

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
USFQ**

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Estudio de la adición de linaza y menta en los
parámetros fisicoquímicos y reológicos, para la creación
de una bebida funcional.**

Darwin Enrique Lara Parra

Ingeniería en Alimentos

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

Quito, 16 de diciembre del 2022

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
USFQ**

Colegio de Ciencias e Ingenierías

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

**Estudio de la adición de linaza y menta en los
parámetros fisicoquímicos y reológicos, para la creación
de una bebida funcional.**

Darwin Enrique Lara Parra

Nombre del profesor, Título académico María Gabriela Vernaza, Ph.D.

Quito, 16 de diciembre del 2022

© DERECHOS DE AUTOR

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

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

Nombres y apellidos:	Darwin Enrique Lara Parra
Código:	00206889
Cédula de identidad:	1723388672
Lugar y fecha:	Quito, 16 de diciembre del 2022

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios y a la Virgencita de Guadalupe, por darme la vida, salud, por cuidarme y permitir que culmine satisfactoriamente mi carrera universitaria.

A mi madre que siempre me brindo su apoyo y cariño durante este periodo universitario, a mi padre que con su ejemplo supo guiarme como buen profesional y excelente persona. Ellos son los que con sus consejos me impulsaron siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. A mis hermanas Emily y Cindy, que fueron una compañía y apoyo de manera incondicional, por tenerme paciencia y por siempre sacarme una sonrisa.

A mis mejores amigos, Karen que me apoyo toda mi trayectoria universitaria, con sus consejos y su cariño supo ayudarme en todo momento. A David por su incondicional amistad siempre me aconsejaba aquellos momentos que lo necesitaba.

A todos mis compañeros y amigos con los cuales compartí varios momentos inolvidables que nos llenaron de alegría y tristeza. De manera especial a Leslie por haber formado parte de este proceso, por su cariño, apoyo, sus consejos y su paciencia.

Finalmente, a todos los profesores de la carrera, por transmitir sus conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. En especial al profesor Javier Garrido quien fue la persona que me impulso a seguir la carrera de Ing. en Alimentos, al mostrarme lo maravillosa que era y lo que se hace dentro de la misma.

RESUMEN

En la actualidad la mala alimentación y la vida sedentaria ha generado un alto índice de adquirir enfermedades como la diabetes, obesidad, enfermedades cardiovasculares, entre otros. Por esta razón se busca elaborar nuevos productos que posean en sus formulaciones ciertos alimentos que tengan beneficios para el consumidor. Tal es el caso del mucílago de linaza que ayuda a la reducción del colesterol sérico y la disminución de la respuesta glucémica. Por otro lado, la menta que al poseer antioxidantes ayuda a reducir el daño oxidativo que se relaciona con enfermedades como el cáncer. El objetivo de este estudio fue utilizar el mucílago de linaza junto a la menta para evaluar el comportamiento del pH, °Brix, Viscosidad y Vitamina C de una bebida funcional. Se utilizó un diseño central compuesto (DCC) con arreglo factorial 2^2 . Las variables de estudio fueron el porcentaje de linaza (6.89 – 28.11%) y el porcentaje de la menta (0.19 – 2.31%). Con la ayuda del software Statistica 10 se obtuvo modelos matemáticos de las variables de salida con un R^2 ajustado mínimo de 0.60 y consecutivamente se graficó las superficies para las variables de respuesta significativas (°Brix, Viscosidad y Vitamina C). Posteriormente, se optimizó los tratamientos para obtener dos formulaciones, una con menor viscosidad (567) y otra con mayor viscosidad (439). La evaluación sensorial mostro que la muestra 567 posee mayor preferencia y una aceptación global de “no me gusta ni me disgusta”. Finalmente, el análisis proximal de la muestra 567 muestra un bajo contenido de grasa, proteína y cenizas, mientras que para los carbohidratos presenta un valor de 1g/100g.

Palabras clave: Mucílago de linaza, menta, viscosidad, vitamina C.

ABSTRACT

At present, poor nutrition and a sedentary life have generated a high rate of acquiring diseases such as diabetes, obesity, cardiovascular diseases, among others. For this reason, it is sought to develop new products which have in their formulations certain foods that will have benefits for the consumer. Such is the case of flaxseed mucilage that helps to reduce serum cholesterol and decrease the glycemic response. And the mint that, having antioxidants, helps reduce oxidative damage that is related to diseases such as cancer. The objective of this study was to use flaxseed mucilage together with mint to evaluate the behavior of pH, °Brix, Viscosity and Vitamin C of a functional beverage. A central compound design (CDC) with a 2² factorial arrangement is used. The study variables were the percentage of linseed (6.89 - 28.11%) and the percentage of mint (0.19 - 2.31%). With the help of the Statistica 10 software, mathematical models of the output variables were obtained with a minimum adjusted R² of 0.60 and consecutively the surfaces for the significant response variables (°Brix, Viscosity and Vitamin C) were plotted. Subsequently, the treatments are optimized to obtain two formulations, one with lower viscosity (567) and another with higher viscosity (439). The sensory evaluation showed that sample 567 has a greater preference and a global acceptance of "I neither like nor dislike". Finally, the proximal analysis of sample 567 shows a low content of fat, protein and ash, while for carbohydrates it presents a value of 1g/100g.

Keywords: Linseed mucilage, mint, viscosity, vitamin C.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	4
INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVOS	13
General.....	13
Específico	13
MATERIALES Y MÉTODOS	13
Materias Primas	13
Diseño experimental	13
Procedimiento General	14
Caracterización de la bebida	15
Función de Deseabilidad	15
Evaluación Sensorial.....	16
Análisis Estadístico	17
RESULTADO Y DISCUSIÓN	17
°Brix.....	18
Vitamina C.....	19
Viscosidad	20
Función de deseabilidad (FD)	21
Evaluación sensorial	22
Análisis Proximal	24
CONCLUSIONES	26
RECOMENDACIONES	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
ANEXOS 30	
ANEXO A: PRESENTACIÓN MUESTRAS PARA EVALUACIÓN SENSORIAL	30
ANEXO B: CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL.....	31
ANEXO C: CUESTIONARIO PARA LA PRUEBA DE PREFERENCIA	32
ANEXO D: CUESTIONARIO PARA LA PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO	33
ANEXO E: NUMERO MÍNIMO DE RESPUESTAS CORRECTAS PARA ESTABLECER SIGNIFICANCIA A DIFERENTES NIVELES DE PROBABILIDAD SEGÚN DISTRIBUCIÓN BINOMIAL	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Valores utilizados en el DCC	14
Tabla 2.	Métodos utilizados en la determinación fisicoquímica de las bebidas	15
Tabla 3.	Asignación de peso y objetivo para cada variable	16
Tabla 4.	Resultados de las variables de salida del diseño experimental.	18
Tabla 5.	Modelos matemáticos de las variables obtenidos con el CCD	18
Tabla 6.	Soluciones de la Función de deseabilidad.	21
Tabla 7.	Resultados reales y teóricos de los tratamientos.	22
Tabla 8.	Resultados de la prueba de preferencia.	22
Tabla 9.	Resultados de la prueba de nivel de agrado.	23
Tabla 10.	Análisis proximal de la muestra 567.	24

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Proceso de producción de bebida de linaza con menta.	14
Figura 2.	Superficie de respuesta para °Brix.....	19
Figura 3.	Superficie de respuesta para Vitamina C.....	20
Figura 4.	Superficie de respuesta para Viscosidad.	21
Figura 5.	Gráfico radial del total de votos para cada atributo evaluado.....	23
Figura 6.	Etiqueta Nutricional de la bebida	25
Figura 7.	Semáforo nutricional de la bebida.....	25

INTRODUCCIÓN

Los alimentos tienen como principal objetivo el satisfacer las necesidades nutricionales de las personas, esto se puede lograr con un adecuado balance entre la proporción y el tipo de alimentos que se consume. En la actualidad, el estilo de vida acelerado y el sedentarismo en la población han generado importantes cambios en los hábitos alimenticios a nivel mundial generando así problemas de salud pública, como diabetes, sobrepeso, enfermedades cardiovasculares, entre otros. Los hábitos alimenticios pueden ser considerados patrones que han sido establecidos culturalmente, los cuales han ido evolucionando y adaptándose a las sociedades, por esta razón que se indica que estos hábitos de la población están influenciados por algunos factores demográficos como la raza, clase social, la edad, educación, salud y ámbito social (Sánchez, 2020). Algunos estudios revelan como la mayoría de los jóvenes afectan su estilo de vida alimentaria de manera drástica al entrar a la etapa universitaria, ya que esta alimentación es anómala debido a problemas con el estrés, la mala organización de tiempo o el ingerir aquellos alimentos con altas calorías como la comida rápida (Quichimbo, et al., 2019).

Hoy en día estos problemas de alimentación inadecuada se han presentado de manera global, por lo que se ha visto la necesidad de desarrollar alimentos que contengan en sus formulaciones componentes funcionales como fibra dietética, ácidos grasos, antioxidantes, etc. Los cuales tengan la capacidad de brindar efectos beneficiosos para la salud de los consumidores (Villagrán, et al., 2022), estos son conocidos como alimentos funcionales. Dentro de esta línea, encontramos una gran tendencia por el consumo de bebidas funcionales, las cuales son consideradas como aquellos refrescos que se ingieren con el fin de hidratar y mejorar situaciones fisiológicas de quien lo consuma. Por lo que también se lo puede denominar aquella bebida que posee en su formulación uno o varias materias primas funcionales no tradicionales, los cuales pueden ser beneficiosos para la salud ayudando a la reducción del riesgo de enfermedades. Este tipo de bebida funcional

son considerados como un importante medio para el suplemento de componentes nutraceuticos enriquecidos como la fibra soluble o los extractos herbales (Paredes & Areche, 2021), existen diferentes tipos como té helados, bebidas para deportistas, mezclas de menta y batidos, los cuales tienen como objetivo el brindar bienestar en tanto a la salud alimenticia del consumidor.

Partiendo de esta idea se busca la necesidad de analizar ciertos alimentos que brinden estos beneficios. Tal es el caso de la linaza que ha sido utilizado desde tiempos antiguos y en la actualidad está teniendo cierto interés, debido a que posee un exclusivo perfil de nutrientes y su potencial por prevenir enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer (Suamar, 2015). La linaza es la semilla proveniente de la planta de lino conocido como *Linum usitatissimum*, esta presenta ventajas nutricionales como su elevado contenido de fibra y proteínas, además posee ácidos grasos como el omega-3 u omega-6 y un cierto contenido de lignanos que presentan un impacto positivo en la salud. Entre los beneficios de esta semilla está la disminución de colesterol, enfermedades del corazón, menor riesgo de cáncer y ayuda a controlar la diabetes (Chasiloa Tipán, 2021). Las semillas de lino son ricas en fibra soluble o también conocido como mucílago, que exhibe diferentes propiedades funcionales, como la formación de geles, retención de agua y funciones fisiológicas en el tracto gastrointestinal, como la (Azarpazhooh, et al., 2021). El cultivo de lino posee ciertas características positivas para el contorno ambiental ya que posee bajos costos de producción, se adapta a zonas marginales y presenta ser una opción adecuada para incorporar a cultivos ganaderos a través de su consolidación con pasturas (Sánchez Vallduví & Sarandón, 2021).

La producción de linaza muestra un gran impacto en la economía de varios países, debido a que en los últimos años se ha visto una gran ampliación en su producción, según la FAO en 2020, Rusia y China alcanzaron un 0.79 y 0.58 millones de toneladas

respectivamente de producción de semillas de linaza, en la región sudamericana se vio el mismo fenómeno donde Argentina logro 10 mil toneladas y Uruguay 5 mil toneladas alcanzando a representar el mayor volumen de producción del mercado de esta semilla en ese año (FAO, 2021). En Latinoamérica se ha observado como el uso de semillas de linaza consideradas como semillas ancestrales están en tendencia y se está empezando a utilizar como materia prima en una gran variedad de productos, un ejemplo de esto es en Chile donde Quaker ® distribuye avenas con semillas de linaza, sésamo y chía (Cuyhehtman, 2020).

En la actualidad algunos estudios revelan que la salud mental es uno de los tópicos con mayor prioridad en el mundo después de la pandemia del COVID-19, por esta razón que se ha realizado diferentes investigaciones para analizar el potencial funcional de ciertos alimentos sobre la salud mental. Dentro de esto se ha observado la linaza debido a que se indica que los ácidos grasos omega-3 se relaciona con un mejor manejo de estrés, depresión y el mejoramiento de la función del cerebro y a la fibra se asocia con la mejoría en la pérdida de memoria a largo plazo (Rodríguez Casallas, 2022), por esta razón que la adición de la linaza a diferentes productos puede añadir un valor agregado a productos a nivel comercial y ser una oportunidad en el mercado de alimentos.

Otro alimento asociado a brindar beneficios al consumidor son las plantas aromáticas, que en la actualidad llaman la atención por su importante papel en la salud, tal es el caso de la menta que posee sustancias fitoquímicas como los tocoferoles, flavonoides, etc., estos están asociados a reducir el daño oxidativo que se relaciona con enfermedades como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, la aterosclerosis y la diabetes (Monteiro et al., 2021). Por esta razón que la menta es muy utilizada para realizar infusiones como medicina tradicional, ya que estas han reportado ser una rica fuente de vitaminas B1, B2, B5, C y E, asociando a la infusión de menta un principio de propiedades

antioxidantes, los cuales ayudan a combatir los radicales libres generados por el estrés oxidativo (Coronado et al., 2015).

OBJETIVOS

General

Analizar el efecto de la adición del mucílago de linaza y menta sobre el pH, °Brix, vitamina C y viscosidad en una bebida funcional.

Específico

- Utilizar la metodología de superficie de respuesta para optimizar los tratamientos al modificar el porcentaje de mucílago de linaza y menta.
- Realizar un análisis sensorial de los mejores tratamientos para observar su preferencia y nivel de agrado.
- Efectuar un análisis proximal a la muestra que haya tenido mayor preferencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias Primas

Las materias primas fueron obtenidas de empresas y mercados locales. Se utilizó linaza y menta que se obtuvo de un mercado local de la ciudad de Quito sector Tumbaco, para dar sabor a la bebida se utilizó un saborizante de lima-limón que fue suministrado por la empresa Magic Flavors (Quito, Ecuador), se utilizó Sucralosa de la marca Supermaxi, ácido cítrico y benzoato de sodio.

Diseño experimental

Se aplicó un diseño central compuesto (DCC) con arreglo factorial 2^2 , 2 factores con dos niveles cada uno. Los factores de estudio fueron: porcentaje de linaza (6.89 – 28.11%) y menta (0.19 – 2.31%) (Tabla 1), cada tratamiento se mezcló con los demás ingredientes. Se realizaron 12 corridas de las cuales fueron 4 tratamientos factoriales, 4 axiales (alfa) y 4 réplicas del punto central.

Tabla 1. Valores utilizados en el DCC

Variables	(-1,4142)	(-1)	0	(+1)	(+1,4142)
% Linaza	6,89	10	17,5	25	28,11
%Menta	0,19	0,5	1,25	2	2,31

Procedimiento General

Para la obtención de la bebida el procedimiento fue el siguiente:

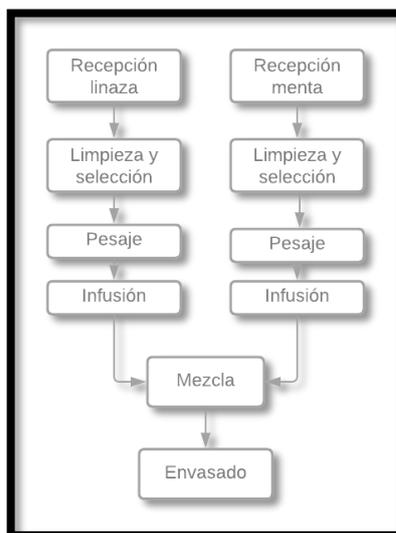


Figura 1. Proceso de producción de bebida de linaza con menta.

Recepción

Se comenzó con la recepción de todas las materias primas: linaza, menta, saborizante, sucralosa, ácido cítrico y benzoato de sodio. Para el caso de la menta y la linaza se realizó una inspección visual y una limpieza en seco para evitar la presencia de materiales extraños como polvo, otro tipo de semillas o hojas.

Pesaje

Se procedió a un pesaje inicial de linaza y menta según la formulación para realizar las respectivas infusiones de estas dos materias primas, cabe mencionar que para el caso de la menta se utilizó solo las hojas como materia prima y para realizar la infusión se pesó por separado el total del agua para tener dos infusiones. Por último, se pesó el resto de los ingredientes.

Infusión

Para comenzar con la infusión se llevó el agua a punto de ebullición, para la linaza se esperó a que el agua este a 80°C para colocarlo y dejarlo por 20min (Castañeda et al., 2019), mientras que para la menta se utilizó la misma temperatura y por 10min (Román, 2012).

Cernido y Mezcla

Después del tiempo de infusión se realizó un cernido a la infusión de la linaza para separar el mucílago y el agua de las semillas, al igual que las hojas de la menta, estas dos se mezclan para después añadir la sucralosa, el ácido cítrico y el benzoato de sodio, por último, se añade el saborizante a 25°C y se mezcla una vez más.

Envasado

Después de que finalice el homogenizado se realiza un envase manual en botellas plásticas previamente esterilizadas y se los ubicó en la cámara de 4°C.

Caracterización de la bebida

Las bebidas fueron analizadas siguiendo cada una de las metodologías descritas en la siguiente tabla:

Tabla 2. Métodos utilizados en la determinación fisicoquímica de las bebidas

Determinación Fisicoquímica	Método
pH	Mediante un potenciómetro (AOAC 981,12) (2005)
° Brix	Mediante un refractómetro (AOAC 931,12) (2005)
Vitamina C	Valoración con 2,6 dicloroindofenol (AOAC 967,21) (2005)
Viscosidad	Mediante un viscosímetro Brookfield (Huezo, 2008)

Función de Deseabilidad

La función de deseabilidad (FD) es una técnica que se basa en la optimización multivariable, teniendo como objetivo principal el hallar un cierto grupo de operaciones que optimicen en un punto, todas las variables de la superficie de respuesta utilizada o que se mantengan en un rango deseado (Bonilla & Calderón, 2017). Para esto se utilizó

el software Design Expert 10, donde se asignó el peso de cada variable y se estableció objetivos de maximización, minimización y mantención en rangos deseados (Tabla 3). En este proceso evaluó todos los tratamientos y a partir de los valores de deseabilidad se eligieron los tratamientos con mayor valor para que sean utilizadas para las evaluaciones sensoriales.

Tabla 3. Asignación de peso y objetivo para cada variable

Variable	Porcentaje de linaza bajo (tratamiento 1)		Porcentaje de linaza alto (tratamiento 2)	
	Objetivo	Peso	Objetivo	Peso
%Linaza (x1)	En rango	3	En rango	3
%Menta (x2)	En rango	3	En rango	3
Vit C	Maximizar	5	Maximizar	5
Viscosidad	Minimizar	5	Maximizar	5
°Brix	Minimizar	1	Minimizar	1

Evaluación Sensorial

Se realizó dos diferentes tipos de pruebas dentro de la evaluación sensorial. Para la primera prueba se realizó una prueba de preferencia a los 2 tratamientos que obtuvieron mayor valor de deseabilidad de acuerdo con los resultados de optimización de la FD. La prueba se efectuó con 60 panelistas no entrenados (33 hombres y 27 mujeres de edades entre 18 y 47), se realizó en el aula de evaluación sensorial de la Universidad San Francisco de Quito. Las muestras fueron codificadas de la siguiente manera: 567 a la formulación con mayor viscosidad y 439 a la que poseía menor viscosidad, se colocó 50ml de muestra en vasos de 5oz, estas fueron ubicadas de manera aleatorizada en un plato blanco de poliestireno, junto a una galleta y agua (Anexo A), con el objetivo de limpiar el paladar para evitar cualquier sabor residual entre tratamientos (Ramírez, 2012), además que se entregó el consentimiento informado (Anexo B) y el cuestionario respectivo para esta prueba (Anexo C),

Para la segunda prueba se utilizó la muestra que tuvo mayor preferencia y tenga diferencia significativa sobre la otra muestra. Para esta se aplicó una prueba de nivel de agrado con una escala hedónica verbal de 5 puntos para evaluar ciertos atributos (color, olor y viscosidad) y la aceptación global (Lim, 2011). En esta participaron 60 panelistas no entrenados (31 hombre y 29 mujer de edades entre 18 y 26), a los que se les dio en un vaso de 5oz, los 50ml de muestra para ser evaluada, el consentimiento informado (Anexo B) y el cuestionario para esta prueba (Anexo D).

Con los resultados de la segunda prueba se realizó un conteo de cada atribuido a cada parámetro sensorial y se ejecutó un gráfico radial para analizar el nivel de agrado del producto según la escala utilizada.

Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos a partir del CCD se evaluaron mediante el método de Superficie de Respuesta, en total se analizó 4 variables de respuesta, obteniendo sus respectivos modelos matemáticos y coeficientes de regresión como se muestra en la Tabla 4. El análisis se lo realizó en el software Statistica 10, el valor de significancia para los análisis se estableció de 5%. Los resultados de la evaluación sensorial se analizaron mediante el Anexo D, para observar si existe diferencia significativa entre muestras, el nivel de significancia que se utilizó fue de 5%.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos en el CCD. Se presentan los resultados de pH, °Brix, vitamina C y viscosidad de los diferentes tratamientos. Consecutivamente, con la ayuda del análisis estadístico se pudo observar la influencia del porcentaje de linaza y menta en cada una de las variables de respuesta, se obtuvo los respectivos modelos matemáticos (Tabla 4), para modelar el comportamiento con

superficies para cada respuesta. Dentro de cada variable de respuesta se eligió un R^2 ajustado alrededor de 0.60, para ser considerado significativo sobre las variables de entrada y graficar su respectiva superficie de respuesta.

Tabla 4. Resultados de las variables de salida del diseño experimental.

Corrida	Linaza (%)	Menta (%)	pH	°Brix	Vitamina C (mg)	Viscosidad (cp)
1	-1	-1	3,74±0,07	0,75±0,31	6,74±02,74	14,4±3,84
2	-1	1	3,885±0,18	1,2±0,002	13,8±2,25	14,3±3,91
3	1	-1	4,1±0,32	2,2±0,71	6,74±2,73	26,3±4,57
4	1	1	3,345±0,20	0,7±0,35	13,8±02,25	26±4,36
5	-1,4142	0	3,67±0,023	1,15±0,03	9,58±0,72	9,48±7,31
6	1,4142	0	3,725±0,062	1,75±0,39	9,98±0,44	30,6±7,61
7	0	-1,4142	3,495±0,10	0,95±0,17	4,8±4,10	19,3±0,37
8	0	1,4142	3,59±0,032	1,05±0,10	22,8±8,61	19,6±0,16
9	0	0	3,515±0,086	1,1±0,06	9,48±0,80	19,5±0,23
10	0	0	3,54±0,068	0,85±0,24	9,88±0,51	19,5±0,23
11	0	0	3,69±0,037	1,45±0,17	9,86±0,53	19,4±0,30
12	0	0	3,345±0,20	1,2±0,002	9,88±0,51	19,6±0,16

Datos para $x \pm$ desviación estándar. Mediciones realizadas en duplicado

Tabla 5. Modelos matemáticos de las variables obtenidos con el CCD

Variable dependiente	Modelo matemático	R^2	R^2 Ajus.
pH	$= 3.64 - 0.45x_1x_2$	0.39296	0.33226
°Brix	$= 1.19 + 0.22x_1 - 0.48x_1x_2$	0.66508	0.59065
Vitamina C	$= 10.61 + 9.89x_2$	0.82601	0.80861
Viscosidad	$= 19.83 + 13.367x_1$	0.98202	0.98022

x_1 : Linaza (%), x_2 : Menta (%)

°Brix

Los grados Brix es un valor que nos permite tener una idea la cantidad de sólidos o materia seca disuelta en un líquido, por lo general este valor es utilizado para medir la cantidad de sacarosa disuelta en jaleas, zumos o otras bebidas (Andrade et al., 2016). Los valores de la (Tabla 4), nos muestran como los °Brix de la bebida tienen un valor aproximado de 2.2 el máximo y 0.7 el mínimo. Los niveles bajos de este valor puede darse debido al uso de un edulcorante artificial, resultados similares se dan por Cerón,

(2016), donde al sustituir el azúcar por sucralosa se ve una disminución significativa de 16 a 0.5 grados Brix. El modelo obtenido para los °Brix (Tabla 5), exhibe una ecuación lineal negativa atribuida a la interacción entre el porcentaje de linaza y menta, lo que nos indica que al haber interacción entre estas dos variables los grados Brix tienden a disminuir, esto lo podemos confirmar en la Figura 2, donde al haber interacción entre los niveles bajos y altos (-1 y 1) de las variables los grados Brix disminuyen.

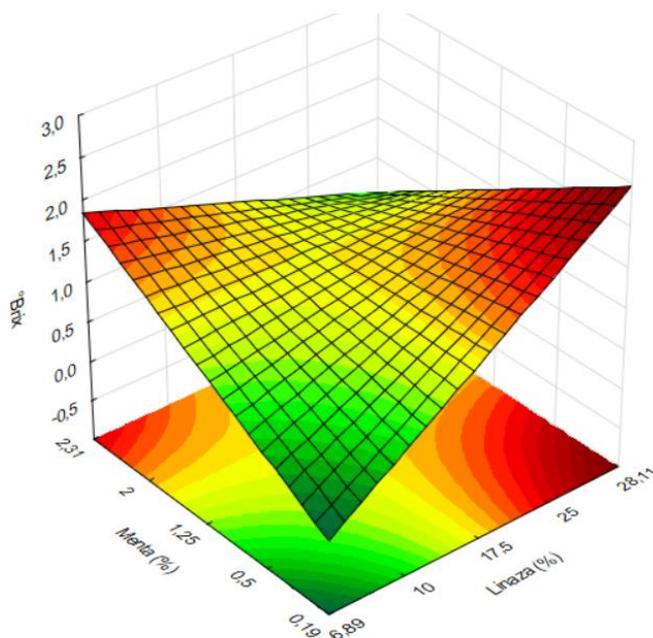


Figura 2. Superficie de respuesta para °Brix.

Vitamina C

El modelo matemático obtenido para la vitamina C (Tabla 5), presenta una ecuación lineal positiva atribuida a la variable del porcentaje de menta, es decir que a medida que aumenta la menta la vitamina C crece. Esto lo podemos observar en la Figura 3, en el caso de la linaza no existe alguna influencia significativa, debido a que el mucílago de linaza no posee vitamina C. Esto lo podemos observar en un estudio realizado por Andriansyah et al., (2022), donde a medida que aumento el uso de hojas de menta, la vitamina C presento un aumento.

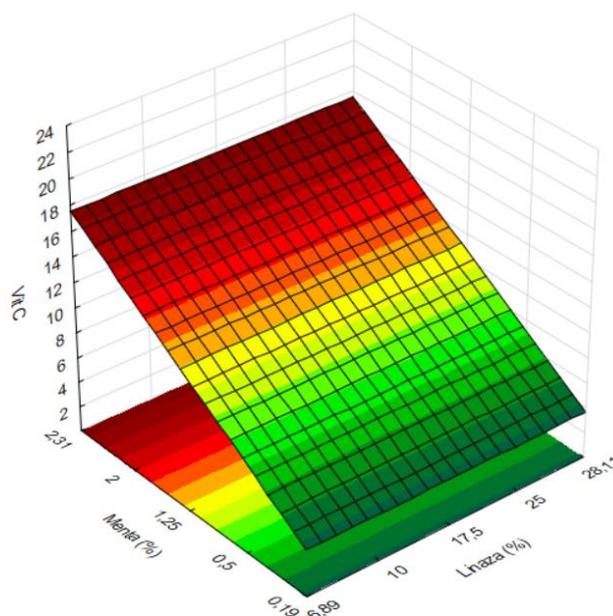


Figura 3. Superficie de respuesta para Vitamina C.

Viscosidad

La viscosidad es un parámetro físico muy importante en la caracterización de bebidas, ya sea por su manejo industrial o por su efecto sensorial (Panchi, 2013). El modelo matemático presentado para la viscosidad (Tabla 5), presenta una ecuación lineal positiva atribuida a la variable de porcentaje de linaza, lo que nos indica que cuando se adiciona más porcentaje de linaza la viscosidad aumenta. En la Figura 4, se puede evidenciar este fenómeno donde a medida que aumenta el porcentaje de linaza la viscosidad aumenta, mientras que el porcentaje de menta no influyó sobre la variable de respuesta. Resultados similares se observan por Azarpazhooh, et al (2021), donde utilizaron diferentes porcentajes de linaza en un rango de 2 a 6% y se observó como la viscosidad aumentó a medida que aumentaba el contenido de mucílago de linaza.

La viscosidad presentada en la bebida se le puede atribuir a fibra soluble proveniente de la semilla de linaza. Esta semilla posee un valor de 30% de fibra dietética, donde el 75% es fibra insoluble y el 25% fibra soluble o mucílago, a esta se le asocia una alta viscosidad por lo que promueve la evacuación y ayuda a reducir el riesgo de cáncer de colon (Figuerola, Muñoz & Estévez, 2008). Esta fibra soluble es considerada un

hidrocoloide complejo formado por dos polisacáridos uno neutro (xilosa) y ácido (ramnosa).

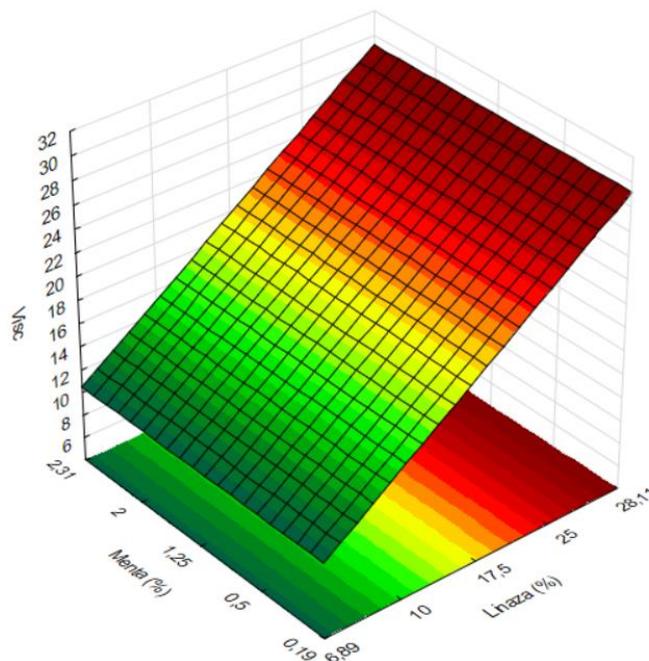


Figura 4. Superficie de respuesta para Viscosidad.

Función de deseabilidad (FD)

Con la ayuda del software Design Expert 10 se realizó la FD de acuerdo con los parámetros mostrados en la Tabla 3, se debe tomar en cuenta que las importancias se asignaron entre uno y cinco, donde el cinco era más importante que uno. Las soluciones para la FD se muestran en la Tabla 6, donde podemos observar el valor de deseabilidad de cada solución, de aquí se escogió aquellas soluciones que poseían un mayor valor de deseabilidad de cada tratamiento. En caso del tratamiento 1 las tres soluciones poseen un mismo valor por lo que se escogió la solución que nos sugería el software.

Tabla 6. Soluciones de la Función de deseabilidad.

Solución	Porcentaje de linaza bajo (tratamiento 1)			Porcentaje de linaza alto (tratamiento 2)		
	1	2	3	1	2	3

Linaza	-1,26	-1,27	-1,23	1,41	1,28	1,41
Menta	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	-1,41
Deseabilidad	0,634	0,634	0,634	0,803	0,783	0,513

Los resultados obtenidos de la solución 1 de los dos tratamientos para las variables significativas de respuesta se muestran en la Tabla 5, donde también se presenta los valores teóricos junto al error. Se observa que los porcentajes de error en los dos tratamientos son valores pequeños por lo que se indica que el software si logro maximizar y minimizar la viscosidad y vitamina C.

Tabla 7. Resultados reales y teóricos de los tratamientos.

Variables	Porcentaje de linaza bajo (tratamiento 1)			Porcentaje de linaza alto (tratamiento 2)		
	Valor real	Valor teórico	Error (%)	Valor real	Valor teórico	Error (%)
Vit C.	15	14,7	2,04	19,9	18,8	5,85
Viscosidad	15,7	15,2	3,29	25,7	25,3	1,58

Evaluación sensorial

Los resultados obtenidos de la primera prueba de la evaluación sensorial se presentan en la Tabla 7. Partiendo del Anexo E, con 60 jueces y un nivel de significancia del 5% para una prueba pareada de dos colas, se establece que existe diferencia significativa entre muestras y la que tuvo mayor preferencia fue la muestra 567 (baja viscosidad).

Tabla 8. Resultados de la prueba de preferencia.

Muestra	#Preferencia
439 (alta viscosidad)	19
567 (baja viscosidad)	41

Los resultados de la segunda prueba se presentan en la Tabla 8, donde se puede observar el promedio del nivel de agrado para cada atributo y la percepción global. Todos

los parámetros presentan un promedio entre 3.21 – 3.93, que se le atribuye a la calificación de no me gusta ni me disgusta tendiendo en algunos casos a me gusta moderadamente, existe una excepción que es el olor el cual tiene un promedio de 4.10 que se le atribuye a me gusta moderadamente.

Tabla 9. Resultados de la prueba de nivel de agrado.

Atributo	Muestra
	567 (baja viscosidad)
Color	3,21±1,01
Olor	4,10±0,98
Sabor	3,59±1,14
Viscosidad	3,93±0,89
Global	3,82±0,86

En la Figura 5 se aprecia el total de respuestas para cada atributo. El olor obtuvo la mayor cantidad de votos (27) en el parámetro de me gusta mucho, mientras que para la viscosidad (27) y el global (29) tienden más a me gusta moderadamente. Para el sabor (18) se ubica más en el parámetro de no me gusta ni me disgusta y finalmente para el color (23) se observa el mismo fenómeno.

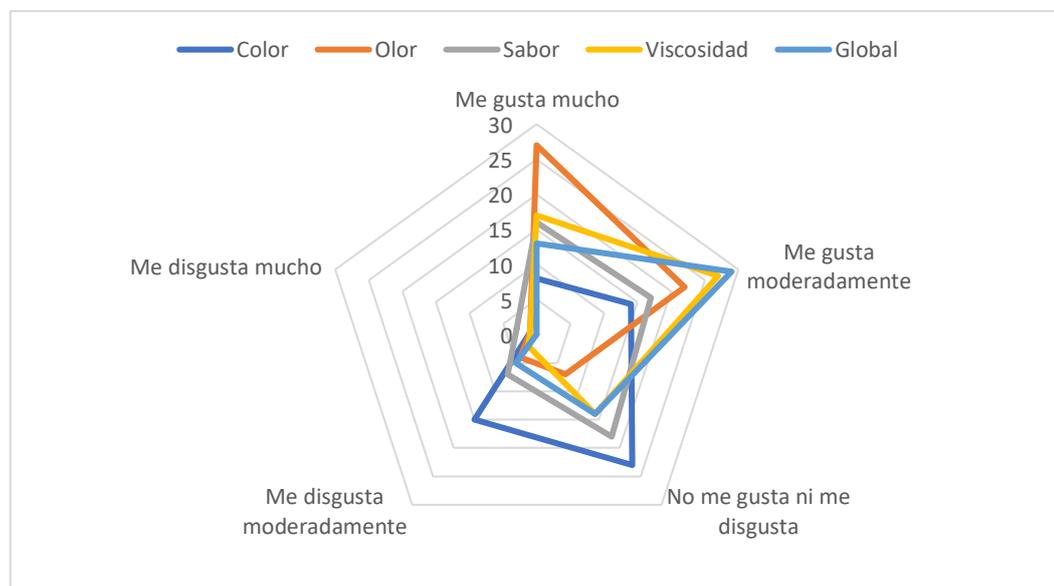


Figura 5. Gráfico radial del total de votos para cada atributo evaluado.

Análisis Proximal

En la Tabla 9, se presenta la composición proximal del tratamiento que tuvo mayor preferencia en la evaluación sensorial.

Tabla 10. Análisis proximal de la muestra 567.

Análisis	Resultados obtenidos (g/500ml)
	567
Grasa	0,01±0,001
Proteína	0,02±0,00
Humedad	98±0,07
Cenizas	0,05±0,00
Carbohidratos	1,92±0,06

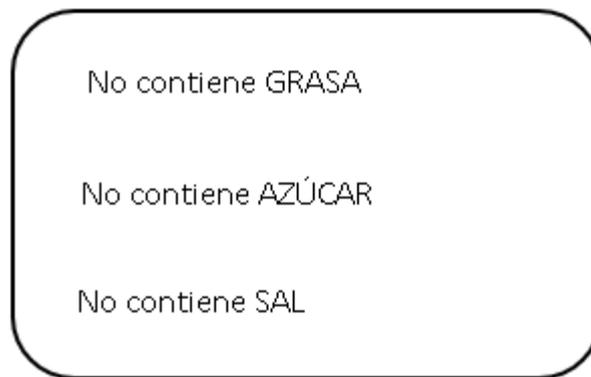
Se puede observar que la grasa, proteína y cenizas poseen un valor muy bajo, esto debido a que el mucilago de linaza no posee en su contenido un valor representativo de estos 3 parámetros, lo mismo que la menta que posee niveles bajos. Se observa que los carbohidratos poseen ya un valor elevado a diferencia de los anteriores, este valor se lo atribuye al mucilago debido a que es considerado una fibra (Castañeda et al., 2019).

Partiendo de los datos de la Tabla 10 y la Norma INEN 1334, se realizó la tabla nutricional en caso del colesterol y sodio se estimó un valor a cero debido a que no se adiciono ningún componente que afecte estos parámetros.

Información nutricional	
Tamaño por porción: 1 vaso (100ml).	
Porciones por envase: 5	
Cantidad por porción:	
Energía (Calorías): 1,55kcal (6,48kJ)	
Energía de la grasa (Calorías de la grasa): 0,018kcal (0,075kJ)	
	% Valor Diario *
Grasa total 0g	0%
Colesterol 0g	0%
Sodio 0mg	0%
Carbohidratos Totales 0g	0%
Proteína 0g	0%
Vitamina C 2,94mg	2,94%
<small>-Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 2000 calorías (8380 kJ). Sus valores pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas</small>	

Figura 6. Etiqueta Nutricional de la bebida

Además, se realizó el semáforo nutricional, en el cual se notifica que no contiene grasa, azúcar y sal debido a que posee valores menores a 1.

**Figura 7.** Semáforo nutricional de la bebida

CONCLUSIONES

- La adición del mucílago de linaza tuvo un efecto significativo sobre la viscosidad de la bebida, lo mismo sucedió con la menta la cual influyó significativamente en el contenido de vitamina C de la bebida. Finalmente se observó como la interacción entre el mucílago de linaza y la menta tuvieron un efecto negativo sobre los °Brix.
- Se consiguió utilizar la metodología de superficie de respuesta para obtener los tratamientos óptimos con diferentes niveles del porcentaje de linaza y menta.
- El análisis sensorial mostró que la muestra más preferida fue la de menor porcentaje de linaza y esta muestra obtuvo una aceptación global con un promedio de 3.82 la cual atribuye a “no me gusta ni me disgusta” en una escala hedónica de 5 puntos.
- El análisis proximal muestra que la bebida posee un bajo contenido de grasa, proteína y cenizas.

RECOMENDACIONES

- Se aconseja realizar un análisis de fibra de la bebida, para observar el impacto de la linaza en esta.
- Se recomienda ampliar la cantidad de participantes en la evaluación sensorial para evitar algún error debido a que son jueces no entrenados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, R. D., Blanquicett, K., & Rangel, R. D. (2016). Efecto del pH, sólidos solubles y zumo adicionado sobre el color y la vitamina C de zumo de naranja agria cocristalizado. *Información tecnológica*, 27(6), 129-134.
- ANDRIANSYAH, R. C. E., AGUSTINA, W., INDRIATI, A., LITAAAY, C., LUTHFIYANTI, R., MAYASTI, N. K. I., ... & PURWANDOKO, P. B. (2022). Optimization of herbal tea drink formula based on aloe vera rind (*Aloe barbadensis miller*). *Food Science and Technology*, 42.
- Azarpazhooh, E., Rashidi, H., Sharayei, P., Behmadi, H., & Ramaswamy, H. S. (2021). Effect of flaxseed-mucilage and Stevia on physico-chemical, antioxidant and sensorial properties of formulated cocoa milk. *Food Hydrocolloids for Health*, 1, 100017.
- Bonilla Cruz, J. S., & Calderón Cifuentes, A. E. (2017). *Estudio de la utilización de harina de chocho, extracto de levadura y goma guar en pan de molde: optimización mediante metodología de superficie de respuesta* (Bachelor's thesis, Quito).
- Castañeda-Cachay, A. P., Zavaleta-Gutiérrez, N. E., & Siche, R. (2019). Optimización del proceso de extracción del mucílago de *Linum usitatissimum* utilizando un diseño secuencial. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 19-28.
- Cerón Villarreal, S. M. (2016). *“Efecto de la sustitución parcial y total de azúcar por edulcorantes artificiales (aspartame, sacarina, sucralosa) en las propiedades organolépticas del helado de agua sabor a fresa* (Bachelor's thesis).
- Chasiloa Tipán, V. K. (2021). *Evaluación reológica de la Chicha de jora estabilizada con un aditivo natural mucílago de linaza (linum usitatissimum)* (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Chehtman, A. (2020). Opportunities and Challenges for Ancient Grains in Latin America. (Euromonitor International)
- Coronado, M., Vega y León, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 42(2), 206-212.
- Domínguez, M. R. (2007). Guía para la evaluación sensorial de alimentos. *Instituto de Investigación Nutricional–IIN Consultora-AgroSalud*, 2-45.
- FAO. (2021). FAOSTAT. Obtenido de <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QI>
- Figuerola, F., Muñoz, O., & Estévez, A. M. (2008). La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos. *Agro sur*, 36(2), 49-58.
- Lim, J. (2011). Hedonic scaling: A review of methods and theory. *Food quality and preference*, 22(8), 733-747.
- Molero-Méndez, M. S., Flores-Rondón, C., Leal-Ramírez, M., & Briñez-Zambrano, W. J. (2017). Evaluación sensorial de bebidas probióticas fermentadas a base de lactosuero. *Revista Científica*, 27(2), 70-77.

Monteiro Cavalcante, R. B., Moura, A. J. B. D., Araújo, M. A. D. M., & Moreira-Araújo, R. S. D. R. (2021). Bioaccesibilidad de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en hojas de menta de pimienta orgánica. *Revista chilena de nutrición*, 48(2), 157-162.

NTE INEN 1334. (2011). Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Recuperado de: <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-2-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-2.pdf>

Panchi Guanoluisa, A. N. (2013). *Determinación de parámetros reológicos en bebidas de frutas con diferentes concentraciones de sólidos solubles mediante el uso del equipo universal TA-XT2i* (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería en Alimentos).

Paredes, I. E., & Areche, F. O. (2021). Elaboración de una bebida funcional a base de malta de *Amaranthus caudatus* L. y pulpa de *Hylocereus triangularis*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 3353-3366.

Quichimbo, Y. E. P., Angulo, P. I. U., Solorzano, K. G. S., Villaruel, K. S. O., & Godoy, M. A. G. (2019). Malos hábitos alimenticios y cansancio mental en los estudiantes universitarios del Ecuador (caso cantón Milagro). *Anatomía Digital*, 2(4), 60-70.

Ramírez-Navas, J. S. (2012). *Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor*. Revista ReCiTeIA.

Rodríguez Casallas, S. S. (2022). Desarrollo de un producto funcional a base de linaza y semillas de calabaza.

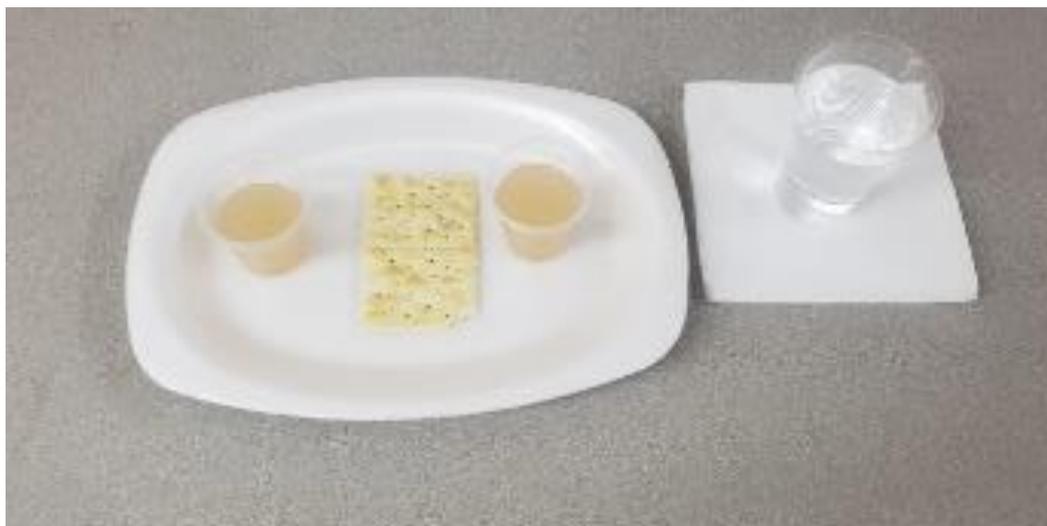
Román Vera Tudela, A. (2012). Infusiones heladas como bebidas alternativas en el mercado nacional.

Sánchez Salguero, L. (2020). Influencia de la cultura en los hábitos alimenticios. Comparativa entre Estados Unidos y España.

Sánchez Vallduví, G., & Sarandón, S. (2021). Análisis de la sustentabilidad ecológica de distintas estrategias de manejo de malezas en el cultivo de lino oleaginoso (*Linum usitatissimum* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata. Vol 120 (2): 1-23*

SUAMAR, J. L. G. (2015). Universidad Técnica de Machala.

Villagrán, Z., Torres, S. G., González, E. M., de Alba Verduzco, J. E. G., Hernández, B. C. R., & Esparza, L. M. A. (2022). Alimentos funcionales y su impacto en la salud humana. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 10(20), 223-231.

ANEXOS**ANEXO A: PRESENTACIÓN MUESTRAS PARA EVALUACIÓN SENSORIAL**

ANEXO B: CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL**CONSENTIMIENTO INFORMADO****Bebida funcional de linaza con menta**

En la clase de proyecto integrador, se está elaborando un producto a base de linaza junto a la menta y que debe ser evaluado sensorialmente. La actividad es solamente de tipo experimental y de carácter voluntario, por ende, si desea retirarse de esta actividad, puede hacerlo en cualquier momento.

Si usted voluntariamente desea participar, le pedimos que firme esta hoja, de lo contrario le agradecemos su tiempo.

Fecha: _____

Nombre del participante: _____

Número de cédula: _____

Firma del participante: _____

ANEXO C: CUESTIONARIO PARA LA PRUEBA DE PREFERENCIA

Nombre: _____

Fecha: _____

Edad: _____

Por favor, encierre en un círculo el código de la muestra de su preferencia. Entre las evaluaciones de las muestras, limpiar la boca con galletas y agua, espere 30 segundos para continuar con la evaluación. Pruebe las muestras de izquierda a derecha.

439

567

Comentarios: _____

!!!!GRACIAS!!!!

ANEXO D: CUESTIONARIO PARA LA PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO

Nombre: _____

Edad: _____

Fecha: _____

Por favor, pruebe la muestra e indique su nivel de agrado marcando con una equis en la escala, lo que mejor describa su percepción para cada uno de los atributos.

Escala	Color	Olor	Sabor	Viscosidad	Global
Me gusta mucho					
Me gusta moderadamente					
No me gusta ni me disgusta					
Me disgusta moderadamente					
Me disgusta mucho					

Comentarios: _____

!!!!GRACIAS!!!!

ANEXO E: NUMERO MÍNIMO DE RESPUESTAS CORRECTAS PARA ESTABLECER SIGNIFICANCIA A DIFERENTES NIVELES DE PROBABILIDAD SEGÚN DISTRIBUCIÓN BINOMIAL

Número de juicios/ panelistas	Nivel de probabilidad								
	Pareada, Dúo-Trío, Preferencia Pareada						Triangular		
	Una cola			Dos colas			Una cola		
	0.05	0.01	0.001	0.05	0.01	0.001	0.05	0.01	0.001
5							4	5	5
6							5	6	6
7	7	7	--	7	--	--	5	6	7
8	7	8	--	8	8	--	6	7	8
9	8	9	--	8	9	--	6	7	8
10	9	10	10	9	10	--	7	8	9
11	9	10	11	10	11	11	7	8	9
12	10	11	12	10	11	12	8	9	10
13	10	12	13	11	12	13	8	9	10
14	11	12	13	12	13	14	9	10	11
15	12	13	14	12	13	14	9	10	12
16	12	14	15	13	14	15	10	11	12
17	13	14	16	13	15	16	10	11	13
18	13	15	16	14	15	17	10	12	13
19	14	15	17	15	16	17	11	12	14
20	15	16	18	15	17	18	11	13	14
21	15	17	18	16	17	19	12	13	15
22	16	17	19	17	18	19	12	14	15
23	16	18	20	17	19	20	13	14	16
24	17	19	20	18	19	21	13	14	16
25	18	19	21	18	20	21	13	15	17
30	20	22	24	21	23	25	16	17	19
35	23	25	27	24	26	28	18	19	21
40	26	28	31	27	29	31	20	22	24
45	29	31	34	30	32	34	22	24	26
50	32	34	37	33	35	37	24	26	28
60	37	40	43	39	41	44	28	30	33
70	43	46	49	44	47	50	32	34	37
80	48	51	55	50	52	56	35	38	41
90	54	57	61	55	58	61	39	42	45
100	59	63	66	61	64	67	43	46	49

(Domínguez, 2007).