productos deben contar con un periodo mínimo de observación de veintiún (21) días, desde su fabricación hasta el día de la liberación (incluye el periodo de los análisis solicitados).</p>												
2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS													
2.1 Características Organolépticas													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Característica</th><th>Especificación</th><th>Referencia</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Olor y Sabor</td><td>Según la naturaleza propia de la fruta(s) de la cual(es) procede(n), exento de olores y sabores extraños</td><td rowspan="2">NTP 203.110:2009 JUGOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos</td></tr> <tr> <td>Color</td><td>Según la naturaleza propia de la fruta de la cual o cuales proceden</td></tr> <tr> <td>Aspecto</td><td>Fluido homogéneo, turbio, claro o clarificado, que podrá tener sólidos en suspensión o en sedimento a excepción de materias extrañas</td><td>Requisito del PNAEQW</td></tr> </tbody> </table>	Característica	Especificación	Referencia	Olor y Sabor	Según la naturaleza propia de la fruta(s) de la cual(es) procede(n), exento de olores y sabores extraños	NTP 203.110:2009 JUGOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos	Color	Según la naturaleza propia de la fruta de la cual o cuales proceden	Aspecto	Fluido homogéneo, turbio, claro o clarificado, que podrá tener sólidos en suspensión o en sedimento a excepción de materias extrañas	Requisito del PNAEQW	
Característica	Especificación	Referencia											
Olor y Sabor	Según la naturaleza propia de la fruta(s) de la cual(es) procede(n), exento de olores y sabores extraños	NTP 203.110:2009 JUGOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos											
Color	Según la naturaleza propia de la fruta de la cual o cuales proceden												
Aspecto	Fluido homogéneo, turbio, claro o clarificado, que podrá tener sólidos en suspensión o en sedimento a excepción de materias extrañas	Requisito del PNAEQW											
2.2 Características Físico Químicas													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Característica</th><th>Especificación</th><th>Referencia</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH</td><td>Menor a 4,5</td><td rowspan="2">NTP 203.110:2009 JUGOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos</td></tr> <tr> <td>Azúcar total (g/100mL)</td><td>Según normatividad vigente</td></tr> </tbody> </table>	Característica	Especificación	Referencia	pH	Menor a 4,5	NTP 203.110:2009 JUGOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos	Azúcar total (g/100mL)	Según normatividad vigente				
Característica	Especificación	Referencia											
pH	Menor a 4,5	NTP 203.110:2009 JUGOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos											
Azúcar total (g/100mL)	Según normatividad vigente												

Firma Digital
PROGRAMA NACIONAL
DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR

Firmado digitalmente por:
CONTRERAS BONILLA, Luis
Número FAU 20550154005 soft.
Motivo: Dto. Vº Bº
Fecha: 15.09.2021 10:02:35-05:00

Firma Digital
PROGRAMA NACIONAL
DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR
QALI WARMA

Firmado digitalmente por:
GUTIÉRREZ CRUZ, Luis Enrique
Número FAU 20550154005 soft.
Motivo: Dto. Vº Bº
Fecha: 15.09.2021 21:50:34-05:00

¹ En el caso de los cítricos, la pulpa y las células son la envoltura del zumo (jugo) obtenido del endocarpio.

 PERÚ	Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	Viceministerio de Prestaciones Sociales	Programa Nacional de Alimentación Escolar QALI WARMA
Versión N° 01	NÉCTAR DE FRUTA		Resolución Ejecutiva N° D000233-2021-MIDIS/PNAEQW-DE
	CÓDIGO: BEB-NF-2022		Pág. 2 de 4

Sodio (mg/100mL)	Según normatividad vigente	niños, niñas y adolescentes y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N°017-2017-SA
------------------	----------------------------	--

2.3 Características Microbiológicas

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	10 ²
Mohos	2	3	5	2	1	10
Levaduras	2	3	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	< 3	-

Fuente: R.M. N° 591-2008-MINSA "Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano". Criterio XVI.2 Bebidas no carbonatadas.

3. PRESENTACIÓN

3.1 Presentación y envases

Los envases utilizados deben ser de primer uso y sellados herméticamente, de acuerdo a las siguientes características:

Envases	Tipo	Material	Capacidad
Envase primario	Botellas con tapa	Polietileno Tereftalato (PET) (*)	Mínimo 0,200 L
	Multilaminado	Cartón, aluminio y polietileno con sorbete biodegradable o plástico (*)	
	Multilaminado Flexible	Multicapa de alta barrera y resistencia (PET/AL/NY/CPP) con boquilla y tapa plástica.	
Envase secundario	Cajas	Cartón corrugado	De acuerdo a lo establecido por el fabricante
	Bandejas	Cartón corrugado cubierto con plástico termoencogible	

(*) Ley N° 30884, "Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables".

Requisitos del envase

Tipo	Característica	Especificación	Referencia
Multilaminado	Hermeticidad	Sin fugas	NTP 399.026.2015 ENVASES FLEXIBLES. Determinación de la hermeticidad
PET	Hermeticidad	Sin fugas	Requisito del PNAEQW

3.2 Vida útil

Establecida por el fabricante, según la declaración en el Registro Sanitario ante la autoridad sanitaria competente.

Firma Digital
PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR

Firmado digitalmente por:
CONTRACAS BONILLA Luis
Homn FAU 20500154065 act.
Motivo: Doy V.B.
Fecha: 15-09-2021 10:02:35 -05:00

Firma Digital
PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR QALI WARMA

Firmado digitalmente por:
GUTIERREZ LOPEZ Luis Enrique
FAU 20550154065 act.
Motivo: Doy V.B.
Fecha: 15-09-2021 21:50:34 -05:00

PERÚ Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	Viceministerio de Prestaciones Sociales	Programa Nacional de Alimentación Escolar GALI WARMA
Versión N° 01	NÉCTAR DE FRUTA	Resolución Ejecutiva N° D000233-2021-MIDIS/PNAEQW-DE
CÓDIGO: BEB-NF-2022		Pág. 3 de 4

3.3 Rotulado

El rotulado debe ajustarse a lo establecido en el artículo 117º del Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas aprobado por Decreto Supremo N° 007-98-SA, NTP 209.652:2017. ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado Nutricional, 3ra. Edición y NTP 209.038:2019. ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado de alimentos preenvasados, 8va. Edición, debiendo contener en el envase de presentación unitaria la siguiente información mínima:

- Nombre del producto
- Declaración de los ingredientes y aditivos empleados en la elaboración del producto
- Contenido neto
- Nombre o razón social y dirección del fabricante
- Código de lote
- Fecha de vencimiento
- Condiciones de conservación
- Código de Registro Sanitario
- Instrucciones de uso
- Información nutricional

El rótulo debe estar consignado en el envase de presentación unitaria, en idioma castellano, con caracteres de fácil lectura, en forma completa y clara, visible, legible e indeleble, el mismo que no debe desprenderse ni borrarse. La información del rotulado no debe inducir a engaño al consumidor. No se permite el uso de etiqueta autoadhesiva para ninguna información del rotulado, que pretenda reemplazar la información consignada en el rotulado original, en ningún caso, a excepción de lo dispuesto por la autoridad sanitaria competente, siempre que no se refiera a la composición original del producto y cuya disposición no reemplace ni oculte la información del rotulado original.

4 REQUISITOS OBLIGATORIOS

4.1 Documentación Obligatoria

- a) Copia simple de la consulta web del Registro Sanitario del producto y anotaciones según corresponda, expedido por la DIGESA, el que debe corresponder al producto, marca, envase y presentación, vigente durante el periodo de atención.
- b) Copia simple de la Resolución Directoral que otorga Validación Técnica Oficial del Plan HACCP emitida por la DIGESA, otorgada para la línea de proceso productivo del producto requerido, vigente durante la fabricación del producto.

4.2 Certificación Obligatoria

- a) Original o copia expedida (no copia simple) o copia legalizada notarialmente del certificado o informe de inspección de lote, emitido por un Organismo de Inspección acreditado ante INACAL-DA, el mismo que debe adjuntar original o copia simple de los informes de ensayo de las características organolépticas, fisicoquímicas y requisitos de envase establecidas en las especificaciones técnicas del producto (por código de lote y presentación), realizados por un Laboratorio de Ensayo acreditado por el INACAL-DA.
- b) Original o copia simple de los informes de ensayo de las características microbiológicas, realizados con métodos de ensayo acreditados para el producto (por código de lote y presentación), por un Laboratorio de Ensayo acreditado por el INACAL-DA, "con el símbolo de acreditación".

Firma Digital
PROGRAMA NACIONAL
DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR
GALI WARMA

He hecho digitalmente por:
CONTRERAS BONILLA Luis
Herrán PAU 20200710000000000000
Méjico, D. F. V. B.
Fecha: 18.09.2021 10:02:58 -03:00

Firma Digital
PROGRAMA NACIONAL
DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR
GALI WARMA

He hecho digitalmente por:
ALTAMIRANO LOPEZ Luis Enrique
PAU 2020071000000000000000
Méjico, D. F. V. B.
Fecha: 18.09.2021 21:08:34 -03:00

	PERÚ	Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	Viceministerio de Prestaciones Sociales	Programa Nacional de Alimentación Escolar (QALI WARMA)
Versión N° 01		NÉCTAR DE FRUTA		Resolución Ejecutiva N° D000233-2021-MIDIS/PNAEQW-DE
		CÓDIGO: BEB-NF-2022		Pág. 4 de 4

- En caso no exista laboratorio de ensayo, que cuente con método de ensayo acreditado para el producto, se puede utilizar métodos de ensayo no acreditados realizados por un laboratorio de ensayo acreditado por el INACAL-DA.

Los ensayos se realizan considerando lo siguiente:

- Análisis Organoléptico y Físico químico**

El número de unidades de muestra para los ensayos organolépticos y fisicoquímicos es por una vía, de acuerdo a la NTP-ISO 2859-1:2013 (revisada el 2018): *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1: Esquemas de muestreo clasificados por límite de calidad aceptable (LCA) para inspección lote por lote. 4a Edición*, nivel de inspección especial S4, plan de muestreo simple para inspección normal y LCA 0.65 (para efecto de extracción de la muestra).

- Análisis Microbiológico**

El número de unidades de muestra para los ensayos microbiológicos debe ser de acuerdo al plan de muestreo establecido en la Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano aprobado por Resolución Ministerial N°591-2008/MINSA. No se permite compositar, salvo indicación expresa en la norma sanitaria en mención.

Se aceptan certificados o informes de inspección e informes de ensayo con fecha de emisión no mayor a seis (06) meses, los mismos que deben estar vigentes hasta el plazo máximo de liberación correspondiente; asimismo, no se acepta que mediante carta o adenda se rectifiquen los resultados de análisis emitidos en el documento original, ni las revalidaciones que amplien la vigencia de los certificados o informes de inspección e informes de ensayo.

El alimento **debe cumplir con lo establecido en las "Generalidades" de las Especificaciones Técnicas de Alimentos del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma.**

Firma Digital
PROGRAMA NACIONAL
DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR

firmado digitalmente por
CHINCHILLA BONILLA Luis
en la PAU 202002130003.html
el día: Día 17/03/2021 11:00:35 -0500

Firma Digital
PROGRAMA NACIONAL
DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR
QALI WARMA

firmado digitalmente por
CHINCHILLA BONILLA Luis Enrique
el 17/03/2021 11:00:34 -0500
el día: 17/03/2021 11:00:34 -0500

Anexos I

Norma del CODEX para Norma general para zumos (jugos) y néctares de frutas 247-2005

CXS 247-2005

3

1. SCOPE

This standard applies to all products as defined in Section 2.1 below.

2. DESCRIPTION

2.1 Product definition

2.1.1 Fruit juice

Fruit juice is the unfermented but fermentable liquid obtained from the edible part of sound, appropriately mature and fresh fruit or of fruit maintained in sound condition by suitable means including post-harvest surface treatments applied in accordance with the applicable provisions of the Codex Alimentarius Commission (CAC).

Some juices may be processed with pips, seeds and peel, which are not usually incorporated in the juice, but some parts or components of pips, seeds and peel, which cannot be removed by good manufacturing practices (GMP) will be acceptable.

The juice is prepared by suitable processes, which maintain the essential physical, chemical, organoleptic and nutritional characteristics of the juices of the fruit from which it comes. The juice may be cloudy or clear and may have restored^a aromatic substances and volatile flavour components, all of which must be obtained by suitable physical means, and all of which must be recovered from the same kind of fruit. Pulp and cells obtained by suitable physical means from the same kind of fruit may be added.

A single juice is obtained from one kind of fruit. A mixed juice is obtained by blending two or more juices or juices and purées, from different kinds of fruit.

Fruit juice is obtained as follows:

Fruit juice directly expressed by mechanical extraction processes.

Fruit juice from concentrate by reconstituting concentrated fruit juice defined in Section 2.1.2 with potable water that meets the criteria described in Section 3.1.1(c).

2.1.2 Concentrated fruit juice

Concentrated fruit juice is the product that complies with the definition given in Section 2.1.1 above, except water has been physically removed in an amount sufficient to increase the Brix level to a value at least 50 percent greater than the Brix value established for reconstituted juice from the same fruit, as indicated in the annex. In the production of juice that is to be concentrated, suitable processes are used and may be combined with simultaneous diffusion of the pulp cells or fruit pulp by water, provided that the water-extracted soluble fruit solids are added in line to the primary juice, before the concentration procedure.

Fruit juice concentrates may have restored^b aromatic substances and volatile flavour components, all of which must be obtained by suitable physical means, and all of which must be recovered from the same kind of fruit. Pulp and cells^c obtained by suitable physical means from the same kind of fruit may be added.

^a This standard supersedes individual standards for fruit juices and related products, as indicated below. Fruit juices preserved exclusively by physical means: orange juice (CODEX STAN 45-1981), grapefruit juice (CODEX STAN 46-1981), lemon juice (CODEX STAN 47-1981), apple juice (CODEX STAN 48-1981), tomato juice (CODEX STAN 49-1981), grape juice (CODEX STAN 82-1981), pineapple juice (CODEX STAN 85-1981), blackcurrant juice (CODEX STAN 120-1981) and General standard for fruit juices not covered by individual standards (CODEX STAN 164-1989). Concentrated fruit juices preserved exclusively by physical means: concentrated apple juice (CODEX STAN 63-1981), concentrated orange juice (CODEX STAN 64-1981), concentrated grape juice (CODEX STAN 83-1981), concentrated labrusca type grape juice, sweetened (CODEX STAN 84-1981), concentrated blackcurrant juice (CODEX STAN 121-1981) and concentrated pineapple juice (CODEX STAN 138-1983). Concentrated fruit juices with preservatives for manufacturing: concentrated pineapple juice (CODEX STAN 139-1983). Fruit nectars preserved exclusively by physical means: apricot, peach and pear nectars (CODEX STAN 44-1981), guava nectar (CODEX STAN 148-1985), non-pulpy blackcurrant nectar (CODEX STAN 101-1981), pulpy nectars of certain small fruits (CODEX STAN 122-1981), nectars of certain small fruits (CODEX STAN 122-1981), nectars of certain citrus fruits (CODEX STAN 134-1981), General standard for fruit nectars not covered by individual standards (CODEX STAN 161-1989) and liquid pulpy mango products (CODEX STAN 149-1985). Guidelines: Guidelines for mixed fruit juices (CAC/GL 11-1991) and Guidelines for mixed fruit nectars (CAC/GL 12-1991).

^b Introduction of aromas and flavours are allowed to restore the level of these components up to the normal level attained in the same kind of fruit.

^c For citrus fruits, pulp or cells are the juice sacs obtained from the endocarp.

2.1.3 Water-extracted fruit juice

Water-extracted fruit juice is the product obtained by diffusion with water of:

- pulpy whole fruit whose juice cannot be extracted by any physical means; or
- dehydrated whole fruit.

Such products may be concentrated and reconstituted.

The solids content of the finished product shall meet the minimum Brix level for reconstituted juice specified in the annex.

2.1.4 Fruit purée for use in the manufacture of fruit juices and nectars

Fruit purée for use in the manufacture of fruit juices and nectars is the unfermented but fermentable product obtained by suitable processes e.g. by sieving, grinding, milling the edible part of the whole or peeled fruit without removing the juice. The fruit must be sound, appropriately mature, and fresh or preserved by physical means or by treatment(s) applied in accordance with the applicable provisions of the CAC.

Fruit purée may have restored^d aromatic substances and volatile flavour components, all of which must be obtained by suitable physical means, and all of which must be recovered from the same kind of fruit. Pulp and cells obtained by suitable physical means from the same kind of fruit may be added.

2.1.5 Concentrated fruit purée for use in the manufacture of fruit juices and nectars

Concentrated fruit purée for use in the manufacture of fruit juices and nectars is obtained by the physical removal of water from the fruit purée in an amount sufficient to increase the Brix level to a value at least 50 percent greater than the Brix value established for reconstituted juice from the same fruit, as indicated in the annex.

Concentrated fruit purée may have restored^e aromatic substances and volatile flavour components, all of which must be obtained by suitable physical means, and all of which must be recovered from the same kind of fruit.

2.1.6 Fruit nectar

Fruit nectar is the unfermented but fermentable product obtained by adding water with or without the addition of sugars as defined in Section 3.1.2(a), honey and/or syrups as described in Section 3.1.2(b), and/or food additive sweeteners as listed in the *General standard for food additives* (CXS 192-1995)(GSFA)^f to products defined in Sections 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4 and 2.1.5 or to a mixture of those products. Aromatic substances, volatile flavour components, pulp and cells^g all of which must be recovered from the same kind of fruit and be obtained by suitable physical means may be added. That product moreover must meet the requirements defined for fruit nectars in the annex.

A mixed fruit nectar is obtained from two or more different kinds of fruit.

2.2 Species

The species indicated as the botanical name in the annex shall be used in the preparation of fruit juices, fruit purées and fruit nectars bearing the product name for the applicable fruit.

For fruit species not included in the annex, the correct botanical or common name shall apply.

3. ESSENTIAL COMPOSITION AND QUALITY FACTORS

3.1 Composition

3.1.1 Basic ingredients

- (a) For directly expressed fruit juices, the Brix level shall be the Brix as expressed from the fruit, and the soluble solids content of the single strength juice shall not be modified, except by blendings with the juice of the same kind of fruit.
- (b) The preparation of fruit juice that requires reconstitution of concentrated juices must be in accordance with the minimum Brix level established in the annex, exclusive of the solids of any added optional ingredients and additives. If there is no Brix level specified in the table, minimum Brix shall be calculated on the basis of the soluble solids content of the single strength juice used to produce such

^d See note I.

^e See note I.

^f See note II.

concentrated juice.

- (c) For reconstituted juice and nectar, the potable water used in reconstitution shall, at a minimum, meet the latest edition of the World Health Organization's *Guidelines for drinking-water quality*⁹ (Volumes 1 and 2).

3.1.2 Other permitted ingredients

Except as otherwise provided, the following shall be subject to ingredient labelling requirements:

- (a) Sugars with less than 2 percent moisture as defined in the *Standard for sugars* (CXS 212-1999);² sucrose,¹⁰ dextrose anhydrous, glucose,¹¹ fructose, may be added to all products defined in Section 2.1. (The addition of ingredients listed in Sections 3.1.2(a) and 3.1.2(b) applies only to products intended for sale to the consumer or for catering purposes).
- (b) Syrups (as defined in the *Standard for sugars*), liquid sucrose, invert sugar solution, invert sugar syrup, fructose syrup, liquid cane sugar, isoglucose and high fructose syrup may be added only to fruit juice from concentrate, as defined in Section 2.1.1.2, concentrated fruit juices, as defined in Section 2.1.2, concentrated fruit purée as defined in Section 2.1.5, and fruit nectars as defined in Section 2.1.6. Honey and/or sugars derived from fruits may be added only to fruit nectars as defined in Section 2.1.6.
- (c) Subject to national legislation of the importing country, lemon (*Citrus limon* (L.) Burm. f. *Citrus limonum* Rissa) juice or lime (*Citrus aurantifolia* [Christm.]) juice, or both, may be added to fruit juice up to 3 g/l anhydrous citric acid equivalent for acidification purposes to unsweetened juices as defined in Sections 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4 and 2.1.5. Lemon juice or lime juice, or both, may be added up to 5 g/l anhydrous citric acid equivalent to fruit nectars as defined in Section 2.1.6.
- (d) The addition of both sugars (defined in subparagraphs (a) and (b)) and acidifying agents (listed in the GSFA) to the same fruit juice is prohibited.
- (e) Subject to national legislation of the importing country, the juice from *Citrus reticulata* and/or hybrids with *reticulata* may be added to orange juice in an amount not to exceed 10 percent of soluble solids of the *reticulata* to the total of soluble solids of orange juice.
- (f) Salt and spices and aromatic herbs (and their natural extracts) may be added to tomato juice.
- (g) For the purposes of product fortification, essential nutrients (e.g. vitamins, minerals) may be added to products defined in Section 2.1. Such additions shall comply with the texts of the CAC established for this purpose.

3.2 Quality criteria

The fruit juices and fruit nectars shall have the characteristic colour, aroma and flavour of juice from the same kind of fruit from which it is made.

The fruit shall retain no more water from washing, steaming or other preparatory operations than technologically unavoidable.

3.3 Authenticity

Authenticity is the maintenance of the product's essential physical, chemical, organoleptic, and nutritional characteristics of the fruit(s) from which it comes.

3.4 Verification of composition, quality and authenticity

Fruit juices and nectars should be subject to testing for authenticity, composition and quality, where applicable and where required. The analytical methods used should be those found in Section 9 Methods of analysis and sampling.

The verification of a sample's authenticity/quality can be assessed by comparison of data for the sample, generated using appropriate methods included in the standard, with that produced for fruit of the same type and from the same region, allowing for natural variations, seasonal changes and for variations occurring due to processing.

4. FOOD ADDITIVES

Food additives listed in Tables 1 and 2 of the *General standard for food additives* (CXS 192-1995)¹ in Food categories 14.1.2.1 (Fruit juice), 14.1.2.3 (Concentrates for fruit juice), 14.1.3.1 (Fruit nectar) and 14.1.3.3 (Concentrates for fruit nectar) may be used in foods subject to this standard.

⁹ *Guidelines for drinking-water quality, 4th edition, incorporating the 1st addendum.*

¹⁰ Termed "white sugar" and "mill sugar" in the *Standard for sugars* (CXS 212-1999).

¹¹ Termed "dextrose anhydrous" in the *Standard for sugars* (CXS 212-1999).

Anexos J

Análisis fisicoquímico y microbiológico de la bebida funcional a base de sauco y yacón fortificado con sulfato ferroso



INFORME DE ENSAYO 221424018

		FR 044
Nº de Orden de Servicio	: ITS14533	
Nº de Protocolo	: 221424012	
Cliente	: IRVIN RIMARACHE ORTIZ	
Muestra(s) declarada(s)	: BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE SAUCO Y YACÓN FORTIFICADO	
Procedencia de la Muestra	: Proporcionado por el cliente 01	
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	: Muestra (1.1L)	
Identificación de la Muestra	: Lab: 08-01012	
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2024-11-07	
Fecha de Inicio del Análisis	: 2024-11-08	
Fecha de Emisión de Informe	: 2024-11-15	

RESULTADOS

Análisis Microbiológico:

Parámetro	Unidad	Resultados
		08-01012
Número de Mohos	UFC/ml	<1
Número de Coliformes	NMP/ml	<3
Número de aerobios mesófilos	UFC/ml	<10
Número de levaduras	UFC/ml	<1

*Número estimado, UFC: Unidades Formadoras de Colonias, NMP: Número Mas Probable

Análisis Fisicoquímico:

Parámetro	Unidad	Resultados
		08-01012
Polifenoles	mgGAE/100ml	592.59
Capacidad Antioxidante	(μmol TE/100g)	612.12
Acidez Total(g/100ml)	(g/100ml)	5.76
pH	-	4.20
Brix	-	13

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Ocratoxina A	ISO 15141-1: 1998 Productos alimenticios. Determinación de ocratoxina A en cereales y productos a base de cereales
Allatoxinas totales	NEOGEN CORPORATION, Veratox HS for Aflatoxin (high sensitivity). 2008 / Veratox HS. Aflatoxin high sensitivity quantitative test.
Pb	NOM-117-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método de Prueba para la determinación de Cadmio, arsénico, plomo, estano, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica.
Cadmio	NOM-117-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método de Prueba para la determinación de Cadmio, arsénico, plomo, estano, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o tipo que no haya sido explicitada. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebidamente constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no realizó la forma de **“N-04”** o el muestrario, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron proporcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.