

Diseño de productos funcionales derivados del fruto y la hoja del sauco

Laura López Salgado¹, Santiago Torres Pacheco¹, María Hernández Carrión*¹

Grupo de Diseño de Productos y Procesos (GDPP). Departamento de Ingeniería Química y de Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad de Los Andes.

[*m.hernandez1@uniandes.edu.co](mailto:m.hernandez1@uniandes.edu.co)

RESUMEN

En Colombia, crecen diferentes especies de plantas que son desaprovechadas a pesar de su potencial uso para la nutrición y salud, como es el caso del sauco en Bogotá. De igual forma, en la actualidad, la demanda de productos elaborados con componentes naturales y que aporten beneficios para la salud ha aumentado. Debido a esto, se identificó la oportunidad de desarrollar productos elaborados a partir del fruto y de la hoja del sauco. Mediante un análisis de mercado, se decidió elaborar unas barritas energéticas y una mascarilla facial. Posteriormente, mediante un análisis sensorial en el que se empleó una escala hedónica de 9 puntos y una escala *Just About Right*, quedó en evidencia que la textura crujiente es de suma importancia para los consumidores. Haciendo uso de un texturómetro se determinó la dureza de la barrita y se comparó con 2 barritas control. Se encontró que estas eran estadísticamente iguales. Adicionalmente, se midió la humedad y la dureza de las barritas a lo largo de 4 semanas, en las cuales no hubo cambios significativos, lo que quiere decir que tienen una buena estabilidad. De igual forma, se realizó un cálculo teórico de la información nutricional de la barrita la cual tiene 94 kcal, un alto contenido de fibra dietética, un muy bajo contenido en sodio, un contenido básico de vitamina C y hierro, no contiene grasas trans, gluten, nueces y contiene 8 g de sauco en una porción de 25 gramos. En cuanto a la mascarilla, se obtuvo un Índice de Estabilidad del Turbiscan a los 30 minutos de 0.5, lo que la hace estadísticamente igual de estable que una mascarilla comercial. Por otro lado, la textura de la mascarilla de sauco es diferente a la de control, lo que la hace ligeramente más difícil de aplicar sobre la piel.

Palabras clave: Sauco, barrita, mascarilla, textura, dureza, estabilidad

1. INTRODUCCIÓN

En los andes colombianos, se desarrollan diferentes especies de plantas alimenticias que son desaprovechadas a pesar de su potencial para la alimentación, nutrición y salud, como es el caso del sauco en Bogotá, el cual se encuentra de manera natural por toda la ciudad. El sauco *Sambucus nigra* se da en altitudes entre los 1000 y 3000 msnm en zonas templadas y frías, crece cerca a fuentes hídricas y se destaca por ser poco exigente en suelos [1]. Su reproducción puede ser sexual o vegetativa (asexual) y presenta alto porcentaje de sobrevivencia por lo que se favorece su reproducción y siembra en diferentes medios [2]. Esta planta, se caracteriza por tener principios bioactivos antioxidantes, que se encuentran distribuidos en diferentes concentraciones, en las diferentes partes de la planta. Su actividad antioxidante se debe a la alta cantidad de compuestos fenólicos que se encuentran en las bayas, flores y hojas. Estos compuestos, constituyen una de las principales clases de metabolitos secundarios de los vegetales que intervienen en el crecimiento y reproducción de la planta, así como en procesos defensivos contra agentes patógenos, depredadores o radiación ultravioleta [3]. Entre los compuestos fenólicos se encuentran los fenoles, flavonoides y antocianinas; estas últimas, son los pigmentos responsables del intenso color morado de las bayas del sauco. La capacidad antioxidante de estos compuestos se debe a que, en su estructura, contienen al menos un grupo fenol, que consta de un anillo aromático unido a un grupo hidroxilo, lo que les permite actuar como agentes reductores, mediante la donación de un hidrógeno [4]. Esto, les confiere la capacidad de inhibir o retardar el proceso oxidativo de las células, captando y neutralizando los radicales libres e interfiriendo con la iniciación, o propagación, de reacciones en cadena incontroladas que pueden causar la degeneración, envejecimiento y pérdida de su función [5]. Así mismo, estos compuestos poseen actividad antiinflamatoria, antitumoral, antiviral, entre otros [6], por lo que se han utilizado tradicionalmente para la elaboración de medicinas caseras y se han hecho numerosos estudios para determinar las características físicas y químicas de esta planta con el fin de su implementación en la industria farmacológica y en la industria de alimentos.

Adicionalmente, en la actualidad, las personas se preocupan más por llevar un estilo de vida saludable en el que la alimentación sana y con mayores beneficios juega un papel esencial. Es por esto que las exigencias de los consumidores se dirigen más a la búsqueda de nuevos productos funcionales que, además de tener un alto aporte nutricional, contengan en su composición compuestos bioactivos de origen vegetal [7]. Consecuentemente, se ha dado el surgimiento de un nuevo mercado: el de los alimentos funcionales. Estos alimentos son aquellos que, además de aportar los nutrientes básicos, contiene uno o más componentes que desempeñan funciones fisiológicas específicas en el organismo con el fin de mejorar la salud y reducir el riesgo a padecer ciertas enfermedades [8]. El desarrollo de estos alimentos se da mediante la incorporación de algún compuesto bioactivo, como prebióticos, probióticos, compuestos fenólicos, vitaminas, ácidos grasos, entre otros [9]. Con esto en mente, los efectos beneficiosos del alimento desarrollado no solo dependen de su contenido en compuestos bioactivos, sino que estas moléculas deben llegar al órgano de acción, por lo que, una vez ingeridas, deben ser absorbidas, pasar a la sangre y así distribuirse en el organismo [10].

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue diseñar, elaborar y evaluar un alimento funcional y un producto cosmético a base de sauco y, de esta forma fomentar la explotación de esta planta tan beneficiosa y abundante en Bogotá. Con estos dos productos se pretende abarcar la funcionalidad del sauco en el cuerpo humano tanto internamente como externamente, pues la biodisponibilidad de los compuestos fenólicos es diferente para los dos casos. Es importante resaltar que, la biodisponibilidad, es la rapidez y cantidad de compuesto bioactivo que es absorbido en el sitio de acción [11]. Con esto en mente, en cuanto al alimento, para que el sauco pueda ejercer sus efectos favorables, las moléculas bioactivas deben llegar al sitio de acción, por lo que, una vez ingeridas, deben ser absorbidas, pasar a la sangre y así distribuirse en el organismo [10]. Por otro lado, en cuanto al producto cosmético, la biodisponibilidad de los compuestos fenólicos es mayor debido a que su aplicación es cutánea por lo que actúan directamente en las células de la piel sin necesidad de atravesar más barreras lo que hace que la concentración del compuesto en el órgano de acción sea más alta que al ser ingeridos [11].

Ahora bien, para la elaboración de los productos, se realizó una búsqueda bibliográfica sobre las propiedades y caracterización de las bayas y la hoja del sauco con el fin de conocer su actividad antioxidante. Posteriormente, se realizó un estudio de mercado con el fin de que los consumidores proporcionaran la información necesaria para escoger los productos que se van a desarrollar. Posteriormente, se realizó un análisis sensorial del alimento y se analizaron los productos fisicoquímicamente con el fin de determinar si estos pueden ser competitivos en el mercado colombiano.

2. METODOLOGÍA

2.1 Encuesta

Inicialmente, para la elección de los productos a desarrollar y, para realizar un correcto diseño del producto, fue necesario conocer qué es lo que está demandando el consumidor. Por esta razón, se elaboró una encuesta, la cual respondieron 727 personas de las cuales 57% fueron mujeres y el 43% hombres que se encontraban en rangos de edad entre los 18 y 66 años. En esta, se le preguntó a los consumidores sus preferencias acerca de ciertos productos en los que se podría emplear el sauco. Las primeras preguntas de la encuesta permitieron identificar al consumidor. Entre estas se encontraron: el rango de edad, género, nivel de estudios, estrato socio económico y hábitos alimentarios. A continuación, se les dio una contextualización acerca del sauco y sus propiedades con el objetivo de que pudieran responder si les interesaría consumir o utilizar un producto elaborado a partir del sauco. Los productos que se propusieron en la encuesta se dividieron en dos categorías de acuerdo con las características del producto. Inicialmente, se evaluaron diferentes alimentos como unas gomitas saludables, un té tipo *bubble tea*, una mermelada, un jugo y unas barritas de fruta. Estos productos se agruparon de acuerdo a su rango de precios. A continuación, se evaluaron los productos cosméticos como una mascarilla y una crema facial. Por último, con base en los resultados de la encuesta se decidió cuales productos elaborar, así como las restricciones que se debían tener en cuenta en relación a qué aditivos utilizar y a qué precios ajustarse. Con esto en mente, el alimento escogido a desarrollar fue la barrita de fruta debido a que además de tener la segunda

mayor cantidad de votos, tuvo la mejor aceptación. En cuanto al producto cosmético, se escogió la mascarilla debido a que más personas están dispuestas a incorporarla en su rutina de cuidado personal.

2.2 Formulación del alimento

La formulación de la barrita consistió en cuatro partes. La primera se basó en la elaboración de una mermelada baja en azúcar de sauco con el fin de incorporar el fruto a la barrita. Debido a que las bayas tienen un sabor amargo, la mermelada permitía incorporar el fruto de forma que tuviera un sabor agradable. Adicionalmente, en el proceso de la elaboración de la mermelada se maceraron las bayas lo que permite extraer una mayor cantidad de antioxidantes los cuales se encuentran principalmente en las paredes celulares de las cáscaras [6]. Por esta razón, la bioaccesibilidad de los compuestos fenólicos aumenta [6]. Adicionalmente, entre las sustancias constituyentes del sauco se encuentra la sambunigrina, que es un glucósido cianogénico que se encuentra en las semillas de las bayas y que, en contacto con la enzima emulsina, que se encuentra en la saliva, produce ácido cianhídrico y se libera cianuro. Por este motivo, el consumo de las bayas de sauco crudas y, en grandes cantidades puede llegar a ser nocivo [12]. Sin embargo, el proceso térmico aplicado a la materia prima hace que la sambunigrina se degrade [13], por lo que la mermelada es el método más adecuado para la incorporación del sauco al alimento. Para esto, se utilizaron 500g de sauco fresco, recogido de diferentes árboles de sauco en la ciudad de Bogotá, 50g de azúcar blanca marca Manuelita y, 6g de edulcorante con Stevia marca D'Light. Inicialmente se dejaron en un recipiente las bayas con el azúcar durante 3h. Seguidamente, se colocó el recipiente sobre fuego, se le adicionó el edulcorante y, se maceraron las bayas. Esta mezcla, se dejó en cocción durante 1h y 15 min con agitación constante. Finalmente, se coló la mezcla, quedando 250g de mermelada.

La segunda parte, consistió en la incorporación de pectina procedente de manzana verde con el fin de darle consistencia a la mermelada ya que esta resultó muy líquida por el bajo contenido de azúcar. Para esto, se agregaron en un recipiente 800g de manzana verde peladas, 25g de zumo de limón y, 350ml de agua. Esta mezcla se dejó cocinar a fuego lento durante 2h con agitación constante. Pasadas las dos horas, se obtuvieron 660g de pectina, de los cuales se adicionaron 200g a la mermelada de sauco. Finalmente, se adicionaron 25g semillas de chía con el propósito de aumentar su contenido nutricional y mejorar la textura de la mermelada.

A continuación, se elaboró una avena tostada con el fin de conferir mayor crocancia y sabor a la formulación final. Para esto, se utilizaron 160g de avena en hojuelas marca Toning, 30g de miel, 15g aceite de coco, 12.5g de canela molida y 3.75g de esencia de vainilla marca Lavapan. Los ingredientes se incorporaron y, posteriormente, se tostaron en un horno Hotpoint Ariston FH 103 IX/HA, a 165°C durante 35 minutos. Finalmente, se mezclaron 200g de la mermelada final, 145 g de la avena tostada, 45 g de harina de avena y se adicionaron 30 g de miel y 7 g de aceite de coco. Se incorporaron todos los ingredientes, se engrasó una refractaria con aceite de coco y se introdujo la mezcla en el horno a 165°C durante 35 minutos. Posteriormente, se porcionaron las barritas, obteniéndose 12 barritas de 25g cada una. Por último, con el fin de que los consumidores escogieran, se elaboró una presentación en forma de bolita para la que se utilizó la misma mezcla y cantidad que para la barrita y se introdujeron al horno durante 5 minutos a 165°C.

2.3 Análisis sensorial

Con el fin de analizar al consumidor y escoger el producto final entre la barrita y la bolita energéticas desarrolladas a partir de sauco, se realizó un análisis sensorial en el que 71 personas de la ciudad de Bogotá y sus alrededores, de forma anónima, cataron las dos muestras. De los consumidores el 58% fueron mujeres y el 42% fueron hombres y, se encontraban entre los 18 y 65 años de edad. Para llevar a cabo este análisis, se le asignó a cada presentación un código de tres dígitos. La barrita fue porcionada en cuadrados de 3.5 ± 0.1 cm y, 1cm de espesor. Con la misma cantidad con que se cortaron las barritas, se elaboraron las muestras en forma de bolita. Para calificar estos snacks, la hoja de cata consistía en dos tipos de pruebas. La primera, fue una prueba afectiva de satisfacción en la cual se empleó una escala hedónica de 9 puntos para la aceptabilidad global, la aceptabilidad de la apariencia, de la textura, del color y del sabor de las muestras. La segunda, una descriptiva en escala JAR (*Just About Right*) de 5 puntos para la dureza, la textura crujiente y el dulzor donde 3 se considera el valor ideal, 1 y 2 demasiado bajo y 4 y 5 demasiado alto [14]. Adicionalmente se hizo un cálculo de penalizaciones con el fin de identificar los atributos que

requerían de una mejora. Finalmente, los catadores debían indicar cuál de las dos muestras les gustó más y por qué.

El análisis de las escalas JAR se llevó a cabo en Excel y el análisis estadístico de los atributos en escala hedónica se realizó con el software Minitab. Este último consistió en un análisis de varianza ANOVA utilizando una significancia de $\alpha = 0.05$

2.4 Evaluación del alimento

Con el fin de determinar si las características del alimento formulado cambiaron con el tiempo, se realizaron pruebas de textura por triplicado una vez a la semana, durante 4 semanas. Para ello, se hizo uso del texturómetro TA:HDplusC Texture Analyzer (Stable Micro Systems). El equipo, permite determinar la dureza de la muestra mediante un ensayo de flexión de 3 puntos en donde la fuerza máxima es equivalente a la dureza del producto. Adicionalmente, se seleccionaron dos barritas comerciales (TAEQ y JBO) con características similares para utilizarlas como muestras control a las cuales también se le determinó su dureza por triplicado. Por otro lado, una vez a la semana durante 4 semanas, se determinó la humedad de la barrita con ayuda de una termobalanza Precisa XM 60-HR, con el fin de determinar si se produjeron cambios en el tiempo. Esta medición se realizó por duplicado cada semana. Las barritas se almacenaron a temperatura ambiente envueltas en papel aluminio.

2.5 Formulación de la mascarilla

Para la elaboración de la mascarilla facial se usó como base la formulación de una mascarilla exfoliante de sandía de *Making Cosmetics* [15]. Para preparar esta, fue necesario hacer diferentes fases. Las composiciones de los componentes de cada fase están en base total de toda la mascarilla y son porcentaje peso/peso. La fase A, estuvo compuesta de agua destilada 51.3%, la cual se utiliza como diluyente, glicerina 4% que se utiliza como humectante y, goma xanthan 0.5%, que actúa como espesante. La fase B, estuvo compuesta de escualeno 3.5% que es un emoliente, estearato de glicerilo 2% y alcohol cetearílico 3% que funcionan como emulsificantes y, manteca de karité 2% que se usa como emoliente. La fase C, estuvo compuesta por 24.7% de caolín y 3% de avena pulverizada los cuales sirven para darle textura a la mascarilla. La fase D, estuvo compuesta por 1% de ácido sórbico que sirve como conservante, 1% de extracto de quinoa que sirve como hidratante, 2.5% de aceite de jojoba que sirve como exfoliante y, 1.6% de extracto de sauco que tiene la función de antioxidante y de darle fragancia a la mascarilla. De este 1.6%, el 0.6% es extracto del fruto el cual también tiene la función de colorante. La fase A se mezcló en un vaso de precipitado y se colocó en una plancha de calentamiento a 60°C. En paralelo, se mezcló la fase B en otro vaso de precipitados y se colocó en otra plancha a la misma temperatura. A la fase A se le adicionó el extracto del fruto para poder darle buen el color a la mascarilla. Seguidamente, se mezcló la fase A y la fase B y, mientras la mezcla seguía sobre la plancha de calentamiento, se adicionaron uno a uno los componentes de la fase C hasta que la mezcla estuvo homogénea. Por último, se dejó enfriar la mezcla hasta unos 30°C y añadió los componentes de la fase D uno por uno.

Ahora bien, en la formulación estuvo incluido el extracto de sauco, el cual reemplazó de la formulación original al extracto de sandía, la vitamina E como antioxidante y el colorante rojo. Este extracto se realizó utilizando como solvente etanol al 95%. Para esto, se maceraron inicialmente las flores y hojas y luego se les adicionó el etanol. Posteriormente, se dejaron en el solvente por 72 horas y, una vez pasó este tiempo se prosiguió a evaporar el solvente. La separación del extracto se debe realizar mediante roto evaporación a 35°C y luego secado al vacío con el fin de no afectar las propiedades de este [16]. Por otro lado, para el extracto de las bayas, se hizo un procedimiento similar; el fruto fresco se adicionó para ocupar entre 1/3 y 1/4 de un recipiente de 470 ml y luego se llenó el resto de etanol al 95% [17]. Se dejó por varios días y luego se evaporó el solvente.

2.6 Evaluación de la mascarilla

Utilizando el texturómetro: TA:HDplusC Texture Analyzer de la marca Stable Micro Systems, se realizó Back Extrusion con el fin de obtener la firmeza, consistencia, cohesividad e índice de viscosidad de la mascarilla. Una de las ventajas del test de Back Extrusion, es que no hay necesidad de utilizar un recipiente específico,

se puede utilizar el mismo beaker en donde se preparó la mascarilla. El test consiste en que el émbolo del disco realiza una prueba de compresión que extruye el producto hacia arriba y alrededor del borde del disco [18], luego el software del equipo genera una gráfica [18] y, de esta manera determina las propiedades de textura de la muestra. Adicionalmente, mediante el uso del analizador óptico Turbiscan LAB se evaluó la estabilidad de la mascarilla durante un tiempo de 30 minutos a 25°C. Por último, se hizo la prueba de Back Extrusion y de estabilidad a una mascarilla similar en el mercado con el fin de comparar los resultados. Es importante resaltar que, se escogió una mascarilla del mercado con componentes similares a la desarrollada, con el fin de utilizar esta muestra como control y, de esta forma, comparar con un producto ya comercializado.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis Estudio de mercado

A partir de los resultados de la encuesta, quedó en evidencia que la mayoría de las personas ya conocían la planta, sin embargo, desconocían las propiedades de esta. Luego de leer la nota informativa (*El Sauco es un arbusto famoso por sus propiedades benéficas para la salud, por lo que se ha utilizado para la elaboración de medicinas caseras a lo largo de la historia. Sus flores, frutos y hojas, poseen actividad antioxidante, lo que hace que las células no envejeczan. Adicionalmente, poseen actividad antioxidante, antitumoral y antiviral lo que ayuda a combatir la gripe y, además, ayuda a prevenir múltiples enfermedades.*), la mayoría de los encuestados sí estuvo dispuesto a comprar o probar un producto que contuviera sauco debido a los múltiples beneficios para la salud que aporta esta planta. Estos resultados, son de gran importancia debido a que dejan en evidencia que, en general, las personas no conocen las propiedades y los efectos favorables que tiene el sauco, por lo que a la hora de realizar el etiquetado se le debe informar al consumidor sobre estos beneficios y así posicionarse mejor en el mercado.

Ahora bien, en cuanto a los alimentos propuestos a base de sauco, se dividió la pregunta en dos debido a la similitud del rango de precios de los diferentes productos. Por un lado, se evaluaron el té con bolitas de gelatina (*bubble tea*) y las gomitas saludables. Por el otro lado, se evaluaron la mermelada, las barritas de fruta y el jugo. Sin embargo, se analizó inicialmente la aceptación unificada de estos productos, con el fin de seleccionar el producto a desarrollar, pues el rango de precios que los consumidores están dispuestos a pagar tendrá relevancia más adelante a la hora de la elección de las materias primas. Con esto en mente, teniendo en cuenta que los consumidores podían escoger más de un producto, el que tuvo más votos fue las gomitas saludables con un 27%, seguido de las barritas de frutas con un 24%, el té con bolitas estilo *bubble tea* un 22%, la mermelada con 14% y el jugo con un 13%. Adicionalmente, el 74% de los encuestados, indicó la razón por la que escogieron los productos que seleccionaron. Con estas respuestas, quedó en evidencia que, a pesar de que las gomitas tuvieron una mayor cantidad de votos, los consumidores las relacionan con productos poco saludables lo cual se aleja del objetivo al que se pretende llegar con el alimento a desarrollar. Por esta razón, se escogió desarrollar las barritas de fruta pues además de tener la segunda mayor cantidad de votos, los consumidores tienen una buena percepción de esta clase de productos tipo snack saludable debido a sus beneficios y a su fácil consumo y portabilidad.

Por otro lado, en cuanto a los productos cosméticos, se propuso una crema facial y una mascarilla. El más votado fue la crema facial con un 57%. Sin embargo, en la pregunta abierta, a pesar de que los comentarios sobre la crema fueron positivos, en los comentarios acerca de la mascarilla los consumidores afirmaron que escogieron este producto sobre la crema debido a que es de uso periódico y no diario. Adicionalmente, las respuestas evidenciaron que las personas prefirieron la mascarilla sobre la crema debido a que es más fácil experimentar con esta, pues algunos afirmaron que, las cremas al ser de uso diario, las prefieren especiales recetadas por el dermatólogo. Así mismo, los encuestados expresaron que es más fácil incorporar una mascarilla que una crema en sus rutinas de cuidado para la piel. Por lo anterior, a pesar de que no fue la opción más votada, se decidió que la mascarilla sería el producto cosmético a elaborar.

Es importante resaltar que, para los consumidores, es de gran importancia que el alimento sea hecho con ingredientes naturales provenientes de plantas y no animales, que el producto no contenga sustancias artificiales y, además, que sus empaques sean amigables con el medio ambiente. Lo anterior, nos ayuda a

tener en cuenta aspectos importantes que van más allá del tipo de alimento a desarrollar y que hacen parte de los factores para tener éxito en la formulación de este.

Por último, se le preguntó a los consumidores el precio que estarían dispuestos a pagar por los productos que seleccionaron. Los encuestados están dispuestos a pagar entre los 7000 y 10000 COP (pesos colombianos) por un empaque de 6 barras energéticas (presentación del mercado). Así mismo, están dispuestos a pagar entre 20000 y 30000 COP por una mascarilla que contenga sauco. Esta información es de suma importancia a la hora de desarrollar el producto, pues al seleccionar el empaque del producto y los ingredientes que harán parte de la formulación, se deben tener en cuenta estos precios ya que, en el caso de superarlos, los consumidores ya no estarían dispuestos a comprarlo por más beneficios que tenga.

3.2 Análisis de las escalas JAR

A partir de los resultados de las escalas JAR, ilustrados en la Figura 1A y B, se puede observar de manera general que, para la barra y la bolita, la mayoría de los encuestados consideraron que los atributos de dureza y textura crujiente se encontraban en un punto demasiado bajo. Ahora bien, según Fernández et al, en un estudio llamado “Aplicación de las escalas de punto ideal o Just-About-Right (JAR) en análisis sensorial de alimentos” realizado en la Universitat Politècnica de València [14], los atributos que tengan porcentajes que superen el 20% deben ser revisados y, con ayuda del cálculo de las penalizaciones determinar si estos deben o no ser optimizados. Por otro lado, para ambas muestras, la mayoría consideró que el dulzor se encontraba en su punto ideal. Sin embargo, para la bolita, el 21% percibió un dulzor demasiado bajo por lo que también se le debe prestar atención a este atributo.

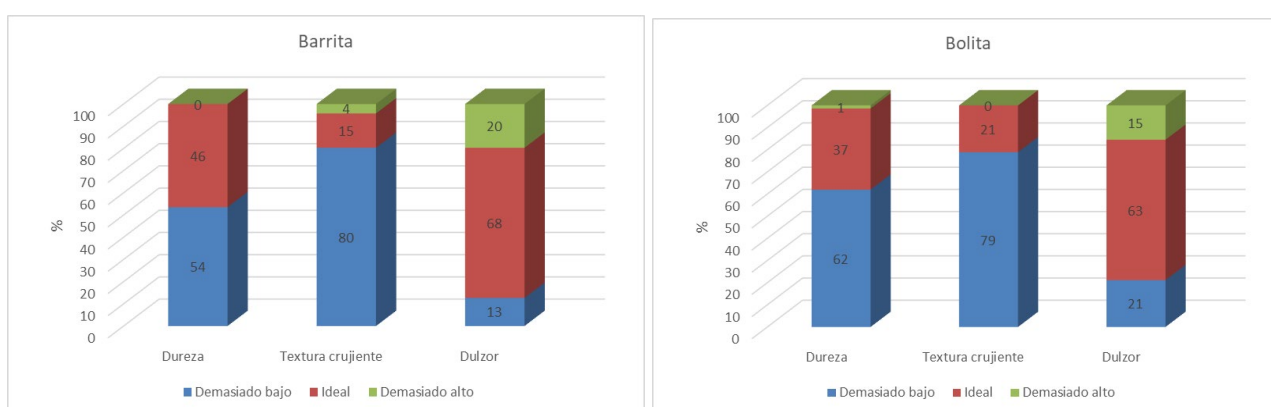


Figura 1. Izquierda A: Porcentaje para diferentes niveles en escalas JAR para la Barra. Derecha B: Porcentaje para diferentes niveles en escalas JAR para la Bolita

El cálculo de las penalizaciones, que tiene como fin determinar que atributos deben o no ser revisados, arroja los resultados mostrados en la Figura 2. Es importante destacar que se considera que un atributo necesita ser revisado si el % de jueces que indicaron que un atributo fue demasiado bajo o demasiado alto fue superior al 20% y la penalización fue superior a 1 [14].

Como se observa en la Figura 2, en cuanto a la barra, únicamente el atributo de textura crujiente demasiado bajo presentó un porcentaje de jueces del 80% y una penalización de 1.432, lo que confirma que este atributo efectivamente debe ser revisado, es decir, que se le debe aumentar la textura crujiente a la barra para que esta, tenga una mayor aceptación. Se puede afirmar, por tanto, que este atributo sí influye de manera significativa en la aceptación global de la barra.

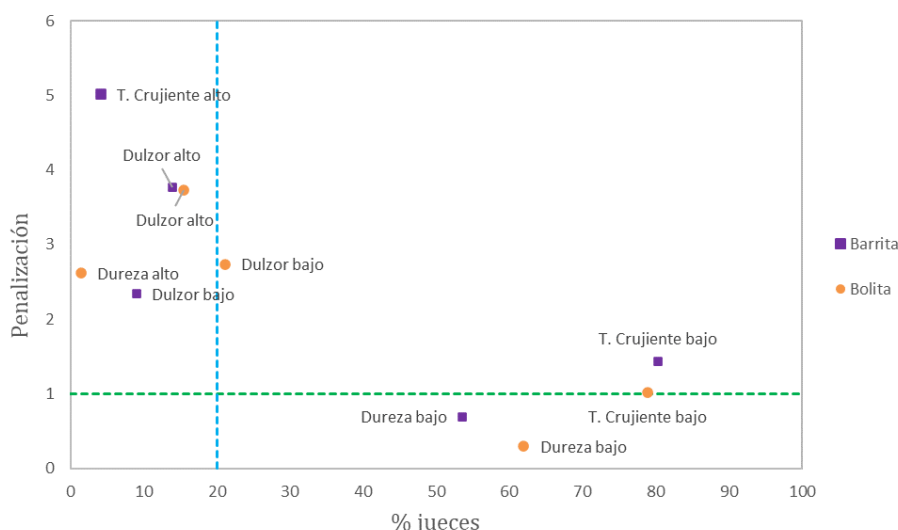


Figura 2. Análisis de penalizaciones para la Barrita y para la Bolita

En cuanto a la bolita, como se observa en la Figura 2, con un porcentaje de jueces de 21% y una penalización de 2.739 para dulzor demasiado bajo y, con un porcentaje de jueces de 79% y una penalización de 1.022 para textura crujiente demasiado bajo, se afirma que estos atributos sí influyen de manera significativa sobre la calificación global de la bolita. Esto quiere decir se debe aumentar tanto el dulzor como la crujencia de la bolita.

Una vez identificados los atributos que deben ser revisados, se procede a analizar las demás propiedades sensoriales que fueron evaluadas con el fin de determinar las diferencias que encuentran los consumidores entre las dos presentaciones y de esta forma identificar la razón por la cual escogieron la que más les gustó.

Ahora bien, para determinar las diferencias significativas entre las propiedades sensoriales de la barrita y la bolita, se realizó un ANOVA obteniendo los resultados ilustrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis de varianza ANOVA con significancia $\alpha = 0.05$ para las propiedades organolépticas de las dos muestras

	Atributos				
	Global	Apariencia	Textura	Color	Sabor
Barrita	6.9±1.9 ^a	6.5±1.9 ^a	7±2 ^a	6.4±2.2 ^a	7.2±2.1 ^a
Bolita	6.5±2 ^a	6.1±2.4 ^a	6.5±1.8 ^a	6.1±2.1 ^a	6.8±2.3 ^a

Los resultados representan la media de la calificación de cada atributo ± el error estándar. Letras diferentes en la misma columna expresan diferencias significativas (ANOVA $p < 0.05$)

Con estos resultados, se puede concluir con una confianza del 95% que los consumidores no encuentran diferencias significativas entre la aceptación global, la apariencia, la textura, el color y el sabor entre las dos presentaciones. De esta forma, se puede decir que el tipo de presentación del snack (barrita o bolita) no influyen de manera significativa sobre la aceptabilidad (global, apariencia, textura, color y sabor) de la misma.

Por último, finalizando el análisis sensorial, los consumidores escogieron qué presentación preferían y escribieron el por-qué de su elección. De los 71 catadores, el 58% escogió la barrita y, el 42% la bolita. Adicionalmente, gracias a la pregunta abierta quedó en evidencia que, entre la barrita y la bolita, más personas escogieron la primera, debido a que tenía una mejor apariencia y textura. Por esta razón, a pesar de que el análisis de varianza indicó que no hubo diferencias significativas entre la apariencia y la textura de las muestras, la opinión de los consumidores proporcionó la información necesaria para afirmar que estos atributos sí son importantes a la hora de la selección de la muestra. Así mismo, se corroboraron los resultados obtenidos en las escalas JAR, pues tanto para la barrita como para la bolita, la mayoría consideró la textura crujiente demasiado baja. De igual forma, Mostacilla y Ordóñez [19], en un estudio en el que

evaluaron los parámetros de textura en un snack a base de cereales, encontraron que cuando hay un ablandamiento y disminución en la crujencia del snack, se ven afectadas significativamente sus características sensoriales. Del mismo modo, Ramírez et.al [20], realizaron un estudio en el que evaluaron las propiedades funcionales e hicieron un análisis sensorial de barritas tipo snack, en el que se evidenció que las características de dureza y textura crujiente son factores que afectan la aceptabilidad de los snacks por parte de los consumidores.

Finalmente, se concluye que el producto final a desarrollar es la barrita. Sin embargo, se debe buscar una manera de hacerla más crujiente con el fin de satisfacer las necesidades de los consumidores. Una opción para lograrlo podría ser adicionando un ingrediente crocante y/o crujiente como lo son las hojuelas de maíz y el arroz inflado. De la misma manera, se podría considerar agregarle un ingrediente más duro como las semillas de calabaza o las semillas de girasol.

3.3 Análisis de textura y humedad de la Barrita

Con el fin de determinar la estabilidad de las barritas a través del tiempo, se realizaron ensayos de dureza durante 4 semanas. La Tabla 2 muestra el comportamiento promedio de las barritas en todas las semanas. Los resultados estadísticos mostraron que la dureza de la barrita no varió significativamente ($p > 0.05$) durante el periodo de tiempo evaluado. Lo anterior es un excelente resultado, pues se busca que las barritas mantengan sus propiedades iniciales el mayor tiempo posible.

Por otro lado, en la Tabla 2, se muestran los resultados de la humedad de la barrita, para los cuales también se tomaron datos durante 4 semanas. Los resultados estadísticos mostraron que la humedad no cambió significativamente ($p=0.2>0.05$) durante el periodo de tiempo evaluado. Un estudio realizado por Gibbs [21] en donde se estudia el efecto del empaque en las propiedades de una barrita saludable de chocolate, se encuentra que la humedad de las barritas no cambió significativamente durante las primeras 4 semanas, independientemente del empaque utilizado. Así mismo, Gibbs resalta que la firmeza (una propiedad parecida a la dureza) no cambió durante 8 semanas para la mayoría de los empaques. Por lo tanto, se puede atribuir la dureza y humedad constantes al buen envasado de las barritas.

Ahora bien, para determinar si el producto formulado puede ser competitivo en el mercado, se realizó un ensayo de dureza a dos barritas de las marcas JBO y Taeq que ya se encuentran comercializadas en el mercado colombiano, con el fin de realizar una comparación. Los resultados mostraron que las 3 barritas presentaron un comportamiento similar (Saucu 7.70 ± 0.99 N, JBO 7.61 ± 0.65 N, Taeq 7.46 ± 0.70 N) entre las cuales no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). Adicionalmente, se puede observar que se lograron obtener barritas con parámetros de dureza parecidos a los de las comerciales. Ramírez et al [20] realizaron un estudio en el que evaluaron las propiedades funcionales e hicieron un análisis sensorial de barritas tipo snack en el que obtuvieron una barrita con 4.58 N de dureza promedio, esta también tuvo una buena aceptabilidad por parte del público y no tuvo penalizaciones en el análisis sensorial. Esto quiere decir, que hasta cierto punto la dureza, que para alimentos es la fuerza necesaria para comprimir la comida entre los molares [22], es un parámetro que no es tan importante para el consumidor. A pesar de que la barrita que formularon no fuera tan dura, la calificación en cuanto a la dureza y la textura crujiente fue ideal. Es así como comprobaron que el parámetro de textura que en general es más importante es la textura crujiente, pues los consumidores prefieren que el producto sea de esas características [22]. Por lo anterior, y el hecho de que la barrita de sauco tuvo una penalización en cuanto a la textura crujiente en el análisis sensorial, se debería incrementar esta propiedad para obtener una mejor aceptabilidad por parte de los consumidores.

Tabla 2. Resultados de dureza y humedad para la barra de sauco a lo largo de 4 semanas

Semana	Dureza [N]	% Humedad
1	7.71 ± 0.99^a	16.80 ± 1.13^a
2	8.03 ± 0.99^a	17.53 ± 0.52^a
3	6.93 ± 0.81^a	17.51 ± 0.25^a
4	8.60 ± 0.59^a	17.37 ± 1.10^a

Los resultados representan la media de la calificación de cada atributo \pm el error estándar. Letras diferentes en la misma columna expresan diferencias significativas (ANOVA $p < 0.05$)

3.4 Cálculo teórico del contenido nutricional de la barra

Con el fin de calcular el contenido nutricional teórico de las barras desarrolladas, se hizo uso las Tablas de Composición de Alimentos Colombianos (TCAC) (2018) del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) [23], de las Tablas de Composición de Alimentos de Centro América (2012) del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) [24] y de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) [24]. Adicionalmente, se hizo uso de las tablas de datos de la central de alimentos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) [25] y, de las tablas de información nutricional de los empaques de ciertos ingredientes utilizados. Cabe resaltar, que estas tablas proporcionan la información del contenido nutricional que aporta 100g de cada alimento y, con base en esto se calculó la información necesaria para cada cantidad utilizada en la formulación.

Ahora bien, como se mencionó en la metodología, se debe tener en cuenta que la formulación del alimento constó de cuatro partes. Con esto en mente, se calculó inicialmente el contenido nutricional de las dos primeras partes para posteriormente, calcular el aporte de 100g de la mermelada formulada como se observa en la Tabla 3. Una vez se obtuvo la información nutricional de la mermelada y de la avena preparadas, se prosiguió a calcular el contenido nutricional de la formulación final de la barra (25g).

Tabla 3. Información nutricional de la mermelada y avena desarrollada

en 100 g	Energía (kcal)	Proteína (g)	Lípidos (g)	CHO (g)	Fibra dietaria (g)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Vitamina C (mg)	Vitamina A (µg)	Azúcares (g)
Mermelada	121.39	1.45	2.56	24.27	5.59	40.42	1.23	23.44	15.87	4.73
Avena	381.93	9.90	11.72	66.02	10.25	70.02	6.55	3.07	0.79	11.07

Finalmente, se realizó la etiqueta nutricional que llevaría el empaque del producto. Se deben tener en cuenta los valores diarios (DV) recomendados de la cantidad de nutrientes que debe consumir o, no exceder, una persona en un día. Adicionalmente, se debe tener en cuenta el porcentaje de valores diarios (%DV), que hace referencia a la cantidad de nutrientes que aporta una sola porción a la dieta diaria de un individuo. Para esto, se utilizaron los valores diarios y porcentajes de valores diarios para las etiquetas de información nutricional de la Administración de Medicamentos y Alimentos *Food and Drug Administration* (FDA) [26]. Con esta información, se calcularon los porcentajes de valores diarios y se obtuvo la etiqueta de información nutricional para el producto desarrollado que se muestra en la Figura 3A.

Ahora bien, con el fin de poder hacer las declaraciones nutricionales de la barra de sauco, se utilizaron las directrices del Codex sobre Declaraciones de Propiedades [27]. Con esto en mente, se puede decir que nuestro producto tiene un muy bajo contenido en sodio debido a que el Codex indica que esta propiedad se declara siempre y cuando se cumple la condición de que haya 0.04g por 100g de alimento y, 100g de barra contienen 0.006g de sodio. En cuanto a las vitaminas y minerales, se puede decir que la barra aporta un contenido básico de Vitamina C y Hierro puesto que se debe cumplir la condición de 5% de los valores de referencia de nutrientes (VRN) por 100kcal y, como se observa en la Figura 9, en 94kcal el producto aporta un 7% de VRN en ambos casos. Por otro lado, se puede decir que la barra tiene un alto contenido en fibra dietética ya que se debe cumplir la condición de 3g por 100kcal y, el producto aporta 3g en 94kcal. Esta declaración es bastante favorable debido a que la fibra dietética tiene numerosos beneficios para la salud ya que ayuda a tener un mejor control de los niveles de glucosa en la sangre y de colesterol, así como ayuda a la protección contra enfermedades cardio vasculares [28]. Además, debido a que esta fibra es resistente a la digestión humana, contribuye a la regulación de las funciones intestinales y a la protección contra el cáncer de colon [28].

Por otro lado, podemos afirmar que cada barra contiene aproximadamente 8g de sauco que equivalen al 32% de esta, lo cual es favorable para el consumidor pues es un ingrediente rico en antioxidantes que ayuda a prevenir varias enfermedades y a promover la buena salud. Adicionalmente, es evidente la presencia de antocianinas en el producto final, debido a que son las responsables del color rojizo. Estos antioxidantes,

aportados por el sauco, son suma importancia debido a que ayudan a prevenir la oxidación celular. La revista Food Chemistry, publicó una investigación, realizada por Olejnik et.al, en la que se estudió el efecto del sauco contra el estrés oxidativo en las células del colon y obtuvieron que, después del proceso digestivo, los compuestos fenólicos tenían una pérdida significativa en su biodisponibilidad [29]. Sin embargo, afirman, que en dosis no menores a 1 mg/ml, la cantidad de compuestos bioactivos que se encuentran en el sauco digeridos, es suficiente para tener un efecto positivo tanto en las células de la mucosa del colon como en la reducción de especies reactivas oxidantes, protección contra el daño oxidativo del ADN y la inhibición de especies mutagénicas causadas por agentes oxidantes [29]. Así mismo, se encontró, que la mayor cantidad de antocianinas que logran superar las barreras de la digestión y actuar en las células del colon son las que tienen estructuras de mono-glicósido, las cuales representan el 88.2% de las antocianinas antes de la digestión y un 60.8% después de la digestión. Las antocianinas con estructuras diglucósidos, que representan el otro 11.8%, son degradadas al entrar en contacto con las enzimas digestivas [29]. A pesar de esto, los efectos del sauco fueron notorios en las células del colon. Lo anterior, nos da un indicio de que la barrita formulada puede tener numerosos efectos favorables para la salud. Por esta razón, se propone evaluar la digestibilidad de la barrita con el fin de determinar la fracción de nutrientes absorbidos que son empleados en el metabolismo.

Por último, se puede declarar que la barrita desarrollada es libre de grasas trans, libre de gluten y no contiene nueces lo que puede contribuir a que los consumidores la prefieran frente a otras barritas. Esto debido a que se convierte en un producto que pueden consumir los celíacos y consumidores alérgicos a las nueces y sus derivados. En cuanto a las grasas trans, en la actualidad, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) han creado cada vez más conciencia entre los consumidores para eliminarlas del suministro de alimentos con el fin de prevenir enfermedades no transmitibles, como cardiopatías coronarias [30].

Barrita de Sauco	JBO	Taeq
INFORMACIÓN NUTRICIONAL	INFORMACIÓN NUTRICIONAL	INFORMACIÓN NUTRICIONAL
Tamaño por Porción: 1 unidad (25 g) Porciones por empaque 6	Tamaño por Porción: 1 unidad (23 g) Porciones por empaque 6	Tamaño por Porción: 1 unidad (20 g) Porciones por empaque 6
Cantidad por porción	Cantidad por porción	Cantidad por porción
Calorías 94	Calorías 90 Calorías de Grasa 15	Calorías 90 Calorías de Grasa 35
%Valor Diario*	%Valor Diario*	%Valor Diario*
Grasa Total 3 g 5%	Grasa Total 1.5 g 2%	Grasa Total 4 g 6%
Grasa Saturada 1.3 g 7%	Grasa Saturada 1.5 g 8%	Grasa Saturada 2 g 10%
Grasa Monoinsaturada 0.2 g	Grasa Monoinsaturada 0 g	Grasa Monoinsaturada 0 g
Grasa Polinsaturada 0.3 g	Grasa Polinsaturada 0 g	Grasa Polinsaturada 0 g
Grasa Trans 0 g	Grasa Trans 0 g	Grasa Trans 0 g
Colesterol 0 mg 0%	Colesterol 0 mg 0%	Colesterol 0 mg 0%
Sodio 1.5 mg 0.1%	Sodio 35 mg 1%	Sodio 25 mg 1%
Carbohidratos Totales 17 g 6%	Carbohidratos Totales 18 g 6%	Carbohidratos Totales 12 g 4%
Fibra Dietaria 3 g 12%	Fibra Dietaria 1 g 4%	Fibra Dietaria 2 g 8%
Azúcares 4 g	Azúcares 7 g	Azúcares 4 g
Proteína 2 g 4%	Proteína 1 g 2%	Proteína 2 g 4%
Vitamina A 0.3% Vitamina C 7%	Vitamina A 10% Vitamina C 2%	Vitamina A 0% Vitamina C 0%
Calcio 2% Hierro 7%	Calcio 15% Hierro 8%	Calcio 0% Hierro 0%
*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas.	*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas.	*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas.

Figura 3. Etiquetas nutricionales de: Izquierda la barrita formulada, Centro la barrita control marca JBO, Derecha la barrita control marca Taeq

3.5 Comparación de la información nutricional con las barritas control

Con el fin de determinar si la barrita desarrollada es competitiva con las del mercado, se comparó la información nutricional con la de las dos barritas control marca JBO y Taeq respectivamente. Como se puede observar en la Figura 3, ambas aportan 90 kcal por porción mientras que la barrita desarrollada aporta 94 kcal. Adicionalmente, se observa que los 3g de grasa de la barrita desarrollada se encuentra entre los valores de las dos control. No obstante, la barrita desarrollada tiene menos grasas saturadas que la JBO y la Taeq. La cantidad de carbohidratos se encuentra igualmente entre las dos control sin embargo, la barra de sauco es la única que puede declarar que tiene un alto contenido en fibra dietaria, así como también es la única con un muy bajo contenido en sodio pues tiene un 96% y 94% menos que las control respectivamente. En cuanto a las vitaminas y minerales, la JBO es la que aporta una mayor cantidad pero la

barra de sauco aporta más que la Taeq. Por último, en cuanto a la proteína, la barrita desarrollada tiene la misma cantidad que la Taeq. Cabe resaltar, que el 32% de la barrita producida es sauco mientras que la Taeq tiene únicamente 10% de arándanos y 5% de fresa por lo que se puede decir que la barrita desarrollada en la presente investigación aporta más antioxidantes que la control.

Con esta información, se concluye que la barrita a base de sauco sí puede competir con las barritas de cereal del mercado pues a comparación de las dos barritas control, la barrita de sauco tiene más beneficios nutricionales.

3.6 Estabilidad de la mascarilla

Para determinar si la mascarilla formulada puede ser competitiva en el mercado colombiano, se seleccionó una mascarilla control *Essential mask* de la marca *tez boutique* comercial para comparar con la que fue elaborada en la presente investigación. Esta es una marca colombiana y en su formulación, utiliza algunos ingredientes que también se usan en la formulación de la mascarilla de sauco, como: caolin, alcohol cetearílico, agua y estearato de glicerilo. El TSI (*Turbiscan Stability Index*) es el parámetro utilizado para caracterizar la estabilidad física de las mascarillas. Las dispersiones son termodinámicamente inestables y con el tiempo, para reducir la energía, una separación de fases ocurrirá. Esta separación puede ocurrir en poco tiempo o hasta en varios años, el turbiscan permite detectar esa desestabilización hasta 200 veces más rápido [31]. La escala mostrada en la Figura 4, permite clasificar la dispersión de acuerdo con un valor de TSI en un respectivo tiempo. Según esta escala, A+ sería una muestra que no muestra ninguna desestabilización y D sería una muestra con una desestabilización bastante visible, ya sea por separación de fase, cambio de color, cremado o precipitación [31]. En la Figura 5, se muestran los valores promedio del TSI contra el tiempo en minutos para las 2 mascarillas evaluadas por duplicado. Se puede observar que la mascarilla comercial es más estable que la formulada, no obstante, ambas son bastante estables pues los valores promedio de TSI (Control 0.312 ± 0.12 , Sauco 0.56 ± 0.133) a los 30 minutos es menor a 1 por lo que se encuentran entre el rango de A+ y A. Estadísticamente, las dos mascarillas son igual de estables, por esta razón, se concluye que la mascarilla realizada tuvo una formulación acertada pues es parecida a una mascarilla comercial en cuanto a estabilidad.

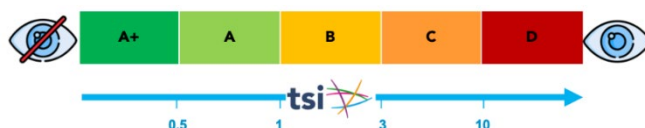


Figura 4. Escala de estabilidad según el TSI [31]

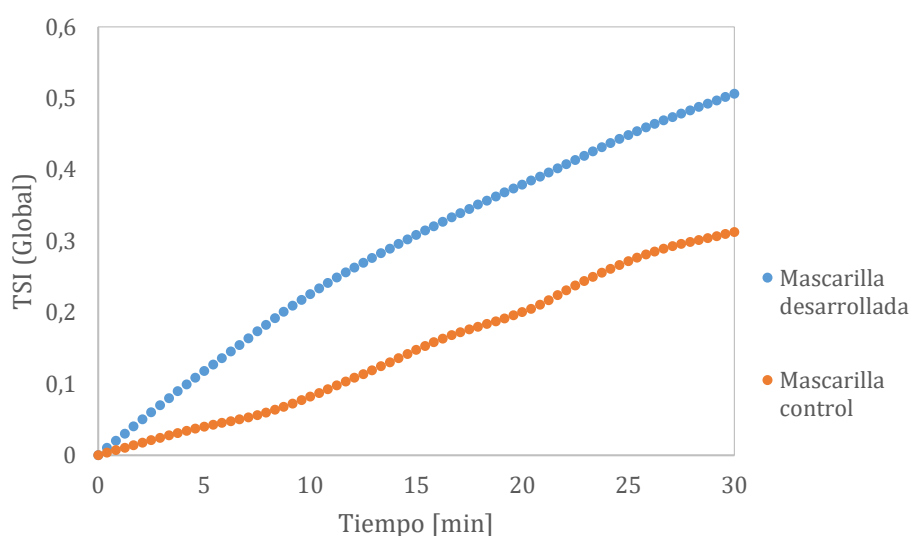


Figura 5. TSI global vs tiempo para las mascarillas

3.7 Análisis de textura de la mascarilla

Para el análisis de textura de la mascarilla formulada y la control, se utilizó un ensayo de back extrusión con un disco de 35 mm de diámetro, pues es el que recomienda el software del texturómetro para hacer el ensayo en cremas que son más viscosas y espesas que otros productos. Este ensayo consta de 2 partes, la primera, es la *forward extrusión* en donde la máquina comprime con el disco la muestra hasta alcanzar una fuerza máxima de extrusión que es equivalente a la firmeza de la muestra. Para cremas, es un parámetro que evalúa la fuerza requerida para estrujar la crema entre el pulgar y el índice [32]. En la gráfica que arroja el texturómetro, como se observa en la Figura 6, el área de la parte positiva es la consistencia de la muestra, entre más alto sea este valor, más espesa y consistente es esta. Para la textura de una crema este atributo evalúa la dificultad de remover de un contenedor [32]. La segunda parte, consiste en el *back extrusión* en donde el disco regresa a su posición inicial. Esta parte indica la cohesividad y el índice de viscosidad. La fuerza negativa máxima es el indicador de la cohesividad, entre mayor sea la magnitud de este valor, más pegajosa es la muestra. Para la textura de una crema este atributo es el indicador de la facilidad de mover el producto del punto de aplicación al resto de la cara. Adicionalmente, el área de la parte negativa de la gráfica es el índice de viscosidad que se interpreta como la energía requerida para separar la muestra del disco. Este es un indicativo de las fuerzas cohesivas de las moléculas de la muestra de manera que entre más grande sea este valor, más difícil será que se separe la muestra del disco [33]. Este ensayo se realizó por duplicado para cada una de las mascarillas, el comportamiento promedio de la prueba para cada una de estas se muestra en la Figura 6. Para determinar si estos parámetros son significativamente diferentes, se realizó un ANOVA con un nivel de significancia de 0.05 como se observa en la Tabla 4. Con estos resultados, se concluye con una confianza del 95% que la firmeza, consistencia, cohesividad e índice de viscosidad entre las dos mascarillas son significativamente iguales. Ahora bien, debido a que los parámetros de la mascarilla control son menores, esto significa que en general tiene una mayor facilidad para aplicarse sobre la piel y manipularse con los dedos que la mascarilla de sauco. Con esto en mente, se propone realizar un análisis sensorial para determinar qué tan importantes son estos parámetros para el producto, y ver cuál es la textura preferida por el público y, de acuerdo con esos resultados se podría tomar la decisión de hacer un diseño de experimentos cambiando la composición de los aditivos responsables de esa textura como el caolín y la harina de avena para que los parámetros se asemejen más a la mascarilla control.

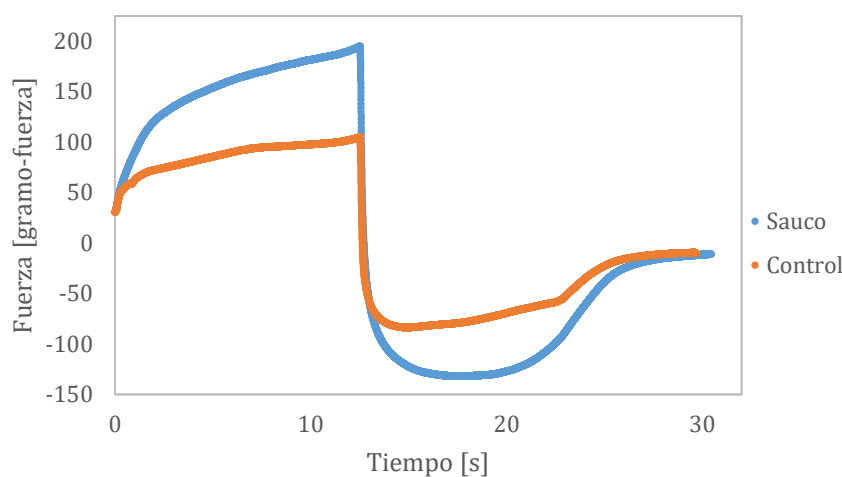


Figura 6. Resultados del ensayo Back Extrusion

Tabla 4. Parámetros calculados de la prueba Back Extrusion y análisis de varianza

Muestra	Firmeza [g]	Consistencia [g·s]	Cohesividad [g]	Índice de Viscosidad [g·s]
Saucu	195.15±4.66 ^a	1924.45±71.79 ^a	-132.13±2.83 ^a	-1371.47±0.36 ^a
Control	105.26±8.45 ^b	1084.27±29.23 ^b	-83.86±0.36 ^b	-825.295±11.08 ^b

Los resultados representan la media de los parámetros calculados por duplicado ± el error estándar. Letras diferentes en la misma columna expresan diferencias significativas (ANOVA $p < 0.05$)

4 CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se puede concluir que el sauco es una planta muy versátil que se puede emplear para el desarrollo de nuevos alimentos funcionales, así como también para el desarrollo de productos de cuidado personal. Por un lado, se logró elaborar una mermelada de sauco baja en azúcar y rica en antioxidantes y, con esta, desarrollar una barrita de cereal con múltiples beneficios para la salud. Con esto en mente, se cumplió exitosamente con el objetivo de desarrollar un alimento funcional a base de sauco, pues además de haber tenido una buena aceptabilidad entre los consumidores, se puede especular que tiene un efecto benéfico y nutricional debido a los ingredientes utilizados para la formulación. Por otro lado, se logró elaborar una mascarilla de sauco que puede ser competitiva en el mercado colombiano, pues además de tener un valor agregado (alto contenido en antioxidantes naturales), tiene características de textura favorables y, una estabilidad estadísticamente igual que una del mercado lo que la hace una sustancia A+ sin ninguna desestabilización. Sin embargo, se propone hacer una caracterización del fruto y la hoja de esta planta específicamente proveniente de Bogotá con el fin de conocer con mayor exactitud las cantidades de los compuestos fenólicos del sauco bogotano y, con base en esto poder cuantificar su biodisponibilidad con el fin de poder formular otros productos derivados de esta planta. Así mismo, se propone evaluar la digestibilidad de la barrita con el fin de determinar la fracción de nutrientes absorbidos que son empleados en el metabolismo.

Adicionalmente, se comprobó que la barrita desarrollada también puede ser competitiva en el mercado colombiano, pues además de tener una buena aceptabilidad entre los consumidores, su aporte nutricional puede ser superior a las que ya se encuentran en el mercado. Además, en cuanto a características organolépticas como la dureza, se comprobó que es igual a las del mercado. No obstante, quedó en evidencia que la textura crujiente en estos productos tipo snack es de suma importancia para la aceptabilidad de estos por parte de los consumidores, pues a pesar de que la dureza de la barrita de sauco haya tenido una puntuación ideal en el análisis sensorial, su textura crujiente tuvo penalización por lo que debe ser aumentada para mejorar su competitividad en el mercado.

REFERENCIAS

- [1] P. T. Verde García y E. P. Rengifo Alcántara, «Transformación integral e industrialización del sauco (*Sambucus peruviana*) para el desarrollo microregional sostenible,» Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Peru, 2006.
- [2] B. Grajales Atheortua, M. Botero Galvis y J. Ramírez Quirama, «Características, manejo, usos y beneficios del sauco (*Sambucus nigra* L.) con énfasis en su implementación en sistemas silvopastoriles del Trópico Alto,» *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, vol. 6, nº 1, pp. 155-168, 2015.
- [3] E. García Martínez, I. Fernández Segovia y A. Fuentes López, «Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu,» Universidad Politecnica de Valencia, Valencia España.
- [4] L. F. Márquez Villacorta, F. E. Torres Infante y C. C. Pretell Vásquez, «Antocianinas totales, fenoles totales y actividad antioxidante en pulpas de frutas,» *Pueblo Continente*, vol. 18, nº 2, pp. 209-214, 2007.
- [5] S. G. Ruiz Reyes, E. Vanegas Casanova, D. Ruidías Romero, L. Horna Acevedo y C. W. López Cenizario, «Capacidad antioxidante in vitro de los flavonoides totales obtenidos de las hojas de *Sambucus peruviana* H.B.K (Saucu) proveniente de la ciudad de Huamachuco,» *Pharmaciencia*, vol. 1, nº 2, pp. 57-64, 2013.
- [6] E. Flores, «Extracción de Antioxidantes de las Bayas del Saucu (*Sambucus nigra* L. subsp. *Peruviana*) con Ultrasonido, Microondas, Enzimas y Maceración para la obtención de Zumos Funcionales,» *Información Tecnológica*, vol. 28, nº 1, pp. 121-132, 2017.
- [7] M. Cortés R, A. Chiralt B y L. Punte D, «Alimentos Funcionales una Historia con Mucho Presente y Futuro,» *VITAE*, vol. 2, nº 1, pp. 5-14, 2005.

- [8] M. G. Britez y M. C. Romero, «Conocimiento y consumo de alimentos funcionales en la comunidad académica de la Universidad Nacional del Chaco Austral,» *Ciencia, Docencia y Tecnología*, vol. 30 59, pp. 285-296, 2019.
- [9] D. Arias Lamos, L. N. Montañó Díaz, M. A. Velasco Sánchez y J. Martínez Girón, «Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindustria,» *Tecnura*, vol. 22, n° 57, pp. 55-68, 2018.
- [10] M. Lutz, «Biodisponibilidad de compuestos bioactivos en alimentos,» *Perspectivas en Nutrición Humana*, vol. 15, n° 2, pp. 217-226, 2013.
- [11] B. Holst y G. Williamson, «Nutrients and phytochemicals: from bioavailability to bioefficacy beyond antioxidants,» *Current Opinion in Biotechnology*, vol. 19, pp. 73-82, 2008.
- [12] O. C. Laffita y A. A. Castillo, «Caracterización fármaco-toxicológica de la planta medicinal *Sambucus nigra* subsp. *Canadensis* (L). R. Bolli,» *Revista Cubana de Farmacia*, vol. 45, n° 4, pp. 586-596, 2011.
- [13] A. Sidor y A. Gramza-Michalowska, «Advanced research on the antioxidant and health Benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food- a review,» *Journal of functional foods*, vol. 18, pp. 941-958, 2015.
- [14] S. Fernandez, E. Garcia y A. Fuentes, «Aplicación de las escalas de punto ideal o Just-About-Right (JAR) en análisis sensorial de alimentos,» Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, 2018.
- [15] MakingCosmetics, «<https://www.makingcosmetics.com/>,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.makingcosmetics.com/formulas/formula-1841-Watermelon-Exfoliating-Mask.pdf>. [Último acceso: 28 septiembre 2020].
- [16] R. Tundis, C. Ursino, M. Bonesi, M. R. Loizzo, V. Sicari, T. Pellicano, I. L. Manfredi, A. Figoli y A. Cassano, «Flower and Leaf Extracts of *Sambucus nigra* L.: Application of Membrane Processes to Obtain Fractions with Antioxidant and Antityrosinase Properties,» *Membranes (Basel)*, vol. 9, n° 10, p. 127, 2019.
- [17] T. Sams, *Healing Herbs A Beginner's guide to identifying, foraging, and using medical plants*, Fair Winds Press, 2015.
- [18] Stable Micro Systems, «[stablemicrosystems.com](https://www.stablemicrosystems.com/),» 2020. [En línea]. Available: <https://www.stablemicrosystems.com/MeasureCohesiveness.html>. [Último acceso: 28 septiembre 2020].
- [19] S. A. M. Perdomo y A. L. O. Ordoñez, «Evaluación de los parámetros de textura en un snack a partir de una mezcla de cereales desarrollado en la empresa Segalco S.A.S,» Universidad del Cauca, Popayán, Colombia, 2019.
- [20] A. Ramírez-Jiménez, M. Gaytán-Martínez, E. Morales-Sánchez y G. Loarca-Piña, «Functional properties and sensory value of snack bar added with common bean flour as a source of bioactive compounds,» *LWT - Food Science and Technology*, vol. 89, pp. 674-680, 2018.
- [21] G. Gibbs, «"Accelerated Shelf Life of a Health Bar Contained in Different Bio-Based Packaging Materials,» TigerPrints, Clemson, South Carolina, 2015.
- [22] A. S. Szczesniak, «Texture is a sensory property,» *Food Quality and Preference*, vol. 13, pp. 215-225, 2002.
- [23] Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), «Tabla de Composición de Alimentos Colombianos,» 2018.
- [24] Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP); Organización Panamericana de la Salud (OPS), «Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica,» 2012.
- [25] U.S DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA), «FoodData Central,» 2020.
- [26] U.S Food and Drug Administration (FDA), «Daily Value and Percent Daily Value: Changes on the New Nutrition and Supplement Facts Levels,» 2020.
- [27] FAO/OMS, Comisión de Codex Alimentarius, «directrices para el uso de declaraciones nutricionales (22° periodo de sesiones),» 1997.
- [28] L. Fuentes-Berrio, D. Acevedo-Correa y V. M. Gelvez-Ordóñez, «Alimentos Funcionales: Impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana,» *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 13, n° 2, pp. 140-149, 2015.
- [29] A. Olejnik, M. Olkowicz, K. Kowalska, J. Rychlik, R. Dembczynski, K. Myszk, W. Juzwa, W. Bialas y M. P. Moyer, «Gastrointestinal digested *Sambucus nigra* L. fruit extract protects in vitro cultured human colon cells against oxidative stress,» *Food Chemistry*, vol. 197, pp. 648-657, 2016.

- [30] Organización Mundial de la Salud (OMS), «Conjunto de medidas para eliminar los ácidos grasos trans de producción industrial, Guía práctica para concienciar al público acerca de las grasas trans,» Ginebra, 2020.
- [31] FORMULACTION, «formulation.com,» FORMULACTION, 2020. [En línea]. Available: <https://www.formulation.com/en/knowledge-center/turbiscan-stability-index>. [Último acceso: noviembre 2020].
- [32] N. O. Schwartz, «Adaptation of the sensory texture profile method to skin care products,» *Journal of texture studies*, vol. 6, pp. 33-42, 1975.
- [33] AMETEK Brookfield, «brookfieldengineering.com,» AMETEK, 2019. [En línea]. Available: <https://www.brookfieldengineering.com/learning-center/application-notes/texture-applications/personal-care-products/moisturizing-cream-consistency>. [Último acceso: noviembre 2020].