

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Elaboración de Syrup Sabor a Maple Bajo en Calorías

**María Sol Vargas Hidalgo
Martín Israel Jaramillo Ramos**

Ingeniería en Alimentos

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero/a en Alimentos

Quito, 19 de mayo de 2023

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

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

Elaboración de Syrup Sabor a Maple Bajo en Calorías

María Sol Vargas Hidalgo

Martín Israel Jaramillo Ramos

María Gabriela Vernaza Loro Ph.D.

Quito, 19 de mayo de 2023

© DERECHOS DE AUTOR

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

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

Nombres y apellidos: María Sol Vargas Hidalgo

Código: 206043

Cédula de identidad: 1722480132

Lugar y fecha: Quito, 19 de Mayo de 2023

Nombres y apellidos: Martín Israel Jaramillo Ramos

Código: 132106

Cédula de identidad: 1719673061

Lugar y fecha: Quito, 19 de Mayo de 2023

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

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

UNPUBLISHED DOCUMENT

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

RESUMEN

Actualmente, los consumidores tienen más preocupación en lo que ingieren y sus preferencias ante productos bajos en azúcar son más comunes. Los edulcorantes como el eritritol o la sucralosa tienen la capacidad de reemplazar el dulzor de la sacarosa y a su vez tener un aporte mínimo calórico. Los syrups o jarabes, son productos que se obtienen por la disolución de edulcorantes en agua. De esta forma, el objetivo de este proyecto fue elaborar un syrup sabor a maple con bajo contenido en calorías, mediante la mezcla de edulcorantes y espesantes. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3×2 , donde las variables de estudio fueron porcentaje de mezcla de edulcorantes y tipo de espesante. Se obtuvieron 6 tratamientos en el diseño. Se analizaron las variables de salida y la evaluación sensorial utilizando análisis de varianza y prueba de Tukey para comparación de medias en el software Minitab. Se obtuvo que los factores, sus niveles y sus interacciones tienen efecto significativo ($p < 0.05$) en las variables de salida viscosidad, sólidos solubles totales y actividad de agua. Por otro lado, se realizó una prueba de aceptación con escala hedónica de nueve puntos, a dos formulaciones y una muestra comercial. Los resultados de la evaluación sensorial demostraron aceptación para las formulaciones de estudio y diferencias significativas en el parámetro de viscosidad, pero no en olor ni sabor. Así mismo, se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos seleccionados y la muestra comercial, para las tres variables de salida estudiadas.

Palabras clave: Edulcorantes, espesantes, syrup, jarabe, calorías, azúcar, eritritol, sucralosa, goma guar, goma xantana.

ABSTRACT

Today, consumers are more concerned about what they eat and their preference for low-sugar products is more common. Sweeteners such as erythritol or sucralose could replace the sweetness of sucrose and at the same time have a minimal caloric intake. Syrups are products obtained by dissolving sweeteners in water. Thus, the objective of this project was to prepare a maple-flavored syrup with calorie content by mixing sweeteners and thickeners. A completely randomized design with a 3x2 factorial arrangement was used, where the study variables were percentage of sweetener mix and type of thickener. Six treatments were obtained in the design. Output variables and sensory evaluation were analyzed using ANOVA tables and Tukey's test for comparison of means in Minitab software. It was found that the factors, their levels and their interactions have a significant effect ($p < 0.05$) on the output variables viscosity, total soluble solids and water activity. On the other hand, an acceptance test with a nine-point hedonic scale was performed on two formulations and one commercial sample. The results of the sensory evaluation showed acceptance for the study formulations and significant differences in the viscosity parameter, but not in color or flavor. Likewise, significant differences were obtained between treatments selected and the commercial sample for the three output variables studied.

Key words: Sweeteners, thickeners, syrup, calories, sugar, erythritol, sucralose, guar gum and xanthan gum.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Objetivo General:	12
1.1.1 Objetivos Específicos:	12
2. MATERIALES Y MÉTODOS	13
2.1 Materias Primas	13
2.2 Pruebas Preliminares	13
2.3 Métodos	13
2.4 Diagrama de Elaboración	14
2.5. Formulación	15
2.6 Diseño Experimental	15
2.7 Análisis Estadístico	16
2.8 Variables de Salida	16
2.9 Evaluación Sensorial	17
2.10 Análisis Proximal	18
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
3.1 Variables de Salida	19
3.1.1 Sólidos Solubles Totales	20
3.1.2 Viscosidad	24
3.1.3 Actividad de Agua (Aw)	27
3.2 Selección de tratamientos para evaluar	28
3.3 Evaluación Sensorial	29
3.4. Análisis Proximal	32
3.4.1 Cenizas	32
3.4.2 Humedad	33
3.4.3 Proteína	33
3.4.4 Grasas	33
3.4.5 Carbohidratos	33
4. CONCLUSIONES	34
5. RECOMENDACIONES	35
6. REFERENCIAS	36
7. ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Formulación para Elaboración de Syrup.....	15
Tabla 2: Tratamientos, factores y niveles para producción de syrup bajo en calorías.....	16
Tabla 3: Métodos utilizados para análisis proximal de syrups.....	19
Tabla 4: Resultados obtenidos de SST, Viscosidad y Aw para cada tratamiento con su agrupación de medias.....	20
Tabla 5: ANOVA Brix vs. Edulcorante y Espesante.....	21
Tabla 6: ANOVA Viscosidad vs. Edulcorante y Espesante.....	24
Tabla 7: ANOVA Aw vs. Edulcorante y Espesante.....	27
Tabla 8: Puntaje para selección de formulaciones.....	29
Tabla 9: Resultados evaluación sensorial y agrupación de medias en cada parámetro.....	30
Tabla 10: Resultados análisis proximal.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo syrup sabor a maple bajo en calorías.....	14
Figura 2: Gráfica de efectos principales para Brix.....	22
Figura 3: Intervalos de Brix vs. Tratamientos.....	23
Figura 4: Variación de la viscosidad con respecto al tiempo.....	25
Figura 5: Gráfica de efectos principales para viscosidad.....	26
Figura 6: Gráfica de efectos principales para Aw.....	28

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las diferentes necesidades del ser humano han despertado el interés por cuidar su propio bienestar. La aparición de distintas enfermedades relacionadas a la alimentación como la diabetes, obesidad y otras morbilidades, son limitaciones que conllevan a este cambio. Es precisamente el consumo de azúcar uno de los caminos a estos problemas (Cabezas et al., 2015).

Estudios realizados por Hasan y Sultana (2022), demuestran que el consumo de azúcar puede ser adictivo y sus niveles altos en la sangre dan lugar a una mayor prevalencia de enfermedades cardiovasculares, niveles altos de estrés, ansiedad, depresión, problemas hepáticos y problemas cognitivos, como la falta de memoria. Actualmente, el consumo de productos con alto contenido de azúcar es común en la sociedad. El excesivo consumo de este carbohidrato en nuestro cuerpo aumenta los trastornos de salud en la población.

La obesidad, por ejemplo, es un problema provocado por el exceso de grasa y el desequilibrio energético entre calorías consumidas y gastadas (Aguilera et al., 2019). A pesar de que la misma ha sido vinculada sólo a poblaciones de altos ingresos debido a su accesibilidad a dicha alimentación, la realidad vincula a todo el mundo. Enfermedades crónicas como la diabetes y algunos tipos de cáncer, aparecen globalmente como consecuencias de este alto consumo de azúcar. Según la OMS (2021), el número de personas con obesidad se ha triplicado en todo el mundo y se estima que para el 2023 una de cada cuatro padecerá este problema. La industria alimenticia al ser partícipes en la alimentación de las personas genera un vínculo con el consumidor. Dicho vínculo, obliga satisfacer al consumidor en sus necesidades precautelando su salud a la par. Actualmente, dicha problemática ha llevado a despertar interés

tanto en consumidores, como fabricantes, a optar por opciones más saludables, reducidas en azúcar (Arnal et. al, 2021).

Los edulcorantes son sustancias que tienen la capacidad de reemplazar el dulzor característico de la sacarosa (azúcar). Estos sustitutos son ampliamente utilizados debido a su mayor capacidad edulcorante y su mínimo aporte calórico (Manzur et.al, 2020). En el mercado actual, los productos con mayor aporte energético son las bebidas y alimentos endulzados con sacarosa. Por otro lado, las formulaciones que llevan edulcorantes artificiales como eritritol, aspartame, entre otros, tienen un alto costo de producción que afecta directamente al costo de venta en el mercado (Arshad et. al, 2022). Sin embargo, su precio no está relacionado con el contenido calórico ni el aporte nutricional.

Son los hábitos de consumo, factores sociales, culturales, globales, socioeconómicos y de salud, la mayor influencia para que el mercado de este tipo de productos aumente. Se deben redirigir políticas públicas enfocadas al consumo de productos que utilizan edulcorantes ya que son los desajustes alimenticios la principal causa del desarrollo de enfermedades (Chen et. al, 2022).

A pesar de que las personas han aumentado su preocupación ante lo que comen, culturalmente existe una insuficiente e ineficiente educación alimentaria. En Ecuador, gran porcentaje de la población no es consciente sobre lo que comen y la oferta de productos es limitada a comparación de la industria en el exterior como se puede ver en cualquier supermercado.

Los *syrups* o *jarabes*, son productos que se obtienen por la disolución de edulcorantes en agua, los cuales pueden tener adición de frutas, saborizantes y/o otros ingredientes para la obtención de un producto final de calidad (Buenaño, 2017). Estos alimentos son consumidos por niños y adultos. El mercado de jarabes alimenticios en el Ecuador, se basa mucho en el

consumo de productos importados, que locales. El valor de importaciones de jarabe de agave en el país alcanzó casi los 2 millones de dólares en el año 2021 (Tridge, s.f.). Al ser un producto cotizado según las cifras expuestas, es importante la producción del mismo a nivel local. Así mismo, la implementación de edulcorantes de bajo contenido calórico en su producción es la vía a tomar para este tipo de productos. La oferta (diferentes formulaciones) y los costos harían de este un producto competitivo en el mercado.

Debido a las problemáticas planteadas anteriormente, el siguiente proyecto integrador busca realizar un syrup de maple con bajo contenido en calorías. A base de una mezcla de edulcorantes y espesantes, se pretende desarrollar un producto que satisfaga las necesidades del consumidor y reduzca el riesgo de contraer enfermedades relacionadas a los malos hábitos alimenticios. Así mismo, obteniendo un producto de igual calidad a los syrups que se encuentran actualmente en el mercado.

1.1 Objetivo General:

Estudiar el efecto de la sustitución de azúcar para obtener syrups con bajo contenido calórico.

1.1.1 Objetivos Específicos:

- 1) Analizar el efecto en los sólidos solubles totales por medio de diferentes concentraciones de edulcorantes.
- 2) Evaluar el efecto de los espesantes en la formulación de jarabes.
- 3) Estudiar las diferencias fisicoquímicas y sensoriales entre distintas formulaciones de syrups y un syrup del mercado actual.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materias Primas

Para la elaboración del syrup de maple se utilizó eritritol puro granulado de la marca Balance Nutrition, un endulzante 100% natural, sin calorías. En base a su información nutricional, se conoce que es sin gluten, apto para diabéticos y veganos. También se utilizó Sucralosa Granulada de la marca Diricofood Solutions (Velasco, 2017) Como espesantes se utilizaron Goma Guar y goma Xantana obtenidos de un distribuidor de materia prima conocido dentro de la ciudad de Quito, La Casa del Químico, en donde también se obtuvo el Benzoato de Potasio, Sorbato de Potasio, Saborizante de Maple y Colorante Líquido Tono Caramelo.

2.2 Pruebas Preliminares

Para poder obtener un producto muy similar a un syrup comercial, se realizaron pruebas sensoriales previas, en las cuales se decidió usar eritritol y sucralosa como edulcorantes no calóricos, además de Goma Guar y Goma Xantana como espesantes. Así mismo, la elección de estos ingredientes selección se basaron en su funcionalidad ante el desarrollo del syrup. Los edulcorantes utilizados básicamente no poseen contribución calórica por lo que ayudan a cumplir uno de los objetivos del proyecto.

2.3 Métodos

Para comenzar el proceso de elaboración, se pesaron 300g de mezcla de edulcorantes (Eritritol y Sorbitol) para después pasarlos a pulverización. Dentro de una olla de peltre se calentaron 350ml de agua potable junto con la mezcla previa hasta tener una primera homogeneización. Después se añadieron 0,5g de Benzoato de potasio, 0,5g de Sorbato de Potasio, 3ml de saborizante de maple, 1ml de color caramelo y 5g de mezcla de espesantes

(Goma Xantana y Goma Guar) hasta tener una segunda homogeneización por 10 minutos a 85oC (Puluc, 2013).

2.4 Diagrama de Elaboración

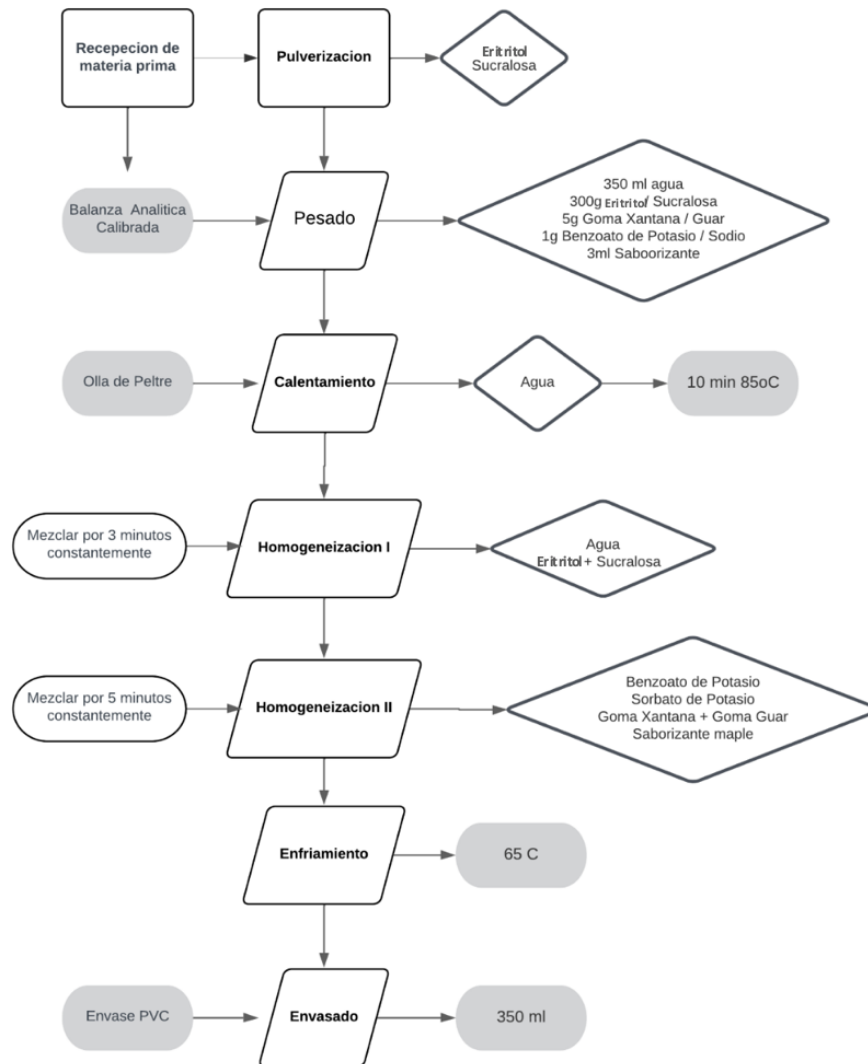


Figura 1: Diagrama de Flujo Syrup Sabor a Maple Bajo en Calorías y Azúcar.

2.5. Formulación

Tabla 1: Formulación para Elaboración de Syrup (Puluc, 2013).

Cantidad	Ingrediente	Fuente
350 ml	Agua Potable	(MDQ)
300 g	Edulcorantes (Eritritol + Sucralosa)	(Balance Nutrition)
0,5 g	Benzoato de Potasio	(CDQ)
0,5 g	Sorbato de Potasio	(CDQ)
3 ml	Saborizante de Maple	(CDQ)
1 ml	Color Caramelo	(CDQ)
5 g	Espesantes (Goma Guar o Goma Xantana)	(CDQ)

2.6 Diseño Experimental

En este proyecto se analizaron dos factores de estudio. El primer factor es el porcentaje de edulcorante, donde se escogió Sucralosa y Eritritol. Para dicho factor, se utilizó 3 niveles que reflejan el porcentaje de cada edulcorante, Sucralosa + Eritritol que suman 100% en la formulación, donde sus niveles son los siguientes: 20-80%, 35-65% y 50-50% respectivamente. Por otro lado, como segundo factor se escogió el tipo de espesante. Dicho factor presenta 2 niveles los cuales son: goma guar y goma xantana.

De esta manera, se obtuvo un diseño factorial completamente al azar 3x2, donde existen dos factores diferentes, uno de ellos con 3 niveles y el otro con 2 niveles explicados

anteriormente. Se tienen 6 tratamientos y se realizaron 3 réplicas para obtener un total de 18 corridas experimentales, tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Tratamientos, factores y niveles para la producción de syrup bajo en calorías.

Tratamientos	Sucralosa (%)	Eritritol (%)	Espesante
T1	20%	80%	Goma Xantana
T2	35%	65%	Goma Xantana
T3	50%	50%	Goma Xantana
T4	20%	80%	Goma Guar
T5	35%	65%	Goma Guar
T6	50%	50%	Goma Guar

2.7 Análisis Estadístico

Se utilizó como análisis estadístico un análisis de varianza (ANOVA). Esta técnica permite analizar la variación en una variable de respuesta dentro de un experimento, producido por diversos factores estudiados en el mismo (Dagnino, 2014). Por lo tanto, mediante el ANOVA con un nivel de significancia de 0.05 se analizó el efecto que tienen los factores y sus diferentes niveles, en las variables de salida estudiadas. Al utilizar este nivel de significancia, asumimos la probabilidad del 5% en rechazar la hipótesis nula siendo esta verdadera (Minitab, 2019). Es decir, manejamos el riesgo de cometer error tipo I en la investigación. Así mismo, se realizaron gráficas de efectos principales para entender el impacto de cada factor y nivel estudiado en las variables de salida.

2.8 Variables de Salida

Las variables de salidas que fueron evaluadas en el presente proyecto, con 3 réplicas son las siguientes:

- **Sólidos Solubles totales:** Se analizó dicho parámetro por medio del método de refractometría, donde se obtuvo los grados Brix del producto.

- **Viscosidad:** Se utilizó un reómetro rotativo con un número de splinde (husillo) 63 a una velocidad de rotación de 60rpm. Se midieron los valores por intervalos de 10s durante 2 minutos. (Paz, 2017)
- **Actividad de Agua (Aw):** Utilizando el instrumento AquaLab Kit se midió la Aw de cada syrup.

2.9 Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial es sumamente importante para un producto alimenticio. Dentro del mercado, el consumidor es quien tiene la decisión final en hacer un producto exitoso o no. De tal manera, se realizó la evaluación sensorial aplicando el método prueba de aceptación (PA) para 2 tratamientos seleccionados en base a los objetivos y una muestra control (Jarabe Sabor a Maple Light marca McCormick). Se otorgaron puntajes a las tres variables de salida de cada muestra justamente de acuerdo a los objetivos planteados donde se buscó obtener syrups bajos en calorías.

Las pruebas de nivel de agrado son valiosas para las empresas ya que permiten determinar si al consumidor le gusta o no el producto (Ramírez, 2012). Dentro de estas pruebas existen algunos tipos; en el presente proyecto, se realizó una PA de escala hedónica de 9 puntos, los cuales reflejan que tanto le gusta el producto al consumidor en una escala de 1 al 9, siendo 9 "me gusta muchísimo" y 1 "me disgusta muchísimo."

Es necesario aplicar un diseño de bloques completamente aleatorizado para reducir el error experimental que puede aparecer en la evaluación sensorial por parte de los panelistas. Se realizó la evaluación en los laboratorios de sensorial ubicados en la planta de ingeniería en alimentos de la Universidad San Francisco de Quito. Los jueces tuvieron todas las muestras a evaluar con números aleatorios, donde cada orden de las muestras entre cada juez será distinto.

Junto a las muestras, tendrán un vaso de agua para poder limpiar su paladar entre evaluación y no inferir en los resultados. A su vez, se efectuó la evaluación sensorial a 60 jueces no entrenados, hombres y mujeres, los cuales tendrán un rango de edad de entre 18 a 50 años.

Una vez obtenidos los resultados, se realizó un análisis estadístico con los puntajes obtenidos para cada muestra y se evaluaron las mismas mediante ANOVA con un nivel de confianza del 95%. De esta manera se conoció si existe o no diferencias significativas entre las muestras. Si existen diferencias significativas, se procedió a realizar un análisis de Tukey, con el fin de identificar cual muestra es significativamente diferente y analizar el por qué.

2.10 Análisis Proximal

Una vez obtenidos los resultados sensoriales se ejecutaron los respectivos análisis proximales a los tratamientos escogidos para conocer su composición bromatológica. Así mismo se procedió a obtener la etiqueta nutricional. Cada muestra se analizó por duplicado. Los análisis son los siguientes:

Tabla 3: Métodos utilizados para análisis proximal de syrups.

Composición a analizar	Método
Proteínas	Método Kjeldhal (Valencia, 2022)
Grasas	Método Gerber (Cunama, 2022)
Carbohidratos	AOAC 962.09 (1990)
Humedad	Método de calcinación o muflado (Sánchez et. al, 2022)
Cenizas	Método de calcinación o muflado (Sánchez et. al, 2022)

Para la determinación de Carbohidratos es importante mencionar que se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{CHO\%} = 100 - [\% \text{ cenizas} + \% \text{ Humedad} + \% \text{ Grasas} + \% \text{ Proteínas}]$$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el análisis estadístico de las tres variables de salida [Viscosidad (cP), Sólidos Solubles Totales (°Brix), Actividad de Agua] en los 6 tratamientos realizados en el diseño de experimentos.

3.1 Variables de Salida

Se realizó el análisis de tres variables de salida influyentes en la calidad de este tipo de productos: Sólidos Solubles Totales (°Brix), Viscosidad (cP) y Actividad de Agua (Tabla 4).

Tabla 4: Resultados obtenidos de Sólidos Solubles Totales (°Brix), Viscosidad (cP) y Actividad de Agua para cada tratamiento con su agrupación de medias.

Tratamientos	SST (°Brix)	Viscosidad (cP)	Aw
1	22.7 ± 0.189 ^C	227 ± 0.94 ^B	1.000 ± 0.000 ^A
2	24.2 ± 0.047 ^B	298 ± 12.04 ^B	1.000 ± 0.000 ^A
3	24.0 ± 0.170 ^B	322 ± 3.91 ^B	0.999 ± 0.001 ^A
4	25.7 ± 0.094 ^A	573 ± 39.83 ^B	0.945 ± 0.002 ^C
5	25.7 ± 0.189 ^A	10000 ± 998.00 ^A	0.932 ± 0.001 ^D
6	26.1 ± 0.186 ^A	9235 ± 907.00 ^A	0.963 ± 0.008 ^B

Se obtuvieron los datos mediante procedimientos analíticos correspondientes para determinar cada variable y se realizó cada procedimiento por triplicado. En base al objetivo del proyecto en obtener un Syrup con bajo contenido calórico, los resultados obtenidos de las muestras influyeron directamente en la selección de las formulaciones para el análisis proximal y la evaluación sensorial posteriormente.

Los resultados de cada variable de respuesta fueron analizados por el método de análisis de varianza, los cuales se ven reflejados en el ANEXO B. Se determinó la influencia de cada factor y sus niveles ($p < 0.05$) en cada una de las variables estudiadas. Los resultados son analizados a continuación.

3.1.1 Sólidos Solubles Totales

El análisis de varianza con respecto a los sólidos totales (Tabla 5) demostró que si existe un efecto por parte de la interacción entre los factores que afectan al resultado de la variable de salida ($p < 0.05$).

Tabla 5: ANOVA Brix vs. Edulcorante y Espesante

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajus.	Valor F	Valor p
Edulcorante	2	2.6811	1.3406	36.56	0.000
Goma	1	20.9089	20.9089	570.24	0.000
Edulcorante*Goma	2	1.5744	0.7872	21.47	0.000
Error	12	0.4400	0.0367		
Total	17	25.6044			

Mediante la gráfica de efectos principales (Figura 2), se determinó que al utilizar menor cantidad de sucralosa y goma xantana en las formulaciones se presentan menor cantidad de sólidos solubles totales. La goma guar es un polisacárido obtenido de las semillas de la planta *Cyamopsis tetragonoloba* el cual sirve como espesante, gelificante y estabilizante en la industria alimenticia debido a su poder de dispersión e hinchamiento rápido (Silva, 2010). Dicho aditivo es uno de los más utilizados en la industria para mejorar las texturas de los productos. Al ser un polisacárido formado principalmente por moléculas de azúcar llamadas galactomananos, su contenido de sólidos solubles totales afecta en las formulaciones (Bolívar, 2009).

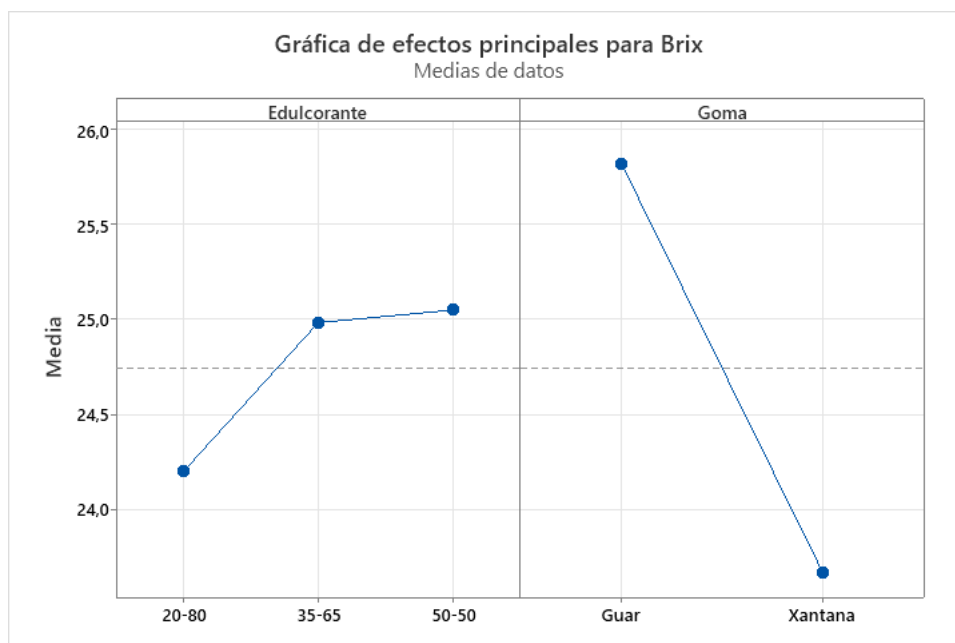


Figura 2: Gráfica de efectos principales para °Brix

Así mismo en la gráfica de efectos principales, tomando en cuenta el factor cantidad de concentración de edulcorante utilizado, se determinó que al utilizar menor cantidad de sucralosa menor es el valor de °Brix. La sucralosa es un edulcorante artificial sintetizado químicamente a partir de la molécula de sacarosa (Durán et al., 2013). Su estructura química, dulzor relativo y metabolismo se describe en el Anexo B. Al ser un edulcorante creado a partir del azúcar, el mismo puede contener una cantidad mínima de residuos, por lo que la utilización en mayor porcentaje del mismo arrojó resultados más altos de sólidos solubles totales. Con respecto al eritritol, es clasificado como azúcar alcohólico el cual no presenta contenido de azúcar en 100g de muestra, pero sí aporta un valor calórico de 0.24 calorías por gramo (SuperSweets, 2021). Al tener eritritol en las formulaciones, el valor de sólidos solubles totales no se vio afectado, pero globalmente la formulación presentó cierto contenido de calorías a diferencia de la sucralosa que no afecta dicho valor. Como consecuencia, los ANOVA nos mostraron que los factores tuvieron influencia significativa en los valores de sólidos solubles totales obtenidos.

Mediante la figura 3 correspondiente a la gráfica de intervalos, podemos observar que el intervalo del tratamiento 1 no se sobrepone ante los otros, por lo tanto, se corrobora que dicho tratamiento difiere ante los demás. El tratamiento 1 donde se utilizó 20% sucralosa – 80% eritritol es la formulación que contiene menor valor de °Brix.

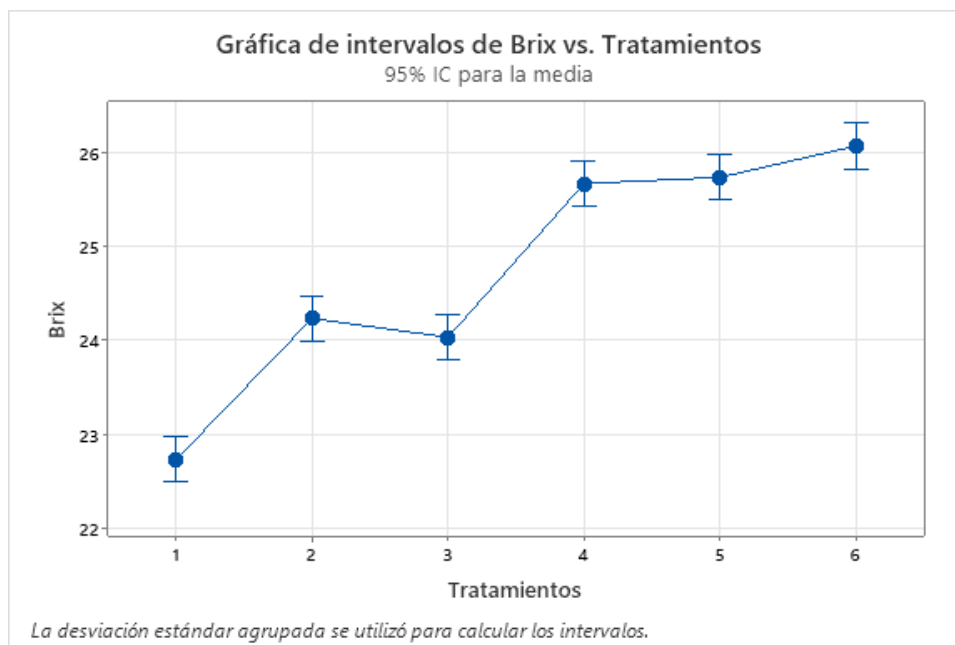


Figura 3: Intervalos de °Brix vs. Tratamiento

La sucralosa se forma por la halogenación selectiva de la sacarosa: los grupos hidroxilo 4, 1', 6' se reemplazan por cloro para obtener 4,1',6'-triclorogalactosa. Este cambio da como resultado un cambio conformacional en la molécula que hace imposible que las glucosidasas que hidrolizan la sucralosa dividan la sucralosa. Por lo tanto, el cuerpo no digiere la sucralosa en azúcares simples ni la metaboliza para obtener energía; no proporciona calorías ni afecta los niveles de azúcar en la sangre (Saraiva et. Al, 2022). La sucralosa se absorbe mal, su metabolismo es mínimo y se excreta principalmente en las heces. Es estable a altas temperaturas, lo que lo convierte en un edulcorante ideal para su uso en bebidas y otros

alimentos, incluidos los alimentos procesados térmicamente, como los productos horneados (Stephens et. Al, 2022).

El único aporte calórico que puede presentar el syrup es gracias a la Goma Xantana, la cual aporta con 335 kcal cada 100g. Sin embargo, debido a que la cantidad requerida es mínima (5g) cada 350 ml, quiere decir que cada tarro de 350 ml de syrup cuenta con 14,6 kcal. Teniendo en cuenta que una porción del producto son tres cucharaditas (15 ml), cada bote tiene alrededor de 23 porciones. Por lo que cada porción (de 3 cucharaditas) cuenta con un aporte calórico menor a 1 kcal (Saraiva et. Al, 2022).

3.1.2 Viscosidad

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza, demuestra que existe influencia de los factores con respecto a la variable de salida viscosidad (Tabla 6). De igual manera, podemos ver que si existe efecto en la viscosidad por parte de la interacción entre los dos factores ($p < 0.05$).

Tabla 6: ANOVA Viscosidad vs. Edulcorante y Espesante

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajus.	Valor F	Valor p
Edulcorante	2	83727429	41863714	139.35	0.000
Goma	1	179759381	179759381	598.36	0.000
Edulcorante*Goma	2	80758532	40379266	134.41	0.000
Error	12	3605065	300422		
Total	17	347850407			

La viscosidad es uno de los parámetros más importantes en la mayoría de los productos semisólidos y líquidos, siendo en sí un atributo de calidad para ellos ya que define la aceptación

del consumidor. Esta propiedad reológica se describe como la resistencia que tiene un líquido a fluir (Ospina et al., 2011). Para esto, es importante conocer la clasificación de los fluidos descritos como: fluidos newtonianos y fluidos no newtonianos. Los fluidos newtonianos son aquellos cuya viscosidad es constante en el tiempo debido a una fuerza de cizalla, mientras que los no newtonianos son aquellos que varían con la temperatura y la tensión de corte que se les aplica (May, 2017). Dicha clasificación permite conocer las características del fluido que serán aplicadas en procesos posteriores de producción. En este caso, las formulaciones realizadas son fluidos no newtonianos, debido a la variación de viscosidad que presentaban durante su medición (Figura 4).



Figura 4: Variación de la viscosidad con respecto al tiempo

En los tratamientos 4, 5 y 6 donde se utilizó goma guar como espesante, se presentó alta viscosidad en el producto final. Debido a que el syrup no contiene edulcorantes con azúcar, la goma guar aprovechó toda el agua disponible en la solución, y la viscosidad de esta goma es inversamente proporcional a la concentración de azúcar presente (Castañeda, 2020). Es decir, a menor concentración de azúcar en la solución, mayor será la viscosidad de la misma, tal como se puede ver en la gráfica de efectos principales (Figura 5).

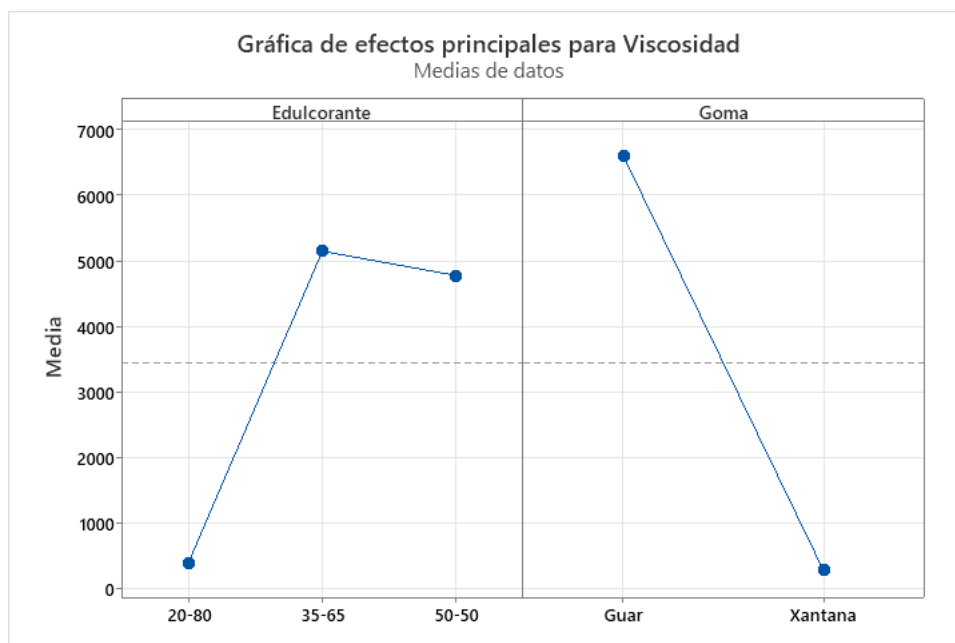


Figura 5: Gráfica de efectos principales para viscosidad.

La goma xantana es un agente espesante producido por la fermentación del almidón de maíz. Potente espesante y eficaz estabilizante alimentario. En 1950, mientras buscaban nuevos usos para el maíz, científicos estadounidenses descubrieron la goma xantana, un polisacárido obtenido de la fermentación bacteriana del almidón. Recibe su nombre de *Xanthomonas campestris*, una bacteria que produce este ingrediente particular cuando fermenta la maicena. Es un espesante de salsas frías o calientes. Dos o tres gramos por litro de agua es suficiente para una salsa ligera. Para salsas muy espesas se puede utilizar hasta cinco gramos por litro.

Para realizar el análisis de viscosidad, es importante conocer el tipo de fluido a tratar, las revoluciones por minuto del reómetro y el número de spindle a utilizar. Para fluidos de mediana viscosidad, con valores comprendidos entre 100-1000 centipoise, se recomienda utilizar un spindle 5-6 con una velocidad de rotación de 30-40rpm (Sánchez, 2006). En el presente caso, se analizó los tratamientos con un spindle 63 equivalente a #6, mediante una velocidad de rotación de 60rpm obteniendo una fuerza de torque mayor a 70%, el cual

demuestra que los datos son fiables debido a que se está aplicando una fuerza correcta para que el spindle gire.

3.1.3 Actividad de Agua (Aw)

Los resultados del análisis de varianza con respecto a la actividad de agua (Aw) demostraron que existe efecto en la variable de salida por parte de la interacción de los dos factores de estudio y a su vez por parte de los factores y sus niveles (Tabla 7).

Tabla 7: ANOVA Aw vs. Edulcorante y Espesante

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajus.	Valor F	Valor p
Edulcorante	2	0.000696	0.000348	30.87	0.000
Goma	1	0.012694	0.012694	1125.54	0.000
Edulcorante*Goma	2	0.000729	0.000364	32.31	0.000
Error	12	0.000135	0.000011		
Total	17	0.014254			

Mediante el gráfico de efectos principales, podemos observar principalmente que al utilizar goma xantana, la actividad de agua será mayor con respecto de aquellas formulaciones que contenían goma guar como agente espesante (Figura 6).

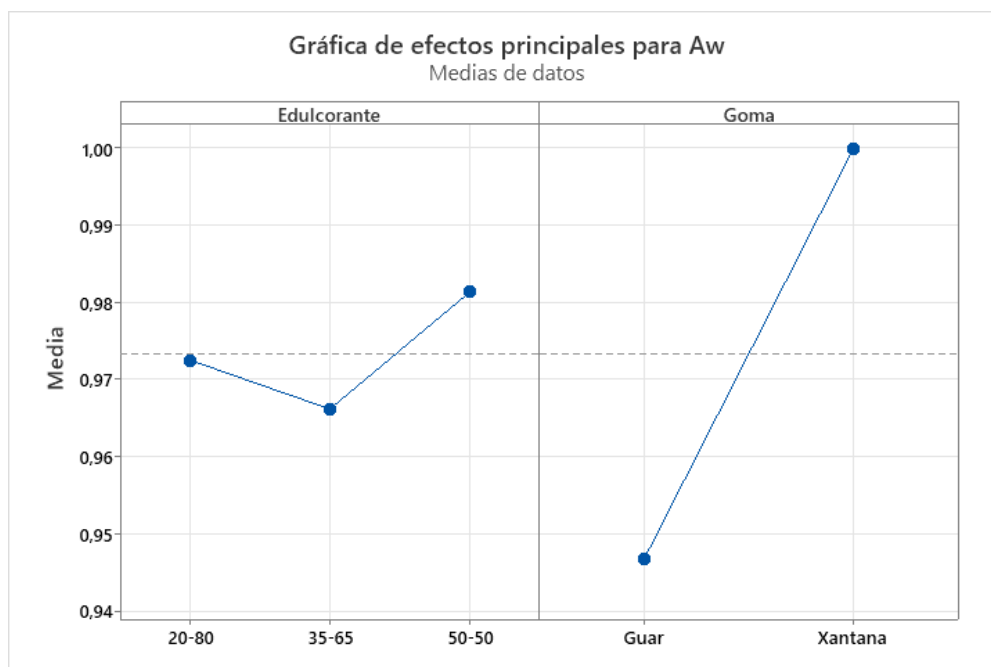


Figura 6: Gráfica de efectos principales para Aw.

La actividad de agua por definición, es un parámetro que muestra el agua disponible no ligada al soluto en los alimentos (Cardona, s.f.). Dicho parámetro es importante en la industria alimenticia ya que es precisamente esa agua disponible, la determinante en el crecimiento de microorganismos y la actividad enzimática que afecta el tiempo de conservación de los alimentos. Al tener un producto con mayor Aw, la proliferación de organismos que necesitan de la presencia de este compuesto es alta (Badui, 2006). El sorbato de potasio es muy eficaz ya que mantiene los alimentos frescos. Además de aumentar la acidez potencial y reducir los niveles de agua y humedad en los alimentos, inhibe el crecimiento de microorganismos como bacterias, hongos, levaduras y patógenos. Mientras que el benzoato de potasio por lo general se usa principalmente como conservante de alimentos para detener el crecimiento de bacterias y moho en ciertos productos ácidos, como los encurtidos (Garrido et al., 2022).

3.2 Selección de tratamientos para evaluar

En base a los objetivos del proyecto, donde principalmente se buscó obtener un syrup con bajo contenido de calorías y mediante la comparación de viscosidad con la muestra

comercial, se escogieron las dos mejores formulaciones. Se realizó una tabla de calificación de 15 puntos descrita de la siguiente forma:

- **Sólidos Solubles Totales:** 1-9 puntos
- **Viscosidad:** 1-4 puntos
- **Aw:** 1-2 puntos

En base al objetivo principal del presente proyecto, se realizó la distensión de cuantos tratamientos utilizar en base a la variable de salida sólidos totales. Como consiguiente, se obtuvieron los siguientes puntajes para cada uno de los tratamientos:

Tabla 8. Puntaje para selección de formulaciones.

Tratamiento	Sólidos Solubles Totales	Viscosidad	Actividad de Agua	Global
1	9	2	1	12
2	3	3	1	7
3	6	4	1	11

Todos los valores numéricos corresponden a los puntajes otorgados a cada tratamiento y sus variables de salida. Se obtuvo un valor global para seleccionar los tratamientos finales. Tratamiento 1: 20% Sucralosa – 80% Eritritol + Goma Xantana. Tratamiento 2: 35% Sucralosa – 65% Eritritol + Goma Xantana. Tratamiento 3: 50% Sucralosa - 50% Eritritol + Goma Xantana.

Una vez obtenidos los puntajes globales descritos en la tabla 8, se escogió el tratamiento 1 y 3 para realizar los análisis proximales y la evaluación sensorial respectivamente, junto a la formulación comercial de la marca McCormick (muestra control).

3.3 Evaluación Sensorial

Se aplicó un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizado (DBCA) con el fin de sustraer el error experimental que se puede dar por la presencia de panelistas no entrenados. (Navarro & Vargas, 2015). Por lo tanto, se obtendrá una mínima variabilidad en los resultados por los panelistas. Se obtuvieron los resultados de la evaluación sensorial realizada a 62 jueces

no entrenados como se presenta en la tabla 9, a los cuales se les presentó las tres formulaciones distintas (tratamiento 1, 2 y muestra comercial). Se analizaron tres parámetros (olor, sabor, viscosidad).

Tabla 9. Resultados evaluación sensorial y agrupación de medias en cada parámetro.

Parámetro	Resultados Obtenidos (Escala Hedónica de 9 puntos)		
	161	238	108
Olor	6.34 ± 1.90 ^B	7.03 ± 1.37 ^A	7.08 ± 1.45 ^A
Sabor	6.08 ± 2.21 ^A	6.47 ± 1.78 ^A	6.31 ± 1.63 ^A
Viscosidad	7.13 ± 1.72 ^A	5.76 ± 1.85 ^B	5.66 ± 1.73 ^B

Se presentan las ponderaciones obtenidas de la forma: valores medios ± desviación estándar. Las codificaciones son las siguientes: **(161)** Jarabe Comercial marca McCormick. **(238)** Tratamiento 1: 20% Sucralosa – 80% Eritritol + Goma Xantana. **(108)** Tratamiento 3: 50% Sucralosa - 50% Eritritol + Goma Xantana.

Según la escala hedónica de 9 puntos, los resultados obtenidos (Tabla 9), indican que los valores corresponden a “Me gusta ligeramente” el producto en los parámetros de sabor. De 6 y 7 puntos para el parámetro olor y de 7 y aproximadamente 6 puntos para el parámetro viscosidad. El resultado refleja que las formulaciones son aceptadas por el consumidor, pero no son totalmente de su agrado. En el caso de los tratamientos 1 y 3 se puede notar que existe diferencia significativa en el parámetro de viscosidad con respecto a la muestra comercial (Tabla 9). Para confirmar dicho análisis, la tabla 4 nos muestra que la calificación de viscosidad de ambas formulaciones se encuentra entre 5.66 y 5.76 las cuales son inferiores con respecto a la muestra comercial que muestra un valor de 7.13 en dicho parámetro. Es precisamente este parámetro el de menos agrado por los panelistas en la evaluación sensorial. Esto quiere decir que el syrup elaborado debe mejorar su viscosidad (226 cP; 321 cP) para tener una mayor aceptabilidad con el consumidor respecto al syrup comercial (539,75 cP). Una mezcla de gomas o una mayor cantidad de goma xantana dentro de la formulación podrían ayudar significativamente dentro de los resultados de una futura evaluación sensorial, debido a que lo que se busca es que el producto sea agradable al público para asegurar ventas comerciales.

El manejo de la viscosidad en los tratamientos analizados se pensaría que se controlan mediante el uso específico de ciertos espesantes. Si bien los espesantes son sustancias que modifican la viscosidad y consistencia de los alimentos, sus resultados dependiendo el tipo de espesante varían. Los espesantes utilizados en las formulaciones a prueba son considerados espesantes hidrosolubles. La goma xantana, por ejemplo, provoca el aumento de viscosidad debido a la disminución de movilidad de las gotas dispersas que a su vez, reducen el riesgo de separación de las fases tras agitación (Sirgo et al., 2021). De igual manera, al manejar panelistas no entrenados solamente se obtiene una valoración a gusto de cada uno. La viscosidad al ser un atributo mecánico necesita de entrenamientos previos para determinar su flujo con mayor precisión. Si bien se dio indicaciones a los panelistas no entrenados sobre la evaluación de este parámetro, como se puede observar en el ANEXO D, la falta de terminología limita la clasificación del mismo.

Por otro lado, si bien el ANOVA realizado para el parámetro de sabor no refleja diferencia significativa entre las formulaciones y la muestra comercial (control), las mismas no encantan al consumidor. Dicho parámetro está asociado directamente con los grados Brix del producto o contenido de sólidos solubles totales. Aparte de ser utilizado como indicador de calidad y maduración en muchos productos alimenticios, los °Brix se utiliza para conocer la relación de cantidad de sacarosa que se encuentra en 100g de solución. Si bien en Ecuador no existe normativa para este tipo de producto, The Ohio State University (s.f.) determinó que para que un producto sea llamado jarabe de maple, su valor de sólidos solubles totales debe estar entre 65° a 68°Brix. Las presentes formulaciones presentan valores entre 23° y 36°Brix, siendo la muestra comercial la que tiene mayor valor de este parámetro. Así mismo, es importante entender que no existe una relación directa entre los grados Brix de un producto y su nivel de dulzor. Esto se debe a que el dulzor es una perspectiva sensorial de las personas,

mientras que los grados Brix es un valor cuantitativo obtenido en laboratorio, el cual muchas veces nos muestra los componentes del alimento, más no sus cualidades sensoriales.

Así mismo, según la ficha técnica de una marca comercial de este carbohidrato (2020), se determinó que la goma xantana presenta 335,4 kcal por cada 100g utilizados. Al utilizar menos de 5g de este ingrediente en las formulaciones realizadas, no hay una diferencia significativa en las calorías totales de cada tratamiento y su uso conlleva plenamente su aportación en la viscosidad.

Los resultados de olor y sabor tienen una aceptación mayor a 6 puntos, pero no están cerca del mejor puntaje. Además, el valor bajo de grados Brix presente en las muestras se debe a que este producto no tiene calorías, por lo que el valor agregado del producto no fue comunicado a los panelistas antes de la evaluación; sin embargo, este factor puede alterar los resultados de manera positiva, ya que lo que se busca es que las personas puedan ver el producto como una opción saludable.

3.4. Análisis Proximal

Tabla 10: Resultados análisis proximal.

	Tratamiento 1	Tratamiento 3
Cenizas (%)	0.295 ± 0.010	0.200 ± 0.005
Humedad (%)	78.05 ± 0.06	75.97 ± 0.05
Proteína (%)	0 ± 0	0 ± 0
Grasa (%)	0 ± 0	0 ± 0
Carbohidratos (%)	21,66%	23,83%

Valores medios ± desviación estándar. Muestras realizadas por duplicado

3.4.1 Cenizas

Como resultado final del análisis, se obtuvo un porcentaje total de cenizas de 0,295% para el tratamiento 1 y 0,200% para el tratamiento 3. Según la normativa INEN (s.f.), se espera que no exista un porcentaje mayor a 0,6 para mieles comerciales, teniendo como valor máximo

1%. Los resultados para los syrups con respecto al porcentaje de cenizas son buenos y aceptables basándonos en la normativa descrita. En caso de que se desearía mejorar el perfil de minerales del producto, se podría añadir vitaminas o minerales, los cuales aumentarían el valor de cenizas del producto (Zandamela, 2018).

3.4.2 Humedad

El resultado de la humedad es apropiado en los tratamientos evaluados como se puede observar en la tabla 10. Se confirmó dicha afirmación ya que una miel comercial presenta un porcentaje de humedad de alrededor del 80% (Arango, 2013). Esto indica que la formulación está correctamente realizada y se debe analizar la viscosidad del syrup para poder evaluar su aceptación en el mercado.

3.4.3 Proteína

El contenido proteico, como se puede observar en la Tabla 10, es de 0g. Esto se debe a que los ingredientes de la formulación del syrup no cuentan con proteínas dentro de su estructura molecular. Por lo que se justifica el hecho de que este producto tenga un aporte calórico mínimo.

3.4.4 Grasas

En base a los resultados, se puede evidenciar que la cantidad de grasas presentes en el alimento es de 0 g, esto se debe a que ningún ingrediente de la formulación cuenta con algún tipo de lípido o grasa en su formulación. Este resultado era de esperarse, y sustenta la teoría de que el syrup de maple es bajo en calorías. Así se evidencia que, este producto cumple con el objetivo principal del estudio.

3.4.5 Carbohidratos

Para el cálculo de carbohidratos se obtuvo el siguiente resultado:

$$\text{CHO\%} = 100 - [0,295 \% + 78,05\% + 0 \% + 0 \%]$$

$$\text{CHO}\% = 21,655\%$$

El porcentaje de carbohidratos por diferencia refleja la cantidad agregada de edulcorantes al jarabe, pero estos carbohidratos son polioles, lo que quiere decir que son moléculas no sintetizables por el cuerpo humano y no aportan calorías. Sin embargo, se conoce que el producto no contiene grasas, proteínas y un aporte mínimo de carbohidratos, por lo que el contenido de CHO se lo realizó en base a la formulación inicial del producto, que indica que contiene 5g de Goma Xantana, teniendo 350 ml de producto se tiene 3,65 g de carbohidratos (ANEXO G), con un aporte calórico de 14,6 kcal.

4. CONCLUSIONES

- Se elaboró un syrup de maple con bajo contenido calórico, mediante el uso de edulcorantes no calóricos, espesantes y conservantes.
- Mediante un análisis proximal del producto, se comprobó que el componente calórico del syrup por cada 350 ml es únicamente 14,6 kcal por cada 350 ml, que corresponden a los carbohidratos pertenecientes al espesante (goma xantana), por lo que el semáforo nutricional del producto dentro de la normativa ecuatoriana es que no contiene sal, azúcar ni grasas, gracias al uso de edulcorantes no calóricos (eritritol y sucralosa).
- Se demostró a través de un análisis proximal que el valor de cenizas ($0,295\% \pm 0,01$; $0,2\% \pm 0,0049$) y humedad ($78,05\% \pm 0,06$; $75,97\% \pm 0,05$) es adecuado para el producto.
- Mediante el ANOVA realizado a las variables de salida, se encontró que los factores estudiados, tienen influencia en los valores de cada una de las variables. Así mismo, se determinó que existe un efecto en las variables de salida provocado por la interacción de los factores de estudio (% mezcla edulcorante y tipo de espesante). Por

lo tanto, el reemplazo de azúcar por edulcorantes no calóricos dentro de la elaboración de un syrup de maple sin calorías si influye en las variables.

- Se logró determinar que, al utilizar menor cantidad de sucralosa y goma xantana en las formulaciones, menor cantidad de sólidos solubles totales se obtendrán.
- Se encontró una relación inversamente proporcional entre la cantidad añadida de goma guar y el azúcar, por lo que los tratamientos realizados con goma guar tuvieron resultados de viscosidad muy altos y se escogieron las muestras con goma xantana.
- En cuanto a la A_w se determinó que al utilizar goma guar, se obtendrán menor valores de esta variable.
- El análisis sensorial reveló que existe una diferencia significativa en el parámetro de viscosidad, entre los tratamientos 1 y 3 y el syrup comercial. No obstante, los valores son mayores a 6 y se relacionan con el puntaje de “Me gusta ligeramente” el producto.
- En cuanto al parámetro de sabor no existe diferencia significativa, por lo que el único factor que se debe modificar para tener resultados óptimos dentro del producto es la cantidad de espesante (goma xantana) para mejorar la viscosidad.
- Se demostró que el producto contiene los parámetros adecuados para su comercialización con una aceptación por parte del consumidor. Su valor agregado es su aporte calórico mínimo para personas diabéticas o con una dieta baja en calorías.

5. RECOMENDACIONES

- Al tener resultados con respecto a tres parámetros analizados en la evaluación sensorial, no se obtuvo un resultado preciso sobre la aceptación global del producto, el cual no solamente estará determinado por aquellas variables. Por lo tanto, se recomienda añadir un parámetro de calificación global en la evaluación sensorial.

- Así mismo, se aconseja realizar el análisis sensorial del parámetro de viscosidad con jueces entrenados, los cuales estarán capacitados y ayudarán de manera directa a determinar el tipo de viscosidad presente en el producto.
- Se recomienda realizar más pruebas previas de gomas y las concentraciones de edulcorantes, con el fin de obtener un producto más cercano a los valores de viscosidad de Syrups que ya están en el mercado. Un análisis sobre la formulación de la muestra comercial sería una guía indicada para tener mejor manejo de los factores a estudiar.

6. REFERENCIAS

- A.O.A.C. (1990). Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical
- Aguilera, C., Labbé, T., Busquets, J., Venegas, P., Neira, C., & Valenzuela, A. (2019). *Obesidad: ¿Factor de riesgo o enfermedad?* Revista Médica de Chile. Recuperado 5 de marzo de 2023, de <https://www.scielo.cl/pdf/rmc/v147n4/0717-6163-rmc-147-04-0470.pdf>
- Arango Osorno, M. C. (2013). Impacto microestructural, físico y sensorial del almidón e inulina en la formulación de salsas blancas libres de gluten y lactosa, con bajo contenido calórico. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/handle/10251/27777>
- Arnal, L. M. L., Tormo, A. V., Muñoz, A. C., Villarroya, C. M., Calvo, E. L., Navarro, P. M., & París, A. S. (2021). Impacto del consumo de alimentos ultraprocesados en la enfermedad renal crónica. *nefrologia*, 41(5), 489-501.
- Arshad, S., Rehman, T., Saif, S., Rajoka, M. S. R., Ranjha, M. M. A. N., Hassoun, A., ... & Aadil, R. M. (2022). Replacement of refined sugar by natural sweeteners: focus on potential health benefits. *Heliyon*, e10711.
- Bello Flores, P. (2022). Alimentos de textura modificada: métodos de medida, evolución de las propiedades de la textura y del valor nutritivo.
- Bolivar, C. (2009). *Monografía sobre el Galactomanano del Grano del Café y su Importancia en el Procesamiento para la Obtención de Café Soluble*. Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado 10 de mayo de 2023, de <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/fdd34aa6-d4cd-4e1e-9aec-7fc872bf8449/content>
- Budai, S. (2006). *Química de los Alimentos* (4.^a ed.). Pearson Education. <https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/libro-badui200626571.pdf>

- Buenaño, K. (2017). "ELABORACIÓN DE JARABE DE TAMARINDO CON LA UTILIZACIÓN DE EDULCORANTES NATURALES EN REEMPLAZO DEL AZÚCAR CONVENCIONAL. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado 5 de marzo de 2023, de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7771/1/27T0371.pdf>
- Cabezas Zabala, C. C., Hernández Torres, B. C., & Vargas Zárate, M. (2016). Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura. *Revista de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia*, 64(2), 319. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n2.52143>
- Cardona, F. (s. f.). *Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones*. Universitat Politecnica de Valencia. Recuperado 10 de mayo de 2023, de <https://riUNET.upv.es/bitstream/handle/10251/121948/Cardona%20-%20ACTIVIDAD%20DEL%20AGUA%20EN%20ALIMENTOS%3A%20CONCEPTO%2C%20MEDIDA%20Y%20APLICACIONES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castañeda-Ovando, A., González-Aguilar, L. D., Granados-Delgadillo, M. A., & Chávez-Gómez, U. J. (2020). Goma guar: un aliado en la industria alimentaria. *PADI boletín científico de ciencias básicas e ingenierías del ICBI*. <https://doi.org/10.29057/icbi.v7i14.4988>
- Chen, L., Wu, W., Zhang, N., Bak, K. H., Zhang, Y., & Fu, Y. (2022). Sugar reduction in beverages: Current trends and new perspectives from sensory and health viewpoints. *Food Research International*, 112076.
- Cueva Vásquez, A. E. (2017). Formulación de salsas dulces bajas de calorías. Recuperado de: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2900/Q02-C848-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cunama, M., & Carolina, D. (2022). *Mejoramiento de la calidad de leche bovina producida por pequeños productores de la parroquia de Lloa, Provincia de Pichincha, aplicando un programa de capacitación* (Bachelor's thesis, Quito: UCE). <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/29640>
- Dagnino, J. (2014). *Análisis de Varianza*. Revista Chilena Anestesia. Recuperado 24 de abril de 2023, de <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv43n04.07.pdf>
- Dayelet. (s. f.). *Texturizante en Polvo Xantana*. Recuperado 10 de mayo de 2023, de <https://www.dayelet.com/pdfs/esp/DAYELET%20XANTANA.pdf>
- de la Hoz, R. C., Sánchez, S., Corrales, L., & Henríquez, A. M. (2022). Aislamiento y selección de bacterias ácido láctica con potencial probiótico a partir de leche cruda de cabra. *Revista Sennova: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 2-10. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/sennova/article/view/5333>
- Durán, S., Córdón, K., & Rodríguez, M. (2013). Edulcorantes no nutritivos, riesgos, apetito y ganancia de peso. *Revista Chilena de Nutrición*. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v40n3/art14.pdf>

- García Fajardo, B. J., & Andrade Garrido, R. S. (2022). *Plan de negocio para la elaboración de una salsa baja en calorías V-DIP* (Bachelor's thesis, Guayaquil: ULVR, 2022.). Recuperado de: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5379>
- Garrido, E., Martínez, J., Velásquez, J., Mujica, Y., & Yopez, T. (2022). Evaluación de la conservación de pulpas de parcha granadina. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, 1(18), 73-92. <https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/view/3870>
- Hasan, T., & Sultana, M. (2022). Actitud de los adolescentes hacia los refrescos y factores asociados a su consumo. *Enfermería Clínica (English Edition)*, 32(6), 431-439.
- León, M. (2002). *Manual de Aplicación de los Diseños Experimentales*. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/47703/LeonSalazarMercedes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Manzur-Jattin, F., Morales-Núñez, M., Ordosgoitia-Morales, J., Quiroz-Mendoza, R., Ramos-Villegas, Y., & Corrales-Santander, H. (2020). Impacto del uso de edulcorantes no calóricos en la salud cardiometabólica. *Revista Colombiana de Cardiología*, 27(2), 103-108.
- May, E. (Ed.). (2017). *Clasificación de los Fluidos*. INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CALKINI EN EL ESTADO DE CAMPECHE.
- MEC. (2021). *Alimentación Saludable*. Ministerio de Educación. Recuperado 5 de marzo de 2023, de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/10/Cartilla-1-Alimentacion-Saludable.pdf>
- Minitab. (2019). *Entendiendo las Pruebas de Hipótesis: niveles de Significancia (Alfa) y Valores P en Estadística*. Minitab. <https://blog.minitab.com/es/entendiendo-las-pruebas-de-hipotesis-niveles-de-significancia-alfa-y-valores-p-en-estadistica>
- Navarro, J., & Vargas, J. (2015). Eficiencia relativa del diseño de bloques completos al azar para ensayos de arroz en Bagaces, Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes*. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/is/v16n34/2215-2458-is-16-34-00061.pdf>
- OMS. (2021). *Obesidad y Sobrepeso*. Organización Mundial de la Salud. Recuperado 5 de marzo de 2023, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Ospina, M., Sepulveda, J., Restrepo, D., Cabrera, K., & Suárez, H. (2011). INFLUENCIA DE GOMA XANTAN Y GOMA GUAR SOBRE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LECHE SABORIZADA CON COCOA. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a07.pdf>
- OSU. (s. f.). *¿When is it Syrup? Tools and Techniques for Measuring Syrup Density*. Ohio State University. Recuperado 10 de mayo de 2023, de https://holmes.osu.edu/sites/holmes/files/imce/Program_Pages/Maple/OMD2020Handouts/whenisitsyrupmsd.pdf
- Padilla, A., Nestares, T., & Urrialde, R. (2020). Actualización sobre aspectos científico-técnicos y regulatorios de los edulcorantes bajos en o sin calorías. *Rev Esp Nutr Comunitaria*, 26(2), 80-92.

- Paz, R. (2011). *Uso de Moringa oleifera Lam. para el desarrollo de productos alimenticios a base de cereales: Aplicación de transporte de momento y reología*. Universidad San Francisco De Quito. Retrieved May 16, 2023, from <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7071/1/135825.pdf>
- Puluc Patzan, S. S. (2017). *Desarrollo de una miel maple de mejor propiedades" reológicas" de mayor aceptación por los consumidores* (Doctoral dissertation), de <http://biblioteca.galileo.edu/tesario/handle/123456789/623>
- Puluc, S. (2013). *DESARROLLO DE UNA MIEL MAPLE DE MEJOR PROPIEDADES "REOLOGICAS" DE MAYOR ACEPTACIÓN POR LOS CONSUMIDORES*. Universidad Galileo Guatemala. http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/623/1/2013-T-Icta-009_puluc_patzan_sandra_susana.pdf
- Ramírez, J. (2012). *Análisis Sensorial: Pruebas Orientadas al Consumidor*. Research Gate. Recuperado 24 de abril de 2023, de https://www.researchgate.net/profile/Juan-Ramirez-Navas/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor/links/00b495260e24536e05000000/Analisis-sensorial-pruebas-orientadas-al-consumidor.pdf
- Río Crespo, É. A., Granda Carvajal, P. A., & Castañeda Garcés, S. A. (2015). Experiencia con la implementación del uso de soluciones estandarizadas de cloruro de potasio. *Avances en Enfermería*, 33(1), 19-28. Recuperado de: https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Práctica+1%3A+Preparación+y+Estandarización+de+Soluciones&btnG=
- Rodríguez, P. S., Menéndez, S. Á., Gutierrez, M. ^a. J. F., Rodilla, J. M. R., & Marcos, C. Á. (2020). Classic and new-generation commercial thickeners. Organoleptic qualities and usefulness in the diagnostic tests of dysphagia. *Nutricion Hospitalaria*. <https://doi.org/10.20960/nh.02934>
- Sánchez, C. (2006). *Obtención Experimental de un Fluido Magnetorreológico Casero y Determinación de su Viscosidad Bajo Diferentes Condiciones de Pruebas*. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13667/5/Desarrollo%20Cap%20C3%ADtulo%203.pdf>
- Saraiva, A., Carrascosa, C., Ramos, F., Raheem, D., Lopes, M. D., & Raposo, A. (2022). Maple Syrup: Chemical Analysis and Nutritional Profile, Health Impacts, Safety and Quality Control, and Food Industry Applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(20), 13684. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013684>
- Saraiva, A., Carrascosa, C., Ramos, F., Raheem, D., Lopes, M. D., & Raposo, A. (2022, 21 octubre). *Maple Syrup: Chemical Analysis and Nutritional Profile, Health Impacts, Safety and Quality Control, and Food Industry Applications*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Recuperado 10 de mayo de 2023, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9603788/>
- Silva, C. (2010). *CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DE HIDROCOLOIDES ALIMENTARIOS: GOMA GUAR, GOMA TRAGACANTO, METILCELULOSA Y SUS*

- MEZCLAS. Universidad de Santiago de Compostela. Recuperado 10 de mayo de 2023, de https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/2875/9788498875829_content.pdf;jsessionid=8E06B0EB22A8B43D20A8C61BC6F770DF?sequence=1
- SuperSweets. (2021). *Eritritol*. Energy Feelings. Recuperado 10 de mayo de 2023, de <https://energyfeelings.com/wp-content/uploads/2021/03/FT-ERITRITOL-V.21.01.1-ES.pdf>
- Tridge. (s. f.). *Jarabe de Agave*. TRIDGE. Recuperado 5 de marzo de 2023, de <https://www.tridge.com/es/intelligences/agave-syrup/EC/production>
- Valdivieso, J. I. B., & Villacis, V. Y. P. (2022). Edulcorantes no calóricos empleados en alimentos procesados: caso de estudio Ecuador. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 42(4). <https://revista.nutricion.org/index.php/ncdh/article/view/299>
- Valencia Arango, S. (2022). Validación del método de proteína por medio de la determinación de nitrógeno por procedimiento Kjeldahl para derivados cárnicos. AOAC 2001.11. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/28735>
- Velasco Núñez, J. E. (2017). *Evaluación in vitro del efecto inhibitorio del chocolate de dos genotipos (nacional y CCN-51) edulcorado con eritritol frente a Streptococcus mutans (ATCC 25175)* (Bachelor's thesis, Quito: UCE), de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10748>
- Zúñiga Puebla, K. E. (2022). *Estudio de la concentración, metabolismo y excreción de los edulcorantes utilizados en la industria alimentaria* (Bachelor's thesis, Quito: UCE). <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/26536>

7. ANEXOS

ANEXO A. Jarabe Sabor a Maple-Reducido en Azúcar marca McCormick.



ANEXO B. ANOVA Variables de Salida

Análisis de Varianza y Tukey: Sólidos Solubles Totales

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Edulcorante	2	2,6811	1,3406	36,56	0,000
Goma	1	20,9089	20,9089	570,24	0,000
Edulcorante*Goma	2	1,5744	0,7872	21,47	0,000
Error	12	0,4400	0,0367		
Total	17	25,6044			

Análisis de Varianza y Tukey: Viscosidad

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Edulcorante	2	83727429	41863714	139,35	0,000
Goma	1	179759381	179759381	598,36	0,000
Edulcorante*Goma	2	80758532	40379266	134,41	0,000
Error	12	3605065	300422		
Total	17	347850407			

Análisis de Varianza y Tukey: Actividad de Agua

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Edulcorante	2	0,000696	0,000348	30,87	0,000
Goma	1	0,012694	0,012694	1125,54	0,000
Edulcorante*Goma	2	0,000729	0,000364	32,31	0,000
Error	12	0,000135	0,000011		
Total	17	0,014254			

ANEXO C. ANOVAS Evaluación Sensorial

Análisis de Varianza y Tukey: Olor

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
JUECES	61	163,78	2,685	1,07	0,373
FÓRMULA	2	21,37	10,683	4,25	0,016
Error	122	306,63	2,513		
Total	185	491,78			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

FÓRMULA	N	Media	Agrupación
108	62	7,08065	A
238	62	7,03226	A
161	62	6,33871	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza y Tukey: Sabor

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
JUECES	61	253,231	4,151	1,24	0,162
FÓRMULA	2	4,688	2,344	0,70	0,500
Error	122	409,978	3,360		
Total	185	667,898			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

FÓRMULA	N	Media	Agrupación
238	62	6,46774	A
108	62	6,30645	A
161	62	6,08065	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza y Tukey: Viscosidad

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
JUECES	61	281,78	4,619	1,89	0,002
FÓRMULA	2	83,56	41,780	17,08	0,000
Error	122	298,44	2,446		
Total	185	663,78			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

FÓRMULA	N	Media	Agrupación
161	62	7,12903	A
238	62	5,75806	B
108	62	5,66129	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO D. Cuestionario evaluación sensorial

EVALUACIÓN SENSORIAL - PRUEBA DE ACEPTACIÓN

PRODUCTO: Syrup Sabor a Maple Bajo en Calorías y Azúcar

EDAD: SEXO:

Instrucciones

Por favor pruebe las muestras. Con el agua entregada, enjuagarse entre cada muestra degustada.

Indique su nivel de agrado ante cada muestra según la siguiente escala de puntuación:

PUNTAJE	DESCRIPCIÓN
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta
6	Me gusta ligeramente
5	Ni me gusta, ni me disgusta
4	Me disgusta ligeramente
3	Me disgusta
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Proceda a calificar las muestras con la puntuación explicada según le parezca conveniente para cada uno de los aspectos. Anotar la puntuación en el código correspondiente a cada muestra.

Código muestra	Olor	Sabor	Viscosidad
161			
238			
108			

¡MUCHAS GRACIAS!

ANEXO E. ANOVA DCA variables de salida con muestra comercial

Variable de Salida: Sólidos Totales

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRAT COMP	2	358,980	179,490	1994,33	0,000
Error	6	0,540	0,090		
Total	8	359,520			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRAT COMP	N	Media	Agrupación
7	3	36,733	A
3	3	24,033	B
1	3	22,733	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Variable de Salida: Actividad de agua

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRAT COMP	2	0,018625	0,009312	2890,03	0,000
Error	6	0,000019	0,000003		
Total	8	0,018644			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRAT COMP	N	Media	Agrupación
1	3	1,000	A
3	3	0,999667	A
7	3	0,90333	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Variable de Salida: Viscosidad

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRAT COMP	2	154680	77340,1	7275,33	0,000
Error	6	64	10,6		
Total	8	154744			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRAT COMP	N	Media	Agrupación
7	3	539,75	A
3	3	321,71	B
1	3	226,560	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO F. Tabla Información Nutricional y Semáforo Nutricional

Información Nutricional		
Tamaño de la porción: 2 cucharadas (16 g)		
Porciones por envase: alrededor de 13		
Cantidad por porción		
Energía 0 kJ (0 kcal)	Energía de la grasa 0 kJ (0 kcal)	
		% VD
Grasa total	0 g	0%
Grasa saturada	0 g	0%
Grasa monoinsaturada	0 g	
Grasa poliinsaturada	0 g	
Ácidos grasos trans	0 g	
Colesterol	0 mg	
Sodio	0 mg	0%
Carbohidratos totales	0,4 g	0%
Fibra dietaria	0g	0%
Azúcares	0g	
Proteínas	0 g	
Vitamina A 0%	Vitamina C 0%	
Calcio 0 %	Hierro 0%	
*Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser más altos o bajos dependiendo de sus necesidades calóricas.		

Tabla Semáforo Nutricional

<i>Nivel / Componentes</i>	<i>Cantidad en 100 g</i>	<i>Clasificación</i>
<i>Grasa</i>	0 g	-
<i>Azúcar</i>	0 g	-
<i>Sal (sodio)</i>	0 mg	-

No contiene grasa, no contiene sal, no contiene azúcares

(Normativa INEN, 2010)

ANEXO G. Tabla de resultados de cenizas y humedad

	CENIZAS			
	Tratamiento 1		Tratamiento 3	
	1	2	1	2
<i>Peso Crisol</i>	33,7413	31,6708	32,2806	40,7904
<i>Peso Muestra</i>	3,0779	3,0654	3,1223	3,0344
<i>Peso Crisol + Muestra</i>	36,8162	34,7381	35,4034	43,8229
<i>Peso Final</i>	33,7503	31,6801	32,283	40,7971
	0,009	0,0093	0,0024	0,0067
<i>% de cenizas</i>	0,29	0,30	0,08	0,22

	HUMEDAD			
	<i>Tratamiento 1</i>		<i>Tratamiento 3</i>	
	1	2	1	2
<i>Peso Crisol</i>	59,1934	52,8807	50,1712	56,5032
<i>Peso Muestra</i>	3,0712	3,1032	3,1172	3,0864
<i>Peso Crisol + Muestra</i>	62,2616	55,9804	53,2777	59,5814
<i>Peso Final</i>	59,8627	53,5602	50,911	57,235
	2,3989	2,4202	2,3667	2,3464
<i>% de humedad</i>	78,11	77,99	75,92	76,02

ANEXO H. Información Nutricional Goma Xantana

Peso: 100 gramos.

Ingredientes: goma xantana.

No contiene: azúcar, gluten, lactosa, huevo, fructosa, colesterol, soja y frutos secos.

Índice glucémico muy bajo.

Información nutricional por 100 g	
Valor energético	1.403 kJ - 335 kcal
Grasas	0 g
de las cuales ácidos grasos saturados	0 g
Hidratos de carbono	73 g
Fibra alimentaria	73 g
Proteínas	7 g
Sal	7,3 g

(Bello, 2022)