



**INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DE SACAROSA POR EDULCORANTES
SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL
MANJAR BLANCO DEL VALLE**

**JESSICA ALEJANDRA HIDALGO PIAMBA
JOSÉ STEVEN MOTATO GUERRA**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
SANTIAGO DE CALI
2018**

**INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DE SACAROSA POR EDULCORANTES
SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL
MANJAR BLANCO DEL VALLE**

Autores

JESSICA ALEJANDRA HIDALGO PIAMBA

Código 1410057

JOSÉ STEVEN MOTATO GUERRA

Código 1330661

**Propuesta de trabajo de grado, modalidad Revisión Crítica, como requisito parcial
para optar por el Título de Ingeniero de Alimentos**

Director:

JUAN SEBASTIÁN RAMÍREZ-NAVAS, IQ, PhD.

Codirector

ALEJANDRO FERNÁNDEZ QUINTERO, IA, PhD.



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
SANTIAGO DE CALI
2018**

DEDICATORIA

La investigación realizada va dedicada antes que todo a Dios, por permitirme vivir y tener fortaleza para seguir adelante ante cualquier dificultad que se me presentó en el camino.

A mis ángeles terrenales Xiomara, Gloria y Delio por su apoyo emocional, motivación para seguir adelante y sobre todo por el inmenso amor que me dan a diario.

A mis tíos, primos, Lili, Lorena y demás familiares que siempre me han apoyado y alentado para seguir adelante ante cualquier dificultad.

A mi novio por su apoyo incondicional, fortaleza y amor.

Jessica Alejandra Hidalgo Piamba

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar una familia, gracias a esta por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es y lo justa que puede llegar a ser; gracias a mi familia por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis. Gracias por creer en mí y gracias a Dios por permitirme vivir y disfrutar cada día

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia

Jessica A. Hidalgo P. y José S. Motato G.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad del Valle en especial a la escuela de Ingeniería de alimentos, profesores y a quienes nos ayudaron en toda nuestra formación profesional.

Un agradecimiento especial a Juan Sebastián Ramírez Navas, director de esta investigación, por la orientación, el seguimiento y la supervisión de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido en todo este tiempo. Hacemos extensiva nuestra gratitud al profesor Alejandro Fernández, codirector de esta investigación y demás profesores de la escuela de ingeniería de alimentos de la Universidad del Valle.

A nuestros amigos que nos apoyaron y colaboraron durante todo este trayecto, mil y mil gracias por caminar junto a nosotros siempre.

Jose Steven Motato Guerra

TABLA DE CONTENIDO

Lista de Tablas	6
Lista de Figuras	6
Lista de Ecuaciones	6
Nomenclatura.....	7
Resumen	8
Abstract	8
1 Introducción	9
2 Formulación del problema de investigación	11
2.1 Problema de investigación	11
2.2 Justificación	11
2.3 Objetivos.....	12
3 Marco teórico	13
3.1 Dulce de leche.....	13
3.2 Manjar Blanco.....	14
3.3 Edulcorantes	17
3.4 Sustitutos de volumen.....	20
4 Materiales y métodos.....	21
4.1 Materiales	21
4.2 Equipos	21
4.3 Diseño experimental	22
4.4 Elaboración	23
4.5 Propiedades fisicoquímicas.....	24
4.6 Análisis sensorial	26
4.7 Análisis estadístico	26
5 Resultados y discusión.....	28
5.1 Porcentaje de acidez.....	28
5.2 Grados brix	29
5.3 Humedad.....	30
5.4 Color	31
5.5 Textura (penetración).....	33
5.6 Evaluación sensorial de las muestras de dulce	33
5.7 Optimización de la formulación	35
5.8 Análisis proximal de la formulación optimizada	¡Error! Marcador no definido.
6 Conclusiones	38
7 Recomendaciones.....	38
8 Bibliografía.....	39
9 Anexos.....	42
9.1 Anexo A. Fichas técnicas.....	42
9.2 Anexo B. ANOVA de parámetros fisicoquímicos.....	48

9.3	Anexo C. Encuesta análisis sensorial.....	49
9.4	Anexo D.Prueba de Wilcoxon	49
9.5	Anexo E.Boleta sensorial mezcla optimizada.....	51

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos fisicoquímicos del MB	15
Tabla 2. Composición de las mezclas	22
Tabla 3. Resultados de pH y acidez ($X \pm DE$)	28
Tabla 4. Resultados de parámetros de color ($X \pm DE$).....	31
Tabla 5. Resultados de penetración ($X \pm DE$).....	33
Tabla 6. Resultados de análisis sensorial	34
Tabla 7. Prueba de Wilcoxon	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de elaboración de manjar blanco.....	16
Figura 2. Estructura química de la sacarosa, formada por glucosa (izq.) y fructosa (der.)	18
Figura 3. Estructura química de la sucralosa.....	18
Figura 4. Estructura química de los principales compuestos que forman los glicósidos de esteviol	19
Figura 5. Equipos utilizados en la investigación.....	21
Figura 6. Diseño simplex con centroide ($q=3$).....	22
Figura 7. Gramaje de mezclas	23
Figura 8. Variación de los grados Brix en el tiempo.....	29
Figura 9. Superficie de contorno de la humedad.....	30
Figura 10. Resultados de preferencia de las muestras.....	34
Figura 11. Diagrama radial de análisis sensorial.....	35
Figura 12. Resultado de análisis sensorial de la formulación optimizada.....	36
Figura 13. Diagrama radial de análisis sensorial de muestra optimizada.....	37

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1.....	24
Ecuación 2.....	25
Ecuación 3.....	26

NOMENCLATURA

Símbolo	Significado
MO	Manjar blanco optimizado
MB	Manjar blanco
NTC	Norma Técnica Colombiana
FDA	Food and Drug Administration
ASIS	Análisis de Situación de Salud
°Brix	Grados Brix

RESUMEN

Los edulcorantes son aquellas sustancias capaces de aportar dulzor a diversas preparaciones alimenticias. Incluir los edulcorantes en la dieta diaria contribuyen a detener la obesidad y diabetes, problemas de gran impacto en la población. Son usados para sustituir total o parcialmente el azúcar, al mismo tiempo reduce el aporte calórico que se ingiere en alimentos con sacarosa. En este trabajo se sustituye total y parcialmente la sacarosa mediante un diseño experimental de mezclas (100%,50%, 33.3%,). Sobre las formulaciones obtenidas se determinó el pH, acidez, color, humedad; además de realizar evaluación sensorial hedónica y de preferencia. La formulación final obtenida tiene una sustitución de sacarosa del 35% (1% estevia, 34% sucralosa), con las siguientes características fisicoquímicas: pH de, acidez de, humedad, color de L*: 28,08 a*:4,19 b*:25,26.

Palabras clave: edulcorante, dulzor, sucralosa, estevia, polidextrosa, manjar blanco.

ABSTRACT

Sweeteners are those substances that provides sweetness to various food preparations. Including sweeteners in the diet contributes to prevent or control obesity and diabetes, problems on the population. They are used to totally or partially replace sugar, at the same time reducing the caloric intake that is ingested in foods with sucrose. In this work, sucrose is totally and partially replaced by an experimental mix design with centroid. The factors (polidextrose-stevia, polidextrose-sucralose, sucrose) mixed each other in three proportions (100%, 50% y 33.3%) About the formulations the pH, acidity, color and humidity was determined; in addition to performing the hedonic and preferably sensory evaluation. The final formulation obtained has a sucrose substitution of 35% (1% stevia, 34% sucralose), with the following physicochemical characteristics: pH 5.92, acidity 0.47, humidity 28.69%, color of L *: 28.08 a *: 4, 19 b *: 25.26

Keywords: sweetener, sweetness, sucralose, stevia, polydextrose, white manjar.

1 INTRODUCCIÓN

El manjar blanco (MB) es un producto tradicional del Valle del Cauca con un agradable sabor y palatabilidad (RAMÍREZ-NAVAS & CASTRO, 2014). Se puede describir como el producto higienizado obtenido por la concentración térmica de una mezcla de leche, sacarosa u otros edulcorantes y aditivos permitidos por la legislación vigente, el factor importante es el agregado de harina o almidones (ICONTEC, 2008). Éste adquiere consistencia por la presencia de fécula o almidón de arroz (Estrada, 2014). En el libro *Fogón de negros: cocina y cultura en una región latinoamericana* se señala que el MB llegó al Valle del Cauca durante la esclavitud, proveniente de la cultura española donde la aprendieron de los árabes (Ossa, 2007).

El MB es una insignia gastronómica en el suroccidente colombiano. Sin embargo, el contenido de azúcar en el dulce se convierte en un problema para el consumidor, sobre todo para aquella población que padece diabetes, sobrepeso o ha adquirido un estilo de vida saludable, que le prohíbe su ingesta (Novoa, 2012). Por tanto, surge la necesidad de desarrollar una formulación donde haya sustitución parcial o total de sacarosa por edulcorante, logrando las mismas o similares propiedades organolépticas del MB.

El desarrollo de una formulación para un MB con poco aporte calórico y con las mismas características organolépticas soluciona el problema de su comercialización, la implementación de edulcorantes artificiales como la Sucralosa E-957 que presenta poder de edulcorante superior en 600 veces a la de la sacarosa, ha sido aprobada en el uso de alimentos y bebidas desde 1998 por la FDA y licenciada como edulcorante un año después (Principal, Nutrición, & versión en Inglés). Principalmente se ha usado en bebidas industrializadas, su uso se ha incrementado debido a su buen sabor y excelente perfil de seguridad por otro lado también se implementan edulcorantes naturales como la Estevia la cual es 300 veces que una solución de azúcar al 0,4 %, estos se han popularizado en los últimos años al encontrar públicos con diferentes necesidades que van desde consumir alimentos o bebidas con un dulzor, pero sin el agregado de calorías, Según (Bordoni, Escobar, & Mercado, 2010). Además se ha observado que la ingesta de sacarosa provoca un aumento de la glucosa plasmática y un vaciamiento gástrico más lento al compararlo con sucralosa, quien no provoca cambios en los niveles de glucosa plasmática, al no estimular la liberación de insulina (Ma et al., 2009).

De esta manera se abre una brecha importante en la mezcla de edulcorantes para desarrollo de nuevos productos, pues al reducir el contenido de sacarosa se deben buscar otros aditivos que cumplan todas las funciones que tiene el azúcar en los alimentos.

2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El MB es un dulce típico del Valle del Cauca elaborado con leche, azúcar, arroz y es reconocido a nivel nacional. El contenido de sacarosa en el dulce se ha convertido en un problema para su comercialización, debido a que parte de la población colombiana padece o esta propensa a padecer diabetes y/o sobrepeso, como consecuencia del abuso en el consumo de azúcares. Por lo tanto, esta población se ve obligada a dejar de consumir este producto tradicional. De esta manera surge la necesidad de desarrollar una formulación donde se sustituya parcial o totalmente la sacarosa por edulcorantes que otorguen las mismas propiedades fisicoquímicas y sensoriales del MB tradicional.

La pregunta de investigación fue: ¿Cómo se afectan algunas las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del MB al sustituir parcial o totalmente la sacarosa en la formulación?

2.2 JUSTIFICACIÓN

La diabetes es una enfermedad crónica caracterizada por la presencia excesiva de glucosa en la sangre, debido a que el cuerpo no produce insulina o no la utiliza de modo adecuado. Las muertes de personas con diabetes podrían duplicarse entre el 2005 y el 2030. En el mundo hay 422 millones de personas con diabetes y 1900 millones personas con sobrepeso, de los cuales 600 millones son obesos (Bengoa, 2003). Según el análisis de situación de salud (ASIS) Colombia 2015, la diabetes mellitus es una de las enfermedades causantes del 29,24% de las muertes en Colombia. Colombia es el segundo país con mayor número de diabéticos en centro y Suramérica. Asimismo el 51% de la población colombiana padece de sobrepeso y el 17% sufre de obesidad (MinSalud, 2015). Aunque la obesidad actualmente no es una de las principales causas de muerte en Colombia, se ha convertido en uno de los grandes problemas a tratar para el gobierno ya que sus estadísticas van aumentando, y de la misma manera el riesgo de contraer enfermedades crónicas.

Se propone este proyecto de investigación que tiene como finalidad evaluar el comportamiento del MB elaborado con la mezcla de tres edulcorantes. A través de este estudio se encontrará una formulación adecuada para sustituir la sacarosa del dulce MB y brindarles a sus consumidores un producto con las mismas características del MB tradicional. Así se obtendrá una alternativa que cubra con la necesidad de nuevos productos para este segmento de mercado interesado en la adquisición de alimentos adecuados a su condición.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 General

Evaluar el efecto de la sustitución parcial o total de la sacarosa por edulcorantes sobre algunas propiedades fisicoquímicas y sensoriales del manjar blanco del Valle.

2.3.2 Específicos

- Desarrollar una formulación con mezcla de edulcorantes que se asemeje al manjar blanco del Valle.
- Evaluar el efecto de 7 mezclas de edulcorantes sobre algunas propiedades fisicoquímicas y sensoriales del manjar blanco del Valle.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 ANTECEDENTES

No se han revisado estudios en manjar blanco con edulcorantes, este es uno de los pocos estudios que hay del tema sin embargo los trabajos que se han hecho similares

En junio del 2014 fue presentado en la facultad de ciencias pecuarias de la Escuela superior politécnica de Riobamba – Ecuador, el trabajo de grado “UTILIZACIÓN DE LA *Musa acuminata* colla (ORITO) COMO EDULCORANTE NATURAL EN LA OBTENCIÓN DE MANJAR DE LECHE” por Carla Samaniego, como requisito para optar el título de Ingeniería en industrias agropecuarias. La investigación realizada se llevó a cabo con la necesidad de contrarrestar enfermedades por ingesta de alimentos con ingredientes de origen químico, se ve la posibilidad de utilizar azúcar de origen natural proveniente del orito en la elaboración de Manjar blanco, además de incrementar el valor nutritivo como reducir el uso de sacarosa y personas con diabetes puedan consumirlo sin que les cause daño alguno.(Ma et al., 2009)

En septiembre de 2008 fue publicado el artículo “Evaluación de los efectos en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y texturales de polidextrosa, fructosa y sorbitol como sustitutos de azúcar en la elaboración de arequipe” que su objetivo fue evaluar los efectos de sustitutos de azúcar como polidextrosa, fructosa y sorbitol en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y texturales del arequipe; el resultado fue que la mayor aceptación la obtuvo un tratamiento con fructosa 3,9%, sorbitol 8,5% con el cual se logra reducir el 38% de calorías(Valencia García, Cardona, de Jesús, & Ramirez Herrera, 2008)

3.2 DULCE DE LECHE

Dulce de leche es el nombre genérico que reciben los productos azucarados concentrados de leche, que tienen un contenido de sólidos totales de alrededor de 70°Brix. Un interesante miembro de esta familia es el Manjar Blanco (MB) del Valle del Cauca (nombre característico en Colombia.(País, 2010)

El origen del dulce de leche es desconocido, muchos países ostentan su invención. Con relación a su historia, existen diferentes textos en los que se describe su elaboración. Por

ejemplo, en el año 1998, el cronista argentino Victor Ducrot afirmó que el dulce de leche era de la Capitanía General de Chile, el cual era usado como relleno para alfajores y que finalmente eran comercializados en Argentina (Barsky & Barsky, 2012). Sin embargo, Rengger, Tomasini, and Braunstein (2010), en su libro *viaje al paraguay en los años 1818 a 1826*, afirman que el dulce de leche es considerado originario de Paraguay. Por otra parte, en Brasil, existe un relato escrito acerca de la producción de dulce de leche en el estado Minas Gerais que data del año 1773 donde se señala que el MB se producía desde aquel tiempo (da Camara Cascudo, 1967)

La elaboración del MB se remonta en la historia donde se vivía la esclavitud de negros, el manjar era proveniente de las costumbres culinarias de los españoles; en el cual producían el MB con leche de almendras y azúcar originariamente. Posteriormente, durante la colonia, las matronas españolas enseñaron a hacer el MB a sus esclavas, pero al darse cuenta del costo tan alto de la leche de almendras, esta fue sustituida por leche de vaca que en ese entonces había en abundancia. La preparación del MB incluyendo arroz en remojo fue idea de cocineras negras quienes ya habían cultivado el cereal en sus tierras africanas (Ossa, 2007). La elaboración del MB al incluir el arroz tomaba una mayor consistencia, alrededor de 6 horas se producía el MB el cual lo hacían en ollas de cobre por mayor conductividad térmica que este presenta. En Colombia se consume MB durante todo el año, pero en diciembre se incrementa, debido a que es tradicional consumirlo durante este mes (País, 2010)

3.3 MANJAR BLANCO

La norma NTC 3757 del 28 de mayo del 2008 define el MB como: el producto higienizado obtenido por la concentración térmica de una mezcla de leche, sacarosa u otros edulcorantes y aditivos permitidos por la legislación vigente, el factor importante es el agregado de harina o almidones permitidos por la legislación nacional vigente (ICONTEC, 2008). Otros autores definen el MB como el producto obtenido por concentración y acción del calor a presión normal o reducida de la leche, o leche reconstituida, con o sin adición de sólidos de origen láctico y/o crema y adicionado de sacarosa (parcialmente sustituido o no por monosacáridos y /u otros disacáridos) con o sin adición de otras sustancias alimenticias (Zunino, 1998).

Se encuentra también que el MB es un producto autóctono, producido en la zona del Valle del Cauca, proveniente de una mezcla concentrada de leche y sacarosa al cual se le ha calentado alcanzando su color característico por medio del pardeamiento generado por la reacción de Maillard (Estrada, 2014). Se encontró que el Manjar blanco como producto

exportado registró una venta de US \$ 962,616 en el año 2011, y de US \$ 1066261 en el 2012 según (Villegas Erazo, 2015)

3.3.1 Clasificación

Se clasifica en: manjar blanco y manjar blanco de bajo contenido calórico. Este último es el producto higienizado obtenido por la concentración térmica de una mezcla de leche, sacarosa u otros edulcorantes y aditivos permitidos por la legislación vigente, a excepción que se le han modificado sus ingredientes de tal manera que se obtenga una disminución calórica de acuerdo a lo establecido a la Norma Técnica Colombiana NTC 3757 (ICONTEC, 2008).

3.3.2 Requisitos fisicoquímicos

En la Tabla 1 se presentan los requerimientos fisicoquímicos que las normas técnicas colombianas 3753 exigen (ICONTEC, 2008):

Tabla 1. Requisitos fisicoquímicos del MB

Requisito	Arequipe	MB
Materia grasa láctea, fracción de masa, min, (%)	7,0	6,5
Solidos lácteos no grasos, fracción de masa, min, (%)	17	16
Extracto seco, fracción de masa, min, (%)	70	65
Cenizas, fracción de masa, max, (%)	2	2
Indice de Reichert Meissl, fracción de masa, (%)	23-32	-
Almidones	negativo	--
Almidones, fracción de masa, máx., (%)	--	4

Fuente: ICONTEC (2008)

3.3.3 Proceso de elaboración de MB

En la Figura 1 se presenta el procedimiento general de elaboración de MB.

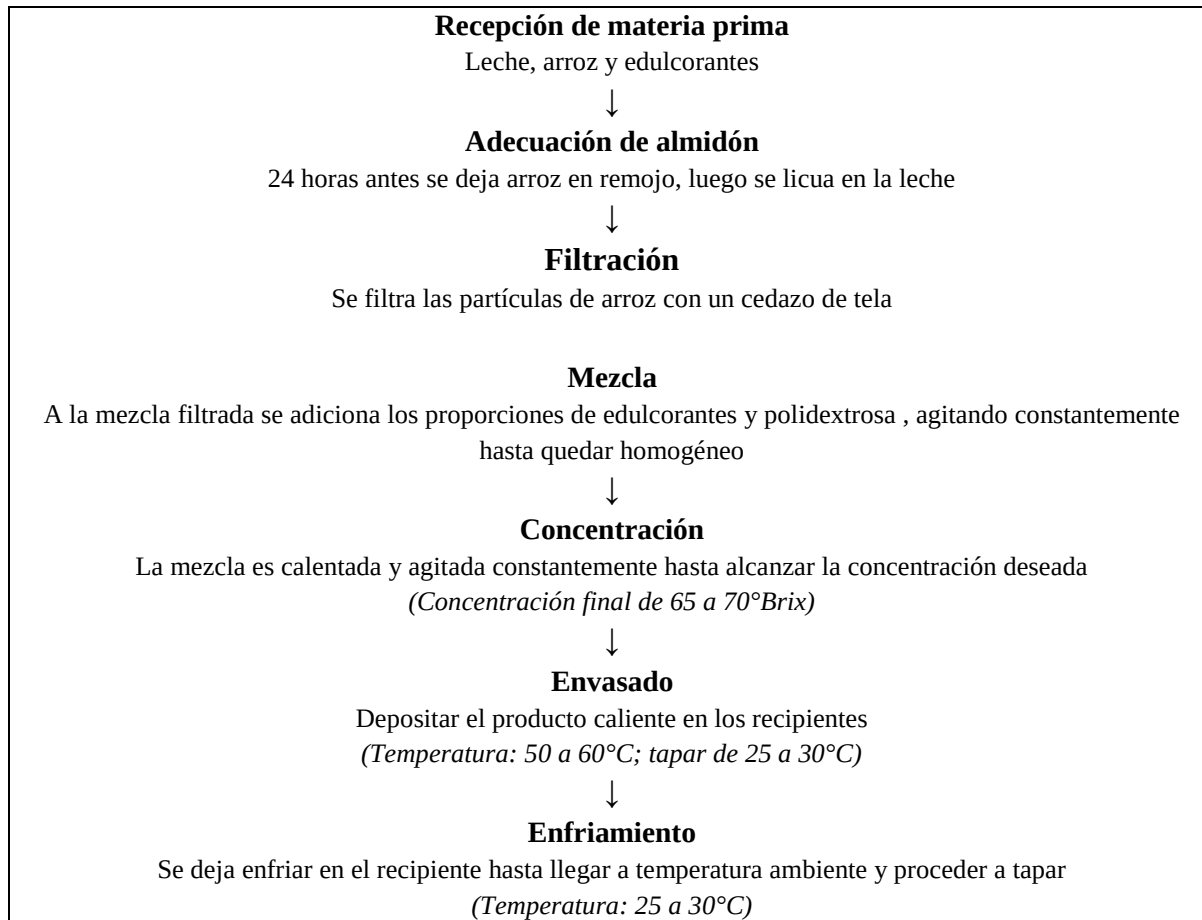


Figura 1. Diagrama de elaboración de manjar blanco

Fuente: Diego Fabián Novoa and Juan Sebastián Ramírez-Navas (2012)

A continuación, se describe el proceso de elaboración artesanal de MB:

- **Formulación y pesaje de ingredientes:** el azúcar y el arroz licuado se depositan en el recipiente con la leche, se mezcla constantemente para que quede una solución homogénea.
- **Filtración:** la mezcla anterior se pasa por un tamiz de tela para retener todas las partículas que no hacen parte de la solución
- **Concentración:** la mezcla se calienta constantemente para retirar el agua disponible por evaporación. En esta etapa se debe controlar la temperatura para evitar que la leche se derrame del recipiente; y además, es necesaria la agitación constante para mantener la temperatura y mezcla uniforme y evitar la formación de grumos. Al final del proceso se pardea la mezcla por la reacción de Maillard, cambia de color blanco hasta un color marrón

- **Envasado:** En esta etapa se envasa el dulce ya concentrado y caliente (60-80°C) en sus respectivos recipientes, ya sea plástico, icopor o totumo.
- **Enfriamiento:** Se deja el dulce reposando a temperatura ambiente. Cuando alcance los 25-28°C, se tapa.

3.4 EDULCORANTES

El término edulcorante, hace referencia a aquel aditivo alimentario que es capaz de mimetizar el efecto dulce del azúcar y que, habitualmente, aporta menos calorías. Algunos de ellos son extractos naturales mientras que otros son sintéticos, en este último caso se denominan edulcorantes artificiales (García-Almeida, Casado Fdez, & García Alemán, 2013). Según (Academia, 2004), dependiendo de su origen, se clasifica en:

- **Naturales, calóricos nutritivos:** Azúcar o sacarosa, glucosa, jarabe invertido, jarabes de alta fructosa, miel de abeja o de maíz, lactosa, maltosa, mezclas de azúcares de seis carbonos o concentrados de jugos de fruta, etc. Su poder edulcorante es cercano a la sacarosa.
- **Sintéticos, no calóricos o no nutritivos:** Sacarina, aspartame, acesulfame-K, sucralosa, entre otros. Su poder edulcorante está muy por arriba de la sacarosa de 200 a 1000 veces mayor.
- **Sustitutos de azúcar, reemplazos de azúcar o edulcorantes alternativos:** Polioles, polialcoholes o alcoholes derivados de azúcares, sorbitol, manitol, xilitol, isomalt e hidrolizados de almidón hidrogenado. Presentan menor valor energético y también menor poder edulcorante que la sacarosa.

3.4.1 Sacarosa

La sacarosa es el disacárido natural más abundante en la naturaleza y es el alimento edulcorante más consumido, el cual se extrae principalmente de la caña de azúcar y de la remolacha azucarera (Hernandez & Lopez, 2010). Comúnmente la sacarosa se conoce con el nombre de azúcar, producto comercializado en función de su pureza, tamaño y forma de grano, tipo de presentación o estado (Salmerón, 2008). Tiene un aporte calórico de 4 kcal/g y da propiedades funcionales a los alimentos al tener efecto en las características sensoriales (sabor de las melazas), físicas (cristalización, viscosidad, textura), microbianas (preservación, fermentación) y químicas (Maillard, caramelización, antioxidante), entre otras (Valencia García et al., 2008). En la Figura 2 se presenta su estructura química, compuesta por una molécula de glucosa y una de fructosa.

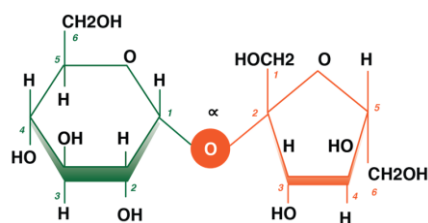


Figura 2. Estructura química de la sacarosa, formada por glucosa (izq.) y fructosa (der.)

Fuente: Melo, Ruiz, and Cuamatzi (2007).

3.4.2 Sucralosa

La sucralosa es un polvo blanco cristalino, no higroscópico, muy estable en almacenamiento a humedad relativa baja y temperatura de refrigeración (ALARCÓN, 2012). Es un edulcorante no nutritivo y de bajas calorías que tiene prácticamente la misma estructura que el azúcar, aunque es 600 veces más dulce. La sucralosa tiene un sabor similar al azúcar, buena solubilidad en agua, una excelente estabilidad en una amplia variedad de bebidas y alimentos procesados y no es metabolizada por el organismo (García-Almeida et al., 2013). La sucralosa fue descubierta en 1976 por Shashikant Phadnis, estudiante de la *University of London*, quien, por requerimiento, reemplazó los átomos de hidrógeno y oxígeno por átomos de cloro en la molécula de sacarosa (ver Figura 3).

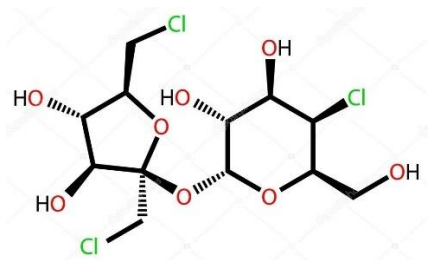


Figura 3. Estructura química de la sucralosa

Fuente: Andronov (2017)

En comparación al azúcar, la sucralosa se adhiere mejor a las papilas gustativas de la lengua, lo que produce un sabor dulce más intenso, y no se une a las moléculas digestivas, por lo que pasa a través del organismo sin cambios significativos (Sadava & Purves, 2009). En 1998, la FDA otorgó la aprobación del uso de la sucralosa en 15 categorías de alimentos y bebidas. Finalmente en 1999, amplió su utilización, denominándola un edulcorante de “aplicación general” (Hernandez & Lopez, 2010).

La sucralosa ha jugado un papel importante en la industria alimentaria, siendo una gran opción a la hora de producir alimentos no calóricos (Manriquez Maya, Biviano, Ramos, & SE, 2016). Bien se sabe que la confitería, industria de helados, postres, entre otros; se

emplea primordialmente azúcar y jarabe de glucosa. En el desarrollo de un helado para diabéticos se incluyó la sucralosa como sustituto de sacarosa, mostrando resultados óptimos; atribuyendo una textura y poder edulcorante adecuado. La sucralosa es estable en disolución a temperaturas altas, al igual que en un rango de pH 3-7. La estabilidad a la temperatura le permite soportar tiempos de cocción de 25 minutos a una temperatura de 180°C sin presentar ninguna descomposición en el producto o aparición de sabor amargo (Belitz, Grosch, & Schieberle, 2011).

3.4.3 Estevia

Es una planta que otorga un poder edulcorante natural con un contenido de cero calorías, se ha convertido en una alternativa al azúcar para una población de más de 346 millones de diabéticos en todo el mundo (Abdullateef & Osman, 2012). La estevia una vez ingerida es degradada en la mucosa intestinal en steviol, steviolbíosido y glucosa los cuales son absorbidos y metabolizados. Tiene un poder edulcorante 300 veces mayor que una solución de sacarosa al 0,4% propiciando al final un cierto regusto amargo (Hernandez & Lopez, 2010)

El sabor dulce de la estevia se debe a los glicósidos de steviol, componentes naturales que se obtienen procesando las hojas con agua caliente para luego concentrar, purificar y secar mediante pulverización. Los glicósidos de steviol están compuestos por steviolósidos, rebaudiósidos A y trazas de rebaudiósidos B y C, dulcósido A, rubusósido y steviolbíosido (Durán, Rodríguez, Córdón, & Record, 2012)

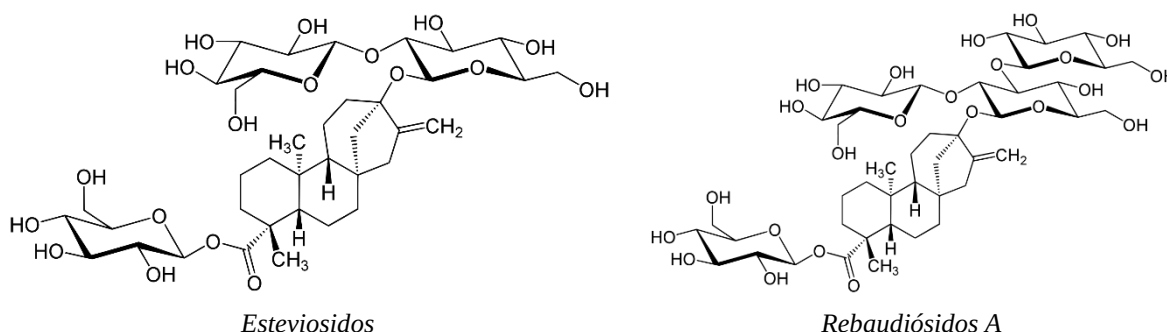


Figura 4. Estructura química de los principales compuestos que forman los glicósidos de steviol

Fuente: Bravo A. et al. (2014)

El steviolósido es un edulcorante natural que proporciona un sabor azucarado de buena calidad, aunque en altas concentraciones deja un regusto amargo e indeseable. Es un polvo blanco cristalino, de muy elevada pureza, aunque higroscópico. Tiene una buena estabilidad

en disolución frente al calor y a valores de $\text{pH} \leq 4$. Su poder edulcorante es 300 veces mayor que el de la sacarosa y fue aislado por Bridel y Lavieille en 1931 (ALARCÓN, 2012). Sin embargo, los rebaudiósidos A tienen mejor perfil edulcorante que los esteviósidos pero están presentes en menor cantidad.

Lanza and Carrancio (2014) señalan que la estevia ha alcanzado un gran potencial en la industria láctea, se evidencia este hecho en grandes industrias como Danone, Nestlé, Lala, Meigi, entre otros, los cuales han incorporado este edulcorante natural en su receta para diversos productos. Además, con el uso de la estevia se alcanza una disminución significativa de costos lo cual es muy importante para las empresas, asimismo otorgando productos con poder calórico menor.

3.5 SUSTITUTOS DE VOLUMEN

Los edulcorantes voluminosos o los sustitutos de volumen se comportan de forma semejante a la sacarosa y aportan cuerpo o volumen a los alimentos a los que se incorporan. Entre sus propiedades está la de elevar la estabilidad y afinidad por el agua sin alterar su poder edulcorante, disminuir la tendencia a cristalizar, conferir textura, evitar fermentación microbiana, realizar un aporte calórico bajo y ser adecuados para la dieta de los diabéticos (ALARCÓN, 2012)

3.5.1 Polidextrosa

La polidextrosa es un hidrato de carbono no dulce obtenido por la polimerización térmica de glucosa con sorbitol y ácido (como catalizador) (Gray, 2006). Es soluble en agua, tiene función espesante, proporcionando textura al alimento, y desde el punto de vista energético solo porta 1 kcal/ g. la polidextrosa está considerada como fuente de fibra en la dieta. Puede sustituir a los azúcares de forma total o parcial y disminuir el contenido de la grasa de algunos alimentos, como helados y postres congelados (Hernandez & Lopez, 2010).

Gutiérrez Buitrago (2014) evaluó la sustitución de sacarosa en el arequipe por sucralosa y polidextrosa al 9 y 13%, encontrando que el arequipe con una sustitución del 13% presento una textura cremosa y similar al arequipe comercial; además de tener mayor aceptabilidad del panel. Este producto logro adquirir buenas características sensoriales respecto a olor, color y sabor, pero primordialmente alcanzó a disminuir el aporte calórico en 33 kcal por cada 30 g.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 MATERIALES

Para la fabricación de las muestras de manjar blanco se empleó: Leche entera Pasteurizada (Colanta), Arroz Diana (Dicorp), Estevia, Sucralosa y Polidextrosa (Sucroal S.A.), Azúcar Morena (Manuelita). En el Anexo A se presentan las fichas técnicas de la estevia, sucralosa y polidextrosa.

4.2 EQUIPOS

En la Figura 5 se presentan las fotos de algunos de los equipos utilizados en la investigación. Para medir color se utilizó un colorímetro Hunter Lab (Color Flex, USA). Para medir el pH se empleó un pHmetro (HANNA INSTRUMENTS, modelo pH210, USA). Para la medición de los grados Brix se usó un refractómetro (ATAGO ATC, modelo FG-109 de 0-90%., Japón) Para la determinación de la humedad se usó una estufa (VWR SCIENTIFIC, modelo 1430D, USA) y una balanza analítica (Mettler Toledo, USA). Para la dureza se empleó un penetrómetro (PCE-PTR 200, España)



Figura 5. Equipos utilizados en la investigación

4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para determinar las proporciones óptimas de los componentes, se utilizó el Diseño de Mezclas simplex con centroide para tres componentes (Figura 6): sacarosa, sucralosa-polidextrosa y estevia - polidextrosa. Este diseño se aplica con pocos componentes y consiste en 2^{q-1} puntos definidos; los vértices son las mezclas puras, los puntos medios de las aristas representan mezclas binarias o de dos componentes y los puntos interiores o centroides de las caras definidas representan mezclas ternarias (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2012). En la Tabla 2 se presenta la relación de los edulcorantes a emplearse en cada formulación.

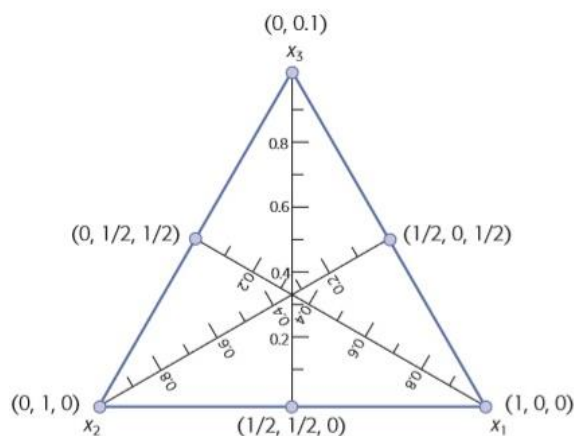


Figura 6. Diseño simplex con centroide (q=3)

Fuente: Gutiérrez Pulido and de la Vara Salazar (2012)

Tabla 2. Composición de las mezclas

Mezcla	Formulación	Composición de edulcorante en la mezcla (%)		
		Sacarosa	Stevia	Sucralosa
1	1,0,0	100	0	0
2	0,1,0	0	100	0
3	0,0,1	0	0	100
4	1/2,1/2,0	50	50	0
5	1/2,0,1/2	50	0	50
6	0,1/2,1/2	0	50	50
7	1/3,1/3,1/3	33,33	33,33	33,33

Las variables de respuesta en los dulces manjar blanco son las propiedades fisicoquímicas (color, viscosidad, sólidos totales, pH, grados brix) y sensoriales (color, olor, sabor, textura, apariencia, sabor residual). Se realizó el análisis de varianza para realizar la optimización de la fórmula.

Figura 7. Gramaje de mezclas

Mezcla	Formulación	Composición
1	1,0,0	83 g de sacarosa
2	0,1,0	82,724 g polidextrosa 0,2775 g estevia
3	0,0,1	82,86 g polidextrosa 0,138 g sucralosa
4	1/2,1/2,0	41,55 g sacarosa 41,34 g polidextrosa 0,142 g estevia
5	1/2,0,1/2	0,0695 g sucralosa 41,43 g polidextrosa 41,5 g sacarosa
6	0,1/2,1/2	82,72 g polidextrosa 0,069 g sucralosa 0,137 g estevia
7	1/3,1/3,1/3	55,2 g polidextrosa 0,0923 g estevia 27,66 g sacarosa 0,049 g sucralosa

4.4 ELABORACIÓN

La elaboración del MB se realizó de acuerdo a la Figura 1. Para empezar se recibió la materia prima (leche, arroz y edulcorantes), luego se pesaron los ingredientes sólidos y el arroz se dejó en remojo por 24 horas. Una vez finalizado el remojo, se midió el volumen de la leche y se procedió a licuar el arroz para después filtrarlo por medio de un cedazo de tela. A la mezcla filtrada se le adicionan las proporciones de edulcorante y polidextrosa correspondiente a cada mezcla (Tabla 2). La homogenización se realizó a medida que se agitaba la mezcla. Esta se calentó a 70 °C y se mantuvo con agitación constante para que el dulce no se adhiriera al recipiente y mantuviera homogenizado, cada 10 minutos fueron medidos los °Bx y temperatura para tener mayor control y lograr obtener el dulce en un rango de 70 - 75°Bx. Una vez concentrado se depositó en recipientes plásticos hasta alcanzar temperatura ambiente y proceder a tapar.

En las muestras producidas se varió la composición de sus edulcorantes como se observa en la Tabla 2. Cada muestra se realizó por triplicado, al igual que la medición de

parámetros; para obtener finalmente 21 lotes de MB. El orden de elaboración fue completamente al azar.

4.5 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

4.5.1 Colorimetría

Para determinar el color a las muestras se usó el colorímetro Hunter Lab colorflex, el cual mide las coordenadas CIELab: L*, a*, b*. Este parámetro se determinó a todas las muestras de manjar blanco 6 días después de su elaboración. El procedimiento se realizó depositando dulce en el portamuestra del equipo, observando que la muestra quedara esparcida homogéneamente y sin espacios. Una vez calibrado el equipo se introduce el portamuestra en el puerto y se toma la lectura, luego se rota la caja 45° y nuevamente se toma lectura. Este procedimiento se repitió tres veces para cada muestra (Diego Fabian Novoa & Juan Sebastián Ramírez-Navas, 2012). Con la información obtenida del colorímetro se procede a calcular la diferencia de color (ΔE) tomando como punto inicial (i) el color promedio determinado y mediante la Ecuación 1 (Ramírez-Navas, 2010):

$$\Delta E_{f,i} = \sqrt{(\Delta L_{f,i}^*)^2 + (\Delta a_{f,i}^*)^2 + (\Delta b_{f,i}^*)^2}$$

Ecuación 1

Donde ΔE es la diferencia de color, ΔL^* (cambios en la claridad), Δa^* (cambio rojo/verde), Δb^* (cambio amarillo/azul). Todas las diferencias van desde un punto inicial o referencia (i) hasta un punto final (f).

4.5.2 pH

Para la medición del pH se usó el pHmetro. Este parámetro se midió a todas las muestras 6 días después de su elaboración. Una vez calibrado el pHmetro se introdujo directamente el electrodo a la muestra semisólida de dulce para obtener los valores de pH (Guerrero & Sevilla, 1974)

4.5.3 Grados Brix

Los grados Brix se midieron cada 10 minutos; colocando directamente la muestra de dulce en el prisma del refractómetro a temperatura ambiente. Esta medida se realizó durante la elaboración del dulce (Fisiología, 1938)

4.5.4 Humedad

Para determinar la humedad se pesaron 4g de arena calcinada en una caja Petri, posteriormente se agregaron 2 g de muestra y de ahí se introdujo al horno y se le aplicó vacío. Las muestras se dejaron por 24 horas seguidas. Para terminar, estas fueron retiradas del horno, se dejaron en reposo por 10 minutos y finalmente se pesaron. A cada muestra de dulce se le realizó la medición por triplicado. Este parámetro se determinó 6 días después de su elaboración (Bolaños, Lutz, & Herrera, 2003).

Para determinar la humedad se utilizó la Ecuación 2.

$$\% \text{ humedad}(H) = \frac{M_h - M_s}{M_h} * 100$$

Ecuación 2.

Dónde: M_h : peso de la muestra húmeda, M_s : peso de la muestra seca

4.5.5 Acidez

En la determinación de la acidez se usaron 2 g de muestra diluidos en 10 mL de agua destilada para después ser titulados con NaOH, como indicador se usaron tres gotas de fenolftaleína. Una vez se obtuvo la coloración rosa tenue, se procedió a tomar el volumen total usado en la titulación (Rodríguez, 2005). Para calcular la acidez de la muestra se empleó la Ecuación 3, este análisis se realizó por triplicado a los seis días de su elaboración por disponibilidad en el uso de los equipos del laboratorio y para que todas las muestras tuvieran el mismo tiempo de almacenamiento y análisis, para así poder tener mayor control de las variables.

$$\%acidez = \frac{V_t * N * 0,09}{P_m} * 100$$

Ecuación 3

Dónde: V_t : volumen titulado, N: Normalidad del NaOH, P_m : Peso de la muestra

4.5.6 Dureza

En la prueba de penetración se usó un penetrómetro con un puntal de penetración de 11 mm de superficie y se introdujo 10 mm a cada muestra, se realizó por triplicado a cada muestra y el registro de datos fue en unidad de fuerza Newton (N).

4.6 ANÁLISIS SENSORIAL

Locación y personal: Se realizó una prueba orientada al consumidor de acuerdo a (Diego Fabian Novoa & Juan Sebastián Ramírez-Navas, 2012). Estas pruebas se desarrollaron en los horarios de 11:00 a.m. a 6:00 p.m., en las instalaciones del restaurante Argentinos en el municipio de Jamundí-Colombia. Se evaluó la aceptación de 7 muestras de dulce manjar blanco mediante una prueba hedónica de 7 puntos. En la investigación participaron 84 panelistas no entrenados con intervalo de edades entre 17 y 70 años, de géneros masculino y femenino. El tiempo de la prueba no fue mayor a los 10 minutos.

Presentación de las muestras: Las muestras de dulce fueron aproximadamente de 3 g y se presentaron en cucharas plásticas, junto con un vaso de agua y galleta de soda. Antes de iniciar la prueba se les informó a los panelistas la importancia de la sinceridad que se requería para realizar la prueba, como diligenciar el formato que se les entregó y la forma correcta de hacer la cata. Se les solicitó tomar agua y comer galleta entre las muestras, con el fin de evitar interferencia entre los productos.

A cada panelista se le pidió indicar cuanto le agradaba cada muestra, asignando un valor al atributo (apariencia, color, sabor, olor, sabor residual, textura) según la escala que fue desde “me disgusta extremadamente” hasta “me gusta extremadamente.” La encuesta del análisis sensorial se puede observar en el Anexo C.

4.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos durante la experimentación se procesaron con los paquetes estadísticos: SPSS 18, Statistica (versión 10, Statsoft.Inc), Minitab (versión 17.1.0, Minitab Inc.), mediante el análisis de varianza (ANOVA) y prueba posHoc tuckey con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$). La información obtenida de las pruebas sensoriales se analizó empleando las pruebas de Wilcoxon y Friedman.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al ser el dulce MB típico de una región de Colombia, hay poca literatura específica disponible, por ello, los resultados de esta investigación también se compararán con otros productos como: dulce de leche, cajeta, manjar, que a pesar de que presentan diferencias en la formulación, tienen similitud en varios de sus parámetros.

5.1 PORCENTAJE DE ACIDEZ

En la siguiente tabla se registraron los valores promedios y las desviaciones estándar de cada una de las muestras, la cuales fueron analizadas por triplicado.

Tabla 3. Resultados de pH y acidez ($\bar{X} \pm DE$)

Mezcla	pH	% Acidez
0,0,1	6,14 $\pm$ 0,06	0,48 $\pm$ 0,09
0,1,0	6,04 $\pm$ 0,27	0,46 $\pm$ 0,09
1,0,0	5,88 $\pm$ 0,17	0,45 $\pm$ 0,03
0,1/2,1/2	5,97 $\pm$ 0,15	0,48 $\pm$ 0,06
1/2,0,1/2	5,95 $\pm$ 0,13	0,51 $\pm$ 0,11
1/2,1/2,0	5,88 $\pm$ 0,06	0,51 $\pm$ 0,06
1/3,1/3,1/3	5,95 $\pm$ 0,51	0,51 $\pm$ 0,07

El análisis estadístico realizado a los datos de pH y acidez permitió concluir que estos parámetros no presentan diferencias significativas (ver Anexo B). Las muestras presentaron una variación de pH entre 5.66–6.22. Castañeda et al. (2004) obtuvieron valores de pH entre 5,67 a 6,28; para la caracterización de ocho tipos de dulce de leche argentino con diferentes formulaciones; comportamiento que coincide con los resultados obtenidos en esta investigación. A su vez, son valores cercanos a los obtenidos por Diego Fabian Novoa and Juan Sebastián Ramírez-Navas (2012) con un comportamiento entre 5,73 y 6,02, para diferentes marcas de manjar blanco, Valencia García et al. (2008) en la sustitución del azúcar por sorbitol y fructosa en el arequipe obtuvieron una variación entre 6,15,- 6,25 y Burgueño, Gambaro, and Adrovandi (1999) con una variación entre 5,45 – 6,07 en diferentes muestras comerciales de dulces de leche. La estevia es el único edulcorante conocido que contiene un pH ácido, a diferencia del azúcar y los edulcorantes sintéticos como la sucralosa, que contienen un pH alcalino (web, <http://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/SteviaAprobada.pdf>). En esta investigación estos no afectaron significativamente las diferentes mezclas de dulces.

En la acidez de las muestras se obtuvieron variaciones entre 0,36% - 0,61%. Estos son comparables con el estudio de Gaze et al. (2015) que obtuvo una variación entre 0,23% – 0,50% en los dulce de leche argentino. Este parámetro no se afectó significativamente al sustituir el azúcar del dulce.

No se encontró decreto o normatividad que regule estos dos parámetros

5.2 GRADOS BRIX

En la Figura 8 se presenta la variación de los ° Bx en el tiempo de todas las mezclas experimentales. Las muestras inician con valores de ° Bx entre 22-25. A medida que va aumentando el tiempo se concentran los azúcares por la acción de calor y evaporación de agua (Diego Fabián Novoa & Juan Sebastián Ramírez-Navas, 2012) hasta alcanzar unos °Bx entre 65 -70. La temperatura en el proceso tuvo una variación entre 65-78 °C debido a las condiciones de elaboración. La NTC 3757 no establece un valor de ° Bx para el dulce MB, sin embargo los ° Bx de las muestras están por encima de 65, lo que coincide con el rango obtenido por Henderson and Cortes (2001) donde los ° Bx del dulce de leche variaron entre 65 a 70. Igualmente, Chacón-Villalobos, Pineda-Castro, and Méndez-Rojas (2013) reportaron ° Bx para dulces de leche con sustitución parcial o total de leche bovina por leche de cabra entre 65 y 73, valores cercanos a los obtenidos por los estudios mencionados anteriormente y esta investigación.

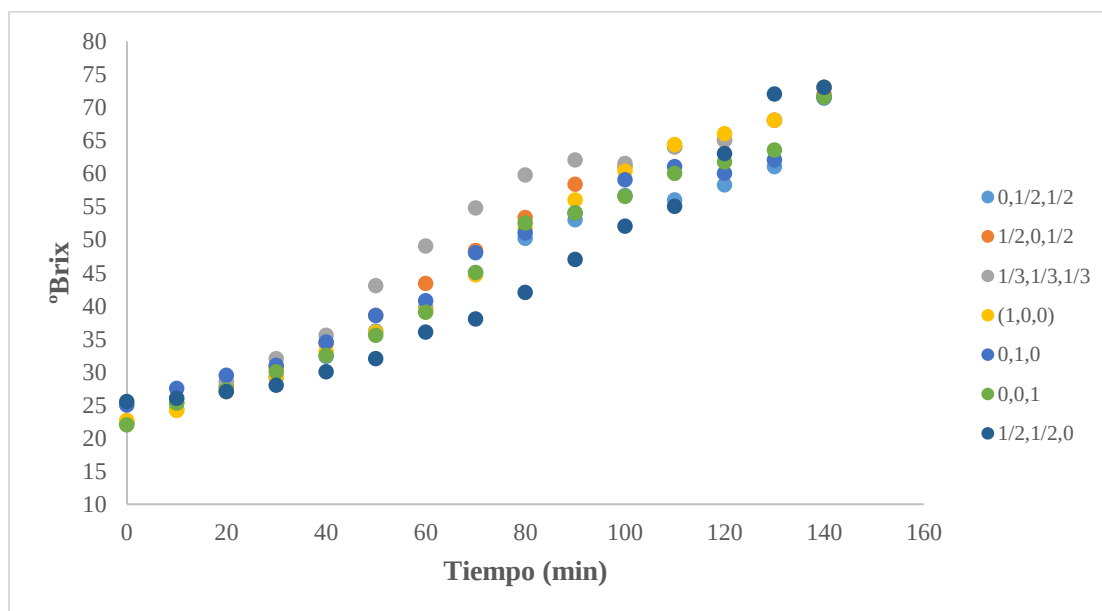


Figura 8. Variación de los grados Brix en el tiempo

5.3 HUMEDAD

En la Figura 8 se presenta el comportamiento de humedad de las muestras. Se observa que tuvieron una variación entre el 22% y 26%, de igual manera se evidencia que las mezclas con mayor contenido de sacarosa y sucralosa presentan mayor contenido de humedad y las mezclas que contienen mayor contenido de estevia tienden a ser más secas, es decir, con valores de humedad inferiores a 22. Según la Resolución 2310 (MinSalud, 1986) referente al procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los derivados lácteos, la humedad máxima para el MB es del 35%, lo que indica que los resultados obtenidos cumplen con esta especificación. Estos resultados son similares a los obtenidos por Burgueño et al. (1999) en muestras comerciales de dulces de leche, quienes reportaron humedades entre 22,7 – 35, 6%. Castañeda et al. (2004) reportaron resultados entre 27,2 – 32,7% calculado a partir de la caracterización de ocho tipos de dulce de leche argentino con diferentes formulaciones. Andrade, Vélez, Arteaga, Díaz, and Sánchez (2009) evaluaron los efectos del arequipe fabricado con leche de búfala, dos niveles de neutralización y tres porcentajes diferentes de edulcorante; obtuvo un dulce con humedad de 22,10%.

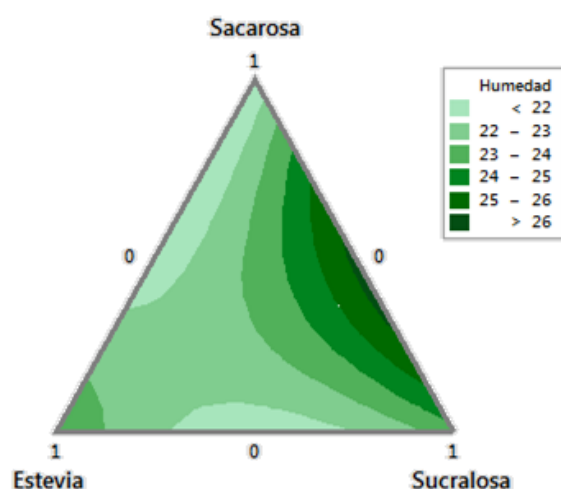


Figura 9. Superficie de contorno de la humedad

La humedad es un parámetro de importancia en el procesamiento y control de productos alimenticios porque contribuye a definir la estabilidad microbiana de un alimento, condiciones de procesamiento, almacenamiento, transporte, etc. La humedad en los productos alimenticios es uno de los principales parámetros de calidad porque representa la vida útil que tendrá el producto, ya que a bajo contenido de humedad, menor actividad química y microbiana. La palatabilidad ya que es una cualidad de gusto en el paladar y la

eficiencia en el proceso de evaporación porque a mayor velocidad de remoción del agua por calentamiento, mayor eficiencia en el proceso (Paca Pilamunga, Acalo, & Viviana, 2017)

5.4 COLOR

El color de los alimentos es una característica influyente durante el procesamiento, selección, compra y consumo del producto. El MB tiene un color característico marrón opaco, que se le atribuye a la reacción de Maillard; esta es no enzimática y se genera por la reacción entre los azúcares reductores y las proteínas aportadas por la leche. Las reacciones de caramelización también aportan al color marrón de estos dulces, pero en menor proporción (Novoa, 2012). En la Tabla 4 se evidencian los valores promedio L^* , a^* y b^* de muestras de MB junto con las desviaciones estándar. Se puede observar que los dulces tienden en a^* al color rojo y b^* al amarillo, con poca luminosidad (valores de L^* cercanos al cero). La menor variación se presentó en el parámetro luminosidad.

Tabla 4. Resultados de parámetros de color ($X \pm DE$)

Mezcla	Parámetro		
	L^*	a^*	b^*
0,0,1	$36,89 \pm 0,27$	$7,81 \pm 1,05$	$33,83 \pm 0,94$
0,1,0	$36,52 \pm 1,09$	$9,09 \pm 0,22$	$33,67 \pm 0,58$
1,0,0	$19,45 \pm 0,17$	$8,71 \pm 0,31$	$23,44 \pm 0,35$
0,1/2,1/2	$36,15 \pm 1,56$	$7,53 \pm 1,27$	$33,21 \pm 1,32$
1/2,0,1/2	$26,71 \pm 0,76$	$7,66 \pm 2,56$	$27,07 \pm 2,09$
1/2,1/2,0	$26,37 \pm 0,24$	$8,44 \pm 1,36$	$27,38 \pm 1,04$
1/3,1/3,1/3	$25,18 \pm 2,1$	$9,01 \pm 0,12$	$27,89 \pm 1,25$

Diego Fabian Novoa and Juan Sebastián Ramírez-Navas (2012) reportaron valores promedios para L^* entre 42 a 45, a^* de 13 a 15 y b^* de 31 a 37, para distintas marcas de MB. Del estudio mencionado anteriormente, se puede decir que estos productos presentan mayor luminosidad y los colores amarillos - rojos son más acentuados. Castañeda et al. (2004) Para los dulces de leche argentinos; reporta resultados de L^* de 24,8 a 42,2, a^* de 14,7 a 17,8, b^* de 26 a 36,5. Los resultados de esta investigación, tuvieron una variación dentro del rango expuesto por Castañeda, excepto el parámetro a^* que está por debajo del límite inferior.

Las muestras a las que no se le sustituyeron sacarosa presentaron un promedio de valores de L^* superiores a las demás muestras, lo que indica que éstas son más claras (tienden al color blanco). Al sustituir el 100% de la sacarosa, los dulces no obtuvieron la coloración marrón característica del manjar blanco. Las interacciones entre la lactosa y las proteínas originan las reacciones de Maillard, éstas se evidencian por el pardeamiento del dulce, que

va del blanco crema al café oscuro (Diego Fabián Novoa & Juan Sebastián Ramírez-Navas, 2012).

Muchos factores afectan el grado de pardeamiento a través de la reacción de Maillard. Primero, la presencia de aldehídos y cetonas (azúcares reductores) y segundo, la presencia de una amina (Bolaños et al., 2003). La reacción de Maillard es generada por melanoidinas que se forman a altas temperaturas a partir de la unión de carbohidratos con aminoácidos. Los azúcares reductores son esenciales en la reacción de Maillard ya que proveen los grupos carbonilos (aldehídos) que inician la reacción (Méndez & Briceño, 2006). La Estevia y la sucralosa son edulcorantes con bajos contenidos de carbohidratos, por ello no contribuye a la formación del color marrón característico del dulce.

5.5 TEXTURA (PENETRACIÓN)

Se realizó una prueba de penetración a todas las muestras para identificar cuál presentaba mayor resistencia. En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 5. Resultados de penetración ($X \pm DE$)

	Mezcla	Penetración (N)
1	0,0,1	1,65 $\pm$ 0,35
2	0,1,0	1,75 $\pm$ 0,06
3	1,0,0	1,77 $\pm$ 0,42
4	0,1/2,1/2	1,79 $\pm$ 0,65
5	1/2,0,1/2	1,52 $\pm$ 0,21
6	1/2,1/2,0	2,2 $\pm$ 0,46
7	1/3,1/3,1/3	1,70 $\pm$ 0,09

En la Tabla 5 se observa que la mezcla 6 de MB presenta mayor resistencia ante la penetración con una fuerza de 2,2 N y la mezcla 5 presenta menor resistencia con 1,52N, de la misma manera se puede evidenciar en las mezclas de MB con más contenido de estevia, mayor consistencia y menor contenido de humedad. A su vez se evidencia que las mezclas con contenido de sucralosa y sacarosa, presentan menor consistencia y contenido de humedad. Cabe resaltar que la desviación estándar de las mezclas es menor a 1 lo que representa poca dispersión de los datos. En el estudio realizado por Chacón-Villalobos et al. (2013) , quienes estudiaron la sustitución total o parcial de leche bovina por leche de cabra en un dulce de leche, reportaron una fuerza de 5 N para la misma distancia penetrada en esta investigación.

La textura del MB es un parámetro de importancia en la elección del producto por parte del consumidor, por tanto requiere de control (Pauletti, Calvo, Izquierdo, & Costell, 1992). El encargado de conferirle esta característica al MB es el almidón del arroz que por ser un agente ligante ayuda a aportar firmeza al dulce por la acción de la amilosa que es soluble en agua y forma una red que le genera estabilidad al dulce (Fernández, 2005)

5.6 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS DE DULCE

La evaluación sensorial fue uno de los criterios utilizados para establecer la optimización de la formulación, para ello, Los resultados se presentan en la Figura 10. Se observa que las muestras que contenían sacarosa excepto la de (1/3,1/3,1/3), no presentaron diferencias significativas, y las que no contenían sacarosa tampoco presentaron diferencias significativas, las cuales son (0, 1,0), (0,1/2,1/2), (0, 0,1). La muestra que tuvo mayor

aceptación (76%) fue la elaborada con 100% sacarosa (1, 0,0) y la de menor aceptación fue la elaborada con 100% con Estevia (0, 1,0).

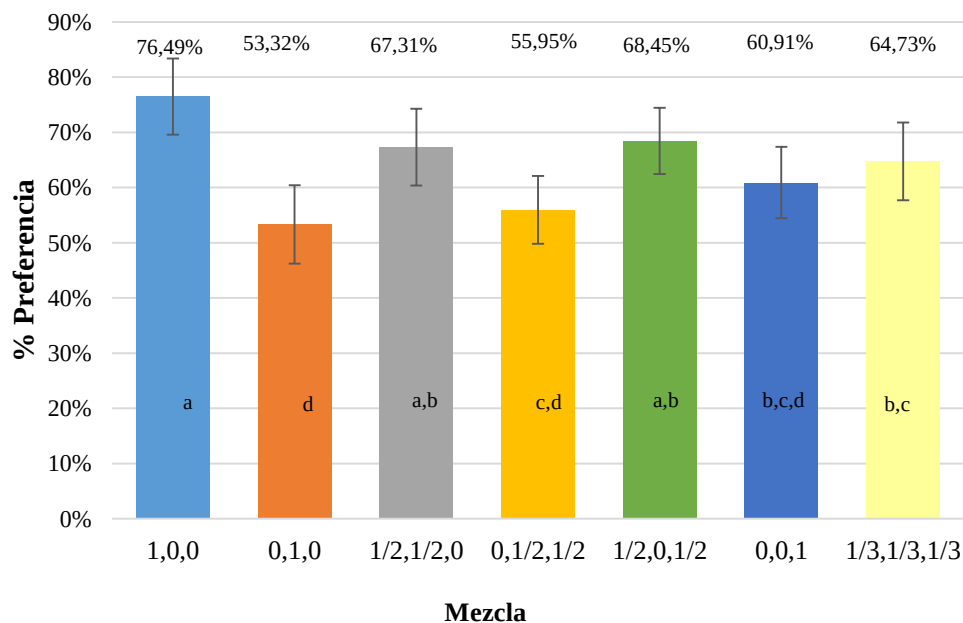


Figura 10. Resultados de preferencia de las muestras

a,b,c,d iguales súper índices en barras no presentan diferencias significativas ($\alpha = 0,05$)

Para analizar la información se determinaron los rangos promedios por medio de la prueba de Friedman, como se observa en la Tabla 6. Se evidencia que la muestra 1, 0,0 alcanzó los mayores valores para los rangos de los atributos. Todos presentan diferencias significativas en los resultados del análisis sensorial (Figura 11). Para determinar cuál de las mezcla presenta mejores atributos, ya que todas presentan diferencias significativas, se realizó la prueba de Wilcoxon, (ver Anexo D)

Tabla 6. Resultados de análisis sensorial

Código	Rango promedio					
	Apariencia	Color	Olor	Sabor	S. Residual	Textura
1,0,0	4,77	5,01	5	5,43	5,21	5,33
0,1,0	3,2	3,73	3,71	2,54	2,74	3,16
1/2,1/2,0	4,74	4,46	4,01	4,1	4,33	4,05
0,1/2,1/2	3,07	2,75	3,41	3,48	3,27	3,4
1/2,0,1/2	4,42	4,48	4,32	4,48	4,47	4,3
0,0,1	3,9	3,69	3,69	3,71	3,64	3,51
1/3,1/3,1/3	3,91	3,89	3,86	4,26	4,34	4,25
Fr	32,176	35,988	19,742	53,265	45,794	36,581
p	2,00E-05	3,00E-06	3,00E-03	1,00E-09	3,00E-08	2,00E-06

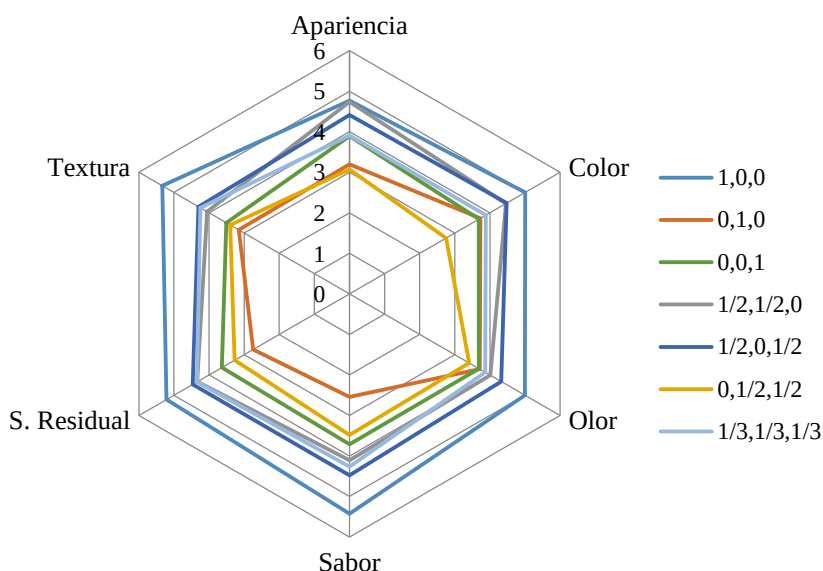


Figura 11. Diagrama radial de análisis sensorial

De acuerdo al Anexo D, para la apariencia no existen diferencias significativas entre las muestras 2,4,5,8,10,11,13,18,19,20,21. En el color no hay diferencias significativas para las muestras 2,9,10,11,15,19,20,21. En relación al olor hay diferencias significativas entre todas, excepto entre las muestras 1, 2, 3, 5, 6, y 16. Para el sabor no hay diferencia significativa entre las muestras 12,13,14,15,17,18,20,11. Respecto al sabor residual no hay diferencias significativas entre las 8, 13, 14, 15,17, 20, 21. Por último para la textura difieren las muestras 1, 2, 3, 11, 16.

De todos los edulcorantes usados, la estevia es el único que deja sabor residual amargo que no es de agrado para los panelistas, lo cual se ve reflejado en las calificaciones y se observa en la Figura 11. Este altera de manera directa el sabor del dulce, a diferencia de (Pasto, 2011) que evaluó la sustitución de la sacarosa por estevia en un dulce de leche, reporta que la estevia no alteró los atributos sensoriales del dulce de leche.

Con el análisis obtenido en esta evaluación sensorial se procedió a optimizar la formulación

5.7 OPTIMIZACIÓN DE LA FORMULACIÓN

A partir de la evaluación sensorial y los parámetros fisicoquímicos evaluados y descritos anteriormente, se procedió a obtener la formulación optimizada. Para ello se tomaron en cuenta los siguientes atributos sensoriales: color, sabor residual, y sabor, y las siguientes características fisicoquímicas: humedad, L^* , a^* , b^* , $^{\circ}Bx$, ya que tuvieron diferencias

significativas. Con ayuda de la herramienta Minitab se obtuvo la mezcla optimizada con la siguiente composición: 64.99 % de sacarosa, 1.01 % de Estevia-polidextrosa y 34 % sucralosa-polidextrosa. Por lo tanto, la sustitución final de sacarosa fue del 35%. Para conocer el nivel de aceptación de esta formulación por parte del consumidor, se realizó nuevamente un análisis sensorial de aceptación y preferencia entre la formulación optimizada (MO) y una muestra comercial (MC) a un panel no entrenado de 70 personas. Los resultados obtenidos se observan en la Figura 12.

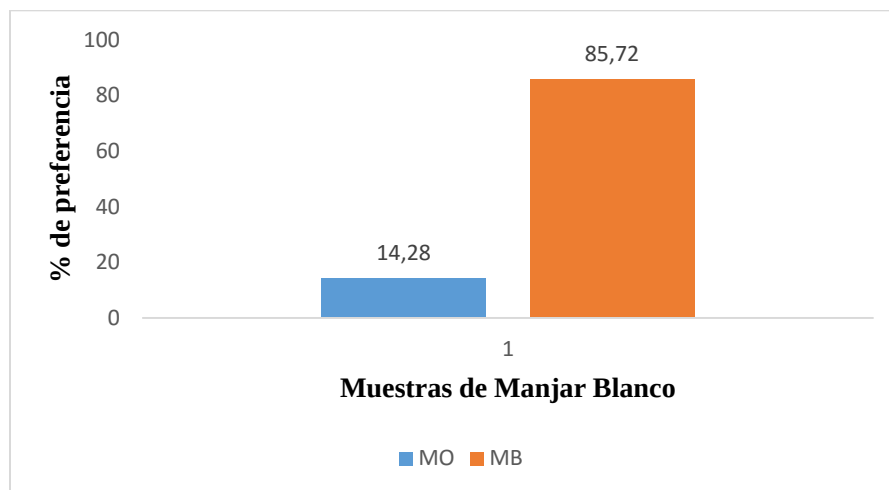


Figura 12. Resultado de análisis sensorial de la formulación optimizada

El MB de mayor preferencia fue la MC con un 85,72%. Esta presentó mejores atributos en cuanto a color, olor y sabor respecto a la muestra optimizada. El único parámetro en el que el panel no encontró mayor diferencia para su aceptación fue en la textura puesto que obtuvieron calificaciones cercanas. Para corroborar el grado de diferencia entre los parámetros de las dos muestras, se realiza una prueba de Wilcoxon con un nivel de significancia del 95% ($p=0,005$) y el resultado se encuentra en la Tabla 7. se evidencia que el olor, color y sabor tienen un p menor a 0,05, por tanto, se puede decir que hay diferencias significativas entre estos parámetros y es evidente en el diagrama radial estos resultados, sin embargo, la textura presenta un $p=0,413$ y al ser mayor al $p=0,05$ se puede decir que no presenta diferencias significativas en este parámetro. En cuanto a la textura Gutiérrez Buitrago [2014] concluyó que a mayor concentración de sacarosa en un arequipe, mejor apariencia, cuerpo y palatabilidad tendrá este mismo, se presume que funcionaría de la misma manera en el MB.

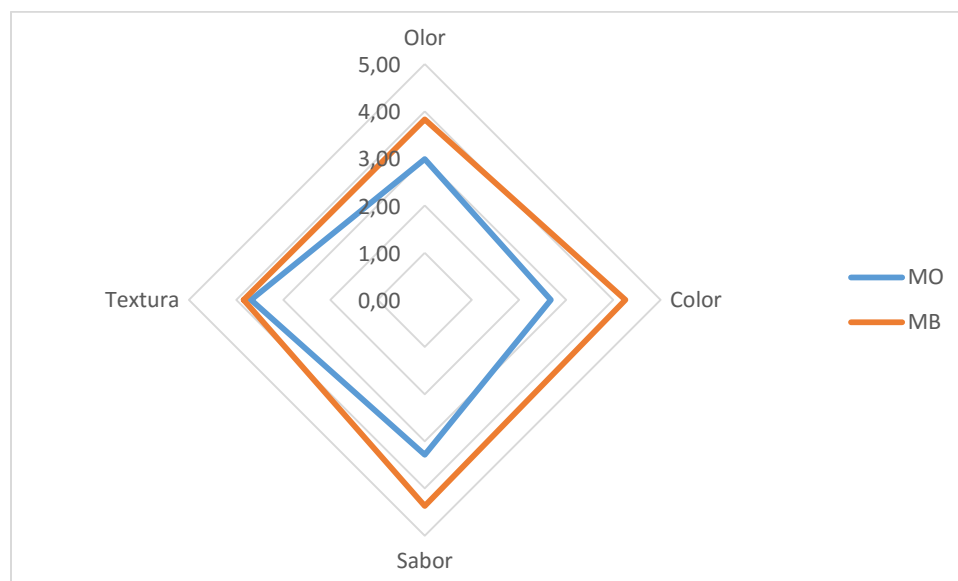


Figura 13. Diagrama radial de análisis sensorial de muestra optimizada

Tabla 7. Prueba de Wilcoxon

	Olor	Color	Sabor	Textura
Z	-4,714 ^b	-6,104 ^b	-5,180 ^b	-,818 ^b
p	2,43E-06	1,03E-09	2,22E-07	0,413

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

En la Tabla 7 se evidencia que el olor, color y sabor tienen un p menor a 0,05, por tanto se puede decir que hay diferencias significativas entre estos parámetros y es evidente en el diagrama radial estos resultados, sin embargo, la textura presenta un $p=0,413$ y al ser mayor al $p=0,05$ se puede decir que no presenta diferencias significativas en este parámetro.

En cuanto a la textura Gutiérrez Buitrago (2014) concluyó que a mayor concentración de sacarosa en un arequipe, mejor apariencia, cuerpo y palatabilidad tendrá este mismo, se presume que funcionaría de la misma manera en el MB.

6 CONCLUSIONES

Las mediciones de color realizadas a las muestras del dulce MB muestran que la luminosidad L^* y las coordenadas a^* y b^* presentan diferencias significativas, especialmente a las muestras con sustitución total de sacarosa.

Se obtuvo la formulación optimizada del dulce manjar blanco consiguiendo una sustitución del 35% de azúcar por 34 % sucralosa-polidextrosa y 1.01 % estevia-polidextrosa.

La humedad del dulce MB está directamente relacionada con la consistencia, es decir, a mayor humedad, menor resistencia del dulce ante la penetración (menor consistencia) y a menor humedad, más resistencia del MB a la penetración (mayor consistencia).

Las mezclas de edulcorantes no afectaron significativamente el pH y la acidez de las muestras de MB.

La textura de la formulación optimizada fue el parámetro de mayor aceptación por los panelistas, de igual manera, el color fue el de menor aceptación. A pesar de ser un dulce con reducción en calorías, los panelista prefirieron el dulce MB tradicional.

Sustituir más del 30% de sacarosa por estevia en el MB produce un sabor residual amargo, lo que genera un atributo ajeno al dulce MB tradicional.

7 RECOMENDACIONES

Realizar la sustitución de sacarosa por otros edulcorantes bajos en calorías, que aporten a la reacción de Maillard y no generen sabor residual, de esta manera se podría obtener una formulación con mayor sustitución de sacarosa.

Realizar estudios sobre los atributos que le gustaría encontrar al posible público objetivo en un MB con sustitución de sacarosa.

Realizar estudios posteriores donde controlen de manera más estricta los $^{\circ}\text{Bx}$, la temperatura y el tiempo de elaboración del MB, para determinar la influencia de estas variables en la coloración del dulce.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Abdullateef, R. A., & Osman, M. (2012). Studies on effects of pruning on vegetative traits in *Stevia rebaudiana* Bertoni (Compositae). *International Journal of Biology*, 4(1), 146.
- Academia, A. P. P. A. (2004). *Introducción a la Tecnología de Alimentos*: Editorial Limusa S.A. De C.V.
- ALARCÓN, M. N. (2012). *Aspectos bromatológicos y toxicológicos de los edulcorantes: Toxicología alimentaria*: Editorial Díaz de Santos, S.A.
- Andrade, R. D., Vélez, G. I., Arteaga, M. R., Díaz, Y. S., & Sánchez, S. S. (2009). Efecto de la neutralización y adición de edulcorante en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del Arequipe de leche de búfala. *Vitae*, 16(2).
- Andronov, L. (2017). Formula estructural de sucralosa. from <https://mx.depositphotos.com/13258794/stock-illustration-sucralose-structural-formula.html>
- Barsky, O., & Barsky, J. (2012). *La Buenos Aires de Gardel*: Penguin Random House Grupo Editorial Argentina.
- Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2011). *Química de los alimentos*: Editorial Acribia.
- Bengoa, R. (2003). Los casos de diabetes podrían duplicarse en los países en desarrollo durante los próximos 30 años. Retrieved 03/10/2016, from <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr86/es/>
- Bolaños, N., Lutz, G., & Herrera, C. (2003). *Química de Alimentos: Manual de laboratorio*: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Bordoni, N., Escobar, A., & Mercado, R. C. (2010). *Odontología pediátrica. La salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual*: Ed. Médica Panamericana.
- Bravo A., M., Ale B., N., Rivera C., D., Huamán M., J., Delmás R., D., Rodríguez B., M., . . . Bautista C., M. (2014). Caracterización química de la *Stevia Rebaudiana*. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 12(2), 5-8.
- Burgueño, J., Gambaro, A., & Adrovandi, A. (1999). Modelos de predicción de la aceptabilidad sensorial en textura de dulce de leche, 10.
- Castañeda, R., Muset, G., Castells, L., Aranibar, G., Murphy, M., & Rodríguez, G. (2004). Dulce de leche argentino variedad tradicional-Su caracterización. *Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)*, 1-3.
- Chacón-Villalobos, A., Pineda-Castro, M. L., & Méndez-Rojas, S. G. (2013). Efecto de la proporción de leche bovina y caprina en las características del dulce de leche. *Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 149-167.
- da Camara Cascudo, L. (1967). *Historia da alimentação no Brasil: Cardápio indígena, dieta africana, ementa portuguesa, pesquisas e notas*: Companhia editora nacional.
- Durán, S., Rodríguez, M. d. P., Córdón, K., & Record, J. (2012). Estevia (*stevia rebaudiana*), edulcorante natural y no calórico. *Revista chilena de nutrición*, 39(4), 203-206.
- Estrada, J. (2014). Geografía dulce de Colombia. *Boletín Cultural y Bibliográfico*, 24(11), 14.
- Fernández, S. (2005). Estructura y función de los hidratos de carbono: azúcares, almidón, glucógeno, celulosa. *Aplicación de Tecnología de los Alimentos, Dpt. Ingeniería Química*, 26.
- Fisiología, U. d. B. A. I. d. (1938). *Guía de trabajos prácticos de física biológica*: El Ateneo.
- García-Almeida, J. M., Casado Fdez, G. M., & García Alemán, J. (2013). Una visión global y actual de los edulcorantes: aspectos de regulación. *Nutrición hospitalaria*, 28, 17-31.

- Gaze, L., Costa, M., Monteiro, M., Lavorato, J., Júnior, C. C., Raices, R., . . . Freitas, M. (2015). Dulce de Leche, a typical product of Latin America: Characterisation by physicochemical, optical and instrumental methods. *Food chemistry*, 169, 471-477.
- Gray, J. (2006). *Dietary fibre: definition, analysis, physiology & health*: ILSI Europe.
- Guerrero, M. G., & Sevilla, U. d. (1974). *Manometría*: Universidad de Sevilla.
- Gutiérrez Buitrago, A. M. (2014). *Desarrollo de dulce de leche (Arequipe) de bajo contenido calórico con utilización de sucralosa y polidextrosa*. (Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos Otra), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2012). *Análisis y diseño de experimentos*. España McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- Henderson, M., & Cortes, M. (2001). Ficha técnica dulce de leche. *Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.
- Hernandez, A. G., & Lopez, M. D. R. (2010). *Tratado de nutrición / Nutrition Treatise: Composición Y Calidad Nutritiva De Los Alimentos / Composition and Nutritional Quality of Foods*: Editorial Médica Panamericana.
- NTC-3753 - Arequipe o dulce de leche y manjar blanco (2008).
- Lanza, P., & Carrancio, M. L. M. (2014). Determinación de las ventajas que tendría una empresa por producir Stevia Rebaudiana Bertoni como edulcorante natural alternativo.
- Ma, J., Bellon, M., Wishart, J. M., Young, R., Blackshaw, L. A., Jones, K. L., . . . Rayner, C. K. (2009). Effect of the artificial sweetener, sucralose, on gastric emptying and incretin hormone release in healthy subjects. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 296(4), G735-G739.
- Manriquez Maya, J., Biviano, S., Ramos, M., & SE, V. M. (2016). DESARROLLO DE UN HELADO PARA DIABÉTICOS SABOR VAINILLA BAJO EN CALORÍAS Y GRASA, EMPLEANDO INULINA Y SUCRALOSA.
- Melo, V., Ruiz, V. M., & Cuamatzi, O. (2007). *Bioquímica de los procesos metabólicos*: Reverte.
- Méndez, J. A. B., & Briceño, A. J. S. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*: Equinoccio.
- Resolución 02310 de 1986 (1986).
- MinSalud. (2015). *Análisis de situación de salud (ASIS) Colombia*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Salud y Protección Social.
- Novoa, D. F. (2012). Caracterización colorimétrica del manjar blanco del Valle. *INGRESAR A LA REVISTA*, 10(2).
- Novoa, D. F., & Ramírez-Navas, J. S. (2012). Caracterización colorimétrica del manjar blanco del Valle. *INGRESAR A LA REVISTA*, 10(2).
- Novoa, D. F., & Ramírez-Navas, J. S. (2012). Manjar Blanco del Valle: Un dulce de leche típico colombiano. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 68, 48-52.
- Ossa, G. P. (2007). *Fogón de Negros: Cocina Y Cultura en Una Región Latinoamericana*: Convenio Andrés Bello.
- Paca Pilamunga, S. R., Acalo, Y., & Viviana, E. (2017). *Diseño, construcción y evaluación de un evaporador para la elaboración de manjar*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Païs, P. e. (2010). El manjar blanco, el rey de la mesa en diciembre. Retrieved 18/12/2010, from <http://www.elpais.com.co/valle/el-manjar-blanco-el-rey-de-la-mesa-en-diciembre.html>
- Pasto, Y. (2011). Estudio del efecto de la sustitución de la sacarosa por stevia (Edulcorante Natural) en la elaboración de dulce de leche. *Universidad Técnica de Ambato*.
- Pauletti, M., Calvo, C., Izquierdo, L., & Costell, E. (1992). Color y textura del dulce de leche. Selección de métodos instrumentales para el control de calidad industrial. *Revista española de ciencia y tecnología de alimentos*, 32(3), 291-305.
- Principal, E. P., Nutrición, A., & versión en Inglés, L. Edulcorantes y sustitutos del azúcar.

- Ramírez-Navas, J. S. (2010). Espectrocolorimetría: caracterización de leche y quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 61, 52-58.
- RAMÍREZ-NAVAS, J. S., & CASTRO, V. (2014). ANALYSIS OF ACCEPTANCE AND PREFERENCE OF MANJAR BLANCO DEL VALLE. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 20-27.
- Rengger, J. R., Tomasini, A., & Braunstein, J. (2010). *Viaje al Paraguay: en los años 1818 a 1826*: Editorial Tiempo de Historia.
- Rodríguez, J. I. A. (2005). *Manual de prácticas Química inorgánica*: Universidad de Medellín.
- Sadava, D., & Purves, W. H. (2009). *Vida / Life: La ciencia de la biología / The Science of Biology*: Médica Panamericana.
- Salmerón, J. (2008). Azúcar y Edulcorantes. V. Rodríguez, & E. Simón (Edits.), *Bases de la Alimentación Humana*, 131-144.
- Valencia García, F. E., Cardona, M., de Jesús, L., & Ramirez Herrera, N. (2008). Evaluación de los efectos en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y texturales de povidexrosa, fructosa y sorbitol como sustitutos de azúcar en la elaboración de arequipe. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), 20-27.
- Villegas Erazo, J. F. (2015). *Plan de empresa para la creación de "Manjares Productos del Corazón"*. Universidad Autónoma de Occidente.
- Zunino, A. (1998). Dulce de leche. *Aspectos básicos para su adecuada elaboración*. Departamento de Fiscalización de Industrias Lácteas, Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción. Buenos Aires, Argentina.

9 ANEXOS

9.1 ANEXO A. FICHAS TÉCNICAS

- **Polidextrosa**

Technical Data Sheet STA-LITE® Polydextrose

STA-LITE® Polydextrose products classify as functional ingredients offering fiber and texture to any food and beverage application* at only 1 kcal per gram. STA-LITE® Polydextrose is available in several dry and liquid forms. An improved version for delicate systems has recently been added to the product line. Polydextrose is a versatile fiber with prebiotic properties and has a unique combination of benefits. It is stable in low pH storage conditions and a variety of process conditions.

* Polydextrose has been approved by the US Food and Drug Administration (FDA) for use in beverages and all foods except meat and poultry, baby foods and infant formula.

BENEFITS

- Soluble prebiotic fiber
- 1 calorie per gram, low glycemic index
- Excellent flavor and color
- Applicable to wide range of food products
- Highly stable in processing and storage
- Highly soluble and dissolves to give a clear solution in applications

AVAILABLE FORMS

- STA-LITE® III Polydextrose (dry form)
 - 90% fiber¹ dry product
 - Regular, coarse (C) or Fine (F)
- STA-LITE® 370 Polydextrose (liquid)
 - 70% solids liquid product
- STA-LITE® Select
 - Lower color and lower flavor for sensitive systems
 - 90% fiber¹ dry product

TYPICAL ANALYSIS

Moisture on dry	4%
Solids of liquid	70% solids
Carbohydrates Composition	
Sugar	<4% dsb
Fiber Content ^{1, 2}	>90% dsb

¹ measured by AOAC method 2000.11, First Action 2000 (RDS of this method is 4.48%). Craig et. al. (2001) Journal of AOAC International Vol. 84, No. 2, 472-478 "Determination of Polydextrose in Foods by Ion Chromatography: Collaborative Study.

² Cereal Foods World, March 2001, Vol. 46, No. 3, 112-129 "The Definition of Dietary Fiber"

Technical Data Sheet

STA-LITE® Polydextrose

APPLICATIONS

Since STA-LITE® Polydextrose is soluble and low in color and flavor; it is appropriate in a wide range of applications. It is an inexpensive, easy to use, source of dietary fiber. It completely dissolves in liquids. Available as a dry or liquid product, it is easy to use in any plant setting.

STA-LITE® Polydextrose provides great texture and can be used for sugar or fat replacement. It increases the solids content with little impact on calories since it is only 1 calorie per gram.

The improved version is suitable when a clear color or superior flavor profile is needed.

NUTRITIONAL BENEFITS

The entire line of STA-LITE® Polydextrose products offers a variety of nutritional benefits as a fiber ingredient. It has prebiotic properties and is a source of soluble fiber. With a low glycemic response and a calorie content of 1 cal/gram; it is appropriate for reduced calorie, diabetic, and weight control products. It is also tooth-friendly which makes it applicable in a wide range of sugar-free applications.

HANDLING

STA-LITE® Polydextrose handles similarly to traditional maltodextrin or corn syrup solids. Due to the slight hygroscopic nature of the dry form of this product, it should be stored tightly sealed in a cool, low relative humidity environment.

LABELING

STA-LITE® Polydextrose can be labeled in the ingredient declaration as 'polydextrose'.

AVAILABILITY

Improved Flavor Polydextrose is available in dry or liquid form. Dry forms are available in 50 lbs or 25 kg polylined bags. Liquid forms are available in drums, totes and bulk cars.

SHELF LIFE

The shelf life of the dry product is 2 years at room temperature. The shelf life of the liquid product is 14 weeks after the date of manufacture at room temperature (25°C). If the liquid product is refrigerated (<40°F) within the 14 week shelf life, it can be extended to 8 months from the date of manufacture.

- Sucralosa

Sucralose Powder Specification

Product Name: Sucralose

Manufacturer: Shandong Kanbo

Formula: $C_{12}H_{19}Cl_3O_8$

CAS: 56038-13-2

Molecular Weight: 397.64

Description:

Sucralose is white to off white, crystalline powder. It is freely soluble in water, methanol, and alcohol. It is slightly soluble in ethyl acetate. It functions as a nonnutritive sweetener/flavor enhancer. Kanbo sucralose has a clean, sweet taste that is approximately 600 times sweeter than sugar.

This material is Kosher, BRC and Halal certified. The product complies with FCCVIII, EP7.0, USP35-NF30 and E955 standards, according to Commission Regulation (EU) No 231/2012.

Suggested uses/applications:

Tabletops, tablets, pharmaceutical, powdered drink mixes, baking, carbonated soft drinks, yogurts, ice cream.

SUCRALOSE POWDER FCC GRADE 1,4,6-Trichlorogalactosucrose

Tests	Specifications
1. DESCRIPTION	White to off-white crystalline powder.
2. SOLUBILITY	Freely soluble in water, in methanol and in alcohol, slightly soluble in ethylacetate
3. A) IDENTIFICATION (IR)	The infrared absorption spectrum of a potassium bromide dispersion of the sample exhibits relative maxima at the same wavelengths as those of a similar preparation of Sucralose Standard for analytical use.
B) HPLC	The retention time of the major peak (excluding the solvent peak) in the liquid chromatogram of the Sample Preparation is the same as that of the Standard Preparation obtained in the Assay.
C) TLC	The Rf value of the major spot in the thin-layer chromatogram of the Test Preparation is same as that of Standard Preparation obtained in the test for Related Substances
4. SPECIFIC ROTATION AT 20°C OF 10% SOLUTION IN WATER	+84.0° to + 87.5° on anhydrous basis
5. WATER CONTENT (BY KF)	Max. 2.0%
6. RESIDUE ON IGNITION	Max.0.7%
7. LIMIT OF HYDROLYSIS PRODUCTS	Max.0.1%
8. LIMIT OF METHANOL	Max.0.1% (1000 ppm)
9. LIMIT OF LEAD	Max.1 mg/kg (1 ppm)

10. ASSAY	Not less than 98% and not more than 102% calculated on anhydrous basis
11. Arsenic(As)	Max.3ppm
12. Heavy metals	Max.10ppm
13. Related substances	Max.0.5%
14. Hydrolysis products	Max.0.1%
15. Triphenylphosphine oxide	Max.150ppm
16. Total aerobic count	Max.250cfu/g
17. Yeast & Moulds	Max.50cfu/g
18. Coliforms	negative
19. E.coli	negative
20. S.aureus	negative
21. Salmonella	negative
22. pH value (10%solution)	6.0-7.5
23. Other chlorinated disaccharides	Not more than 0.5%
24. Chlorinated monosaccharides	Not more than 0.1%
25. PACKAGING & STORAGE	25kg/10kg drum. Preserve in a cool dry place.
26. Particle Size	95% pass 100 mesh

Salient Features of Sucralose

Sucralose is made from sugar, is approximately 600 times sweeter than sugar. Sucralose is extremely stable, and maintains its sweetness even when exposed to high temperature food processing such as pasteurization, sterilization, UHT processing and baking.

Sucralose remains stable in food products throughout extended periods of storage, even at low pH.

The excellent stability of Sucralose in combination with its high quality sweetness means that is a versatile sweetener that can be used in a broad range of product categories

Applications of Sucralose

Carbonated soft drinks	Ice creams
Still beverages	Chewing gum
Baked goods	Pickles and sauces
Confectionery	Jams
Canned fruits and vegetables	Dairy products
Breakfast cereals	

- Estevia

PRODUCT DESCRIPTION SHEET

Product Name	Rebaudioside A (60%)	Country of Origin	China
Botanical Name	<i>Stevia Rebaudiana</i> Bertoni	Plant Source/Part	Stevia leaf

Part Number: 650091

Product Description: Sweet fine powder extract from the *Stevia Rebaudiana* plant. It is a sugar-like glycoside molecule that can be used in cooking similar to table sugar but 150-300 times sweeter.

Expiration Date: 36 months after the date of manufacture of the product.

Specification Parameter	Specification	Analytical Method
Chemical Specifications		
Rebaudioside A (dry weight)	60% ± 69.9%	HPLC, JECFA 2010
Stevioside (dry weight)	15%-35%	HPLC, JECFA 2010
Combined Rebaudioside A/Stevioside (dry weight)	≥ 75%	JECFA
Rebaudioside B (dry weight)	≤ 2.0%	HPLC, JECFA 2010
Rebaudioside C (dry weight)	≤ 10%	HPLC, JECFA 2010
Rebaudioside D (dry weight)	≤ 10%	HPLC, JECFA 2010
Other related steviol glycosides (dry weight)	≤ 5%	HPLC, JECFA 2010
Total steviol glycosides (dry weight)	≥ 95%	HPLC, JECFA 2010
Water Content (Karl-Fischer)	< 6%	FCC 7
Residue on Ignition	< 0.2%	FCC 7
pH	4.5-7.0 (1% w/v in water)	FCC 7
Solubility	Slightly to Freely (0.1% to 10% in H ₂ O at 20°C)	EU960 WHO Pharm. Vol. 4
Physical Specifications		
Appearance	White powder	Visual inspection
Color in solution	≤ 0.05 Abs at 400nm 10% w/v in water at 25°C	UV/VIS spec.
Odor	None	Olfactory
Taste	Sweet	Taste

PRODUCT DESCRIPTION SHEET CONTD.

Specification Parameter	Specification	Analytical Method
Particle Size	100% through 40-mesh >90% through 80-mesh Report data through 100 mesh	USP<786>
Loose Bulk Density	≥0.25g/ml	USP<616>
Tapped Bulk Density	≥0.5g/ml	
Heavy Metals Specifications		
Total Heavy Metals (ppm)	< 10.0	USP<231>
Arsenic (ppm)	< 1.0	AAS (CP2010)
Cadmium (ppm)	<1.0	ICP-MS
Lead (ppm)	< 1.0	AAS (CP2010)
Mercury (ppm)	< 0.1	AAS (CP2010)
Microbiological Specifications		
Total Plate Count (CFU/g)	< 10 ³	USP<2021>
Yeast (CFU/g)	< 10 ²	USP<2021>
Mold (CFU/g)	< 10 ²	USP<2021>
Coliform	<3MPN/g	FDA-BAM
<i>E. coli</i>	Negative/10g	USP<2022>
<i>Salmonella</i>	Negative/25 g	USP<2022>
<i>Staphylococcus</i>	Negative/10g	USP<2022>
<i>Listeria</i>	Negative/25g	GB4789.30-2010
Solvent Residues		
Ethanol (ppm)	≤5,000	USP<467>
Methanol (ppm)	≤ 200	USP<467>

USP: U.S. Pharmacopeia
 CP: Chinese Pharmacopeia
 FCC: Food and Chemical Codex
 FDA: U.S. Food and Drug Administration
 JECFA: Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
 HPLC = high performance liquid chromatography
 ICP-MS = inductively coupled plasma mass spectrometry
 AAS = Atomic Absorption Spectroscopy

Specification set by:
 Mel C. Jackson, VP-Science
 QA Officer



Date: January 17, 2012

9.2 ANEXO B. ANOVA DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Parámetro		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	P
a*	Entre grupos	23,13	6	3,85		
	Dentro de grupos	67,94	56	1,21	3,18	9,39E-03
	Total	91,07	62			
b*	Entre grupos	896,96	6	149,49		
	Dentro de grupos	192,68	56	3,44	43,45	2,56E-19
	Total	1089,64	62			
L*	Entre grupos	2568,19	6	428,03		
	Dentro de grupos	399,12	56	7,13	60,06	1,33E-22
	Total	2967,30	62			
ΔE	Entre grupos	2637,40	6	439,57		
	Dentro de grupos	507,98	56	9,07	48,46	2,09E-20
	Total	3145,38	62			
pH	Entre grupos	0,16	6	0,03		
	Dentro de grupos	0,44	14	0,03	0,83	5,67E-01
	Total	0,59	20			
Acidez	Entre grupos	0,03	6	0,01		
	Dentro de grupos	0,35	56	0,01	0,90	5,03E-01
	Total	0,38	62			
Humedad	Entre grupos	660,24	6	110,04		
	Dentro de grupos	1891,74	55	34,40	3,20	9,13E-03
	Total	2551,97	61			

9.3 ANEXO C. ENCUESTA ANÁLISIS SENSORIAL

Fecha: Edad: Sexo: F __ M __

INTRUCCIONES

Frente a usted se presentan cuatro muestras de dulce manjar blanco. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría.



Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente	5	Me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	6	Me gusta mucho
3	Me disgusta levemente	7	Me gusta extremadamente
4	No me gusta ni me disgusta		



CÓDIGO	Calificación para cada atributo					
	APARIENCIA	COLOR	OLOR	SABOR	SABOR RESIDUAL	TEXTURA

9.4 ANEXO D. PRUEBA DE WILCOXON

Código	Muestras	Apariencia		Color		Olor	
		Z	p	Z	p	Z	p
1,0,0 - 0,1,0	1	-3,237b	1,21E-03	-2,766b	5,68E-03	-3,147b	1,65E-03
1,0,0 - 1/2,1/2,0	2	-,200b	8,42E-01	-1,371b	1,70E-01	-3,004b	2,67E-03
1,0,0 - 0,1/2,1/2	3	-3,843b	1,21E-04	-4,132b	3,59E-05	-3,690b	2,24E-04
1,0,0 - 1/2,0,1/2	4	-1,282b	2,00E-01	-1,964b	4,95E-02	-1,694b	9,02E-02
1,0,0 - 0,0,1	5	-1,930b	5,36E-02	-2,734b	6,26E-03	-2,962b	3,06E-03
1,0,0 - 1/3,1/3,1/3	6	-2,505b	1,23E-02	-2,840b	4,51E-03	-2,735b	6,23E-03
0,1,0 - 1/2,1/2,0	7	-3,545c	3,93E-04	-2,004c	4,51E-02	-,606c	5,44E-01
0,1,0 - 0,1/2,1/2	8	-,429b	6,68E-01	-2,301b	2,14E-02	-,398b	6,91E-01
0,1,0 - 1/2,0,1/2	9	-2,749c	5,98E-03	-1,430c	1,53E-01	-1,852c	6,40E-02
0,1,0 - 0,0,1	10	-1,796c	7,25E-02	-,500b	6,17E-01	-,072c	9,42E-01
0,1,0 - 1/3,1/3,1/3	11	-1,731c	8,35E-02	-,823c	4,11E-01	-,340c	7,34E-01

1/2,1/2,0 - 0,1/2,1/2	12	-3,700b	2,15E-04	-3,934b	8,36E-05	-1,232b	2,18E-01
1/2,1/2,0 - 1/2,0,1/2	13	-,921b	3,57E-01	-,329b	7,42E-01	-1,399c	1,62E-01
1/2,1/2,0 - 0,0,1	14	-2,092b	3,64E-02	-2,135b	3,28E-02	-,312b	7,55E-01
1/2,1/2,0 - 1/3,1/3,1/3	15	-2,416b	1,57E-02	-1,651b	9,88E-02	-,191b	8,49E-01
0,1/2,1/2 - 1/2,0,1/2	16	-3,157c	1,59E-03	-3,961c	7,48E-05	-2,356c	1,85E-02
0,1/2,1/2 - 0,0,1	17	-2,133c	3,30E-02	-2,170c	3,00E-02	-,612c	5,41E-01
0,1/2,1/2 - 1/3,1/3,1/3	18	-1,867c	6,19E-02	-2,949c	3,19E-03	-,814c	4,16E-01
1/2,0,1/2 - 0,0,1	19	-1,252b	2,11E-01	-1,691b	9,09E-02	-1,690b	9,10E-02
1/2,0,1/2 - 1/3,1/3,1/3	20	-1,406b	1,60E-01	-1,123b	2,61E-01	-1,402b	1,61E-01
0,0,1 - 1/3,1/3,1/3	21	-,226b	8,22E-01	-1,011c	3,12E-01	-,240c	8,10E-01

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

c. Se basa en rangos negativos.

Código	Muestras	Sabor		S. Residual		Textura	
		Z	p	Z	p	Z	p
1,0,0 - 0,1,0	1	-5,356b	8,50E-08	-4,937b	7,91E-07	-4,872b	1,10E-06
1,0,0 - 1/2,1/2,0	2	-2,978b	2,90E-03	-2,177b	2,95E-02	-3,293b	9,91E-04
1,0,0 - 0,1/2,1/2	3	-3,887b	1,01E-04	-3,990b	6,59E-05	-3,786b	1,53E-04
1,0,0 - 1/2,0,1/2	4	-2,495b	1,26E-02	-2,146b	3,19E-02	-2,807b	5,00E-03
1,0,0 - 0,0,1	5	-3,581b	3,42E-04	-3,692b	2,23E-04	-3,582b	3,41E-04
1,0,0 - 1/3,1/3,1/3	6	-3,157b	1,59E-03	-2,683b	7,30E-03	-2,848b	4,40E-03
0,1,0 - 1/2,1/2,0	7	-3,594c	3,26E-04	-3,646c	2,66E-04	-2,652c	8,01E-03
0,1,0 - 0,1/2,1/2	8	-2,041c	4,12E-02	-1,542c	1,23E-01	-1,349c	1,77E-01
0,1,0 - 1/2,0,1/2	9	-4,510c	6,50E-06	-4,144c	3,41E-05	-2,994c	2,76E-03
0,1,0 - 0,0,1	10	-2,776c	5,51E-03	-2,519c	1,18E-02	-1,961c	4,99E-02
0,1,0 - 1/3,1/3,1/3	11	-4,088c	4,35E-05	-3,646c	2,66E-04	-3,000c	2,70E-03
1/2,1/2,0 - 0,1/2,1/2	12	-1,707b	8,78E-02	-2,942b	3,26E-03	-1,638b	1,01E-01
1/2,1/2,0 - 1/2,0,1/2	13	-1,020c	3,08E-01	-,057c	9,55E-01	-,288c	7,74E-01
1/2,1/2,0 - 0,0,1	14	-,871b	3,84E-01	-1,802b	7,16E-02	-1,153b	2,49E-01
1/2,1/2,0 - 1/3,1/3,1/3	15	-,550c	5,82E-01	-,311b	7,56E-01	-,302c	7,62E-01
0,1/2,1/2 - 1/2,0,1/2	16	-2,903c	3,70E-03	-2,420c	1,55E-02	-2,301c	2,14E-02
0,1/2,1/2 - 0,0,1	17	-,393c	6,94E-01	-,672c	5,01E-01	-,310c	7,56E-01

0,1/2,1/2 - 1/3,1/3,1/3	18	-1,951c	5,10E-02	-2,370c	1,78E-02	-1,698c	8,96E-02
1/2,0,1/2 - 0,0,1	19	-2,227b	2,60E-02	-2,073b	3,81E-02	-1,793b	7,30E-02
1/2,0,1/2 - 1/3,1/3,1/3	20	-,482b	6,30E-01	-,264b	7,92E-01	-,156b	8,76E-01
0,0,1 - 1/3,1/3,1/3	21	-1,265c	2,06E-01	-1,429c	1,53E-01	-1,453c	1,46E-01

- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos positivos.
c. Se basa en rangos negativos.

9.5 ANEXO E. BOLETA SENSORIAL MEZCLA OPTIMIZADA



Universidad del Valle

Esta prueba está diseñada para un trabajo de grado, de estudiantes de Ingeniería de Alimentos de la Universidad del Valle.

Género M ☐ F ☐	Edad: _____
Fecha	

¿Consume regularmente manjar blanco? **Si** ☐ **No** ☐

Prueba pareada de preferencia

Frente a usted se presentan dos muestras de manjar blanco, por favor pruebe cada una de ellas. Escriba el número de la muestra que prefiere. Usted debe escoger una muestra, aunque no esté seguro.

NOTA: Recuerde tomar agua entre muestras

Código

¡Gracias por su colaboración!

Prueba hedónica de 5 puntos de aceptación

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan dos muestras de Manjar Blanco. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

NOTA: Recuerde tomar agua entre muestras

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	me disgusta extremadamente	4	me gusta moderadamente

2	me disgusta moderadamente	5	me gusta extremadamente
3	no me gusta ni me disgusta		

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
130				
186				

¡Gracias por su colaboración!

¿Compraría usted este producto? **Si** ☐ **No** ☐

Observaciones adicionales: _____