



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE GARBANZO EN LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL MANJAR BLANCO

JULIANA RODRÍGUEZ QUINCHIA

HUMBERTO SALAZAR CISERI

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
CALI- COLOMBIA
2018**

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE HARINA DE GARBANZO EN LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL MANJAR BLANCO

JULIANA RODRÍGUEZ QUINCHIA

Cód. 201332703

HUMBERTO SALAZAR CISERI

Cód. 201330111

***Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero de Alimentos***

Director

JUAN SEBASTIÁN RAMÍREZ-NAVAS, I.Q., PH.D.

Codirector

JUAN CARLOS GÓMEZ DAZA, I.Q., PH.D.



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
CALI- COLOMBIA
2018**

Dedicatoria

Agradezco a Dios por iluminar mi camino y permitirme culminar mi carrera. A mi madre Aidee Quinchía, ella el motor de mi vida, que, con su apoyo, amor, paciencia y consejos me ha enseñado que no hay meta inalcanzable. A mi padre Héctor Hernán Rodríguez, quien es mi ejemplo de perseverancia, sabiduría, responsabilidad y es el pilar de nuestra familia. A mis hermanas y sobrinas que siempre han creído en mí y me dan fuerzas para seguir adelante; y, a mi novio y amigo Fabián González por su apoyo, amor, comprensión y motivación a lo largo de toda mi carrera, a todos lo amo y les dedico este logro tan importante para mí.

Juliana Rodríguez

Primero que todo a Dios por ser mi guía y permitirme llegar a esta etapa de mi vida, a mis padres Humberto y Rosalba por darme su apoyo incondicional, a mi esposa Francy por estar siempre a mi lado y creer en mí, a mi hijo por darme tanta alegría y ser mi fuente de motivación. Dedico este logro a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a hacer realidad este sueño.

Humberto Salazar

Agradecimientos

A nuestras familias, que con su amor, paciencia, comprensión y apoyo contribuyeron con este proceso.

A nuestro director Juan Sebastián Ramírez-Navas por su colaboración, enseñanzas y guiarnos en nuestro proyecto de grado.

A la Universidad del Valle, especialmente a la Escuela de Ingeniería de Alimentos, profesores y todas las personas que contribuyeron en nuestra formación y desarrollo de esta investigación.

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract.....	9
1 Introducción	10
2 Formulación del problema	10
2.1 Planteamiento del problema.....	10
2.2 Justificación	11
2.3 Objetivos	11
2.3.1 General.....	11
2.3.2 Específicos	11
2.4 Hipótesis.....	12
3 Marco teórico.....	12
3.1 Manjar blanco.....	12
3.1.1 Clasificación.....	12
3.1.2 Ingredientes del manjar blanco.....	12
3.1.3 Requisitos generales y fisicoquímicos	14
3.1.4 Proceso de elaboración de manjar blanco.....	15
3.2 Parámetros de calidad.....	16
3.2.1 Color	16
3.2.2 pH	17
3.2.3 Porcentaje de acidez.....	18
3.2.4 Viscosidad	18
3.2.5 Textura.....	19
3.2.6 Humedad	20
3.2.7 Grados Brix	20
3.2.8 Composición proximal	21
3.3 Análisis sensorial	22
4 Metodología	24
4.1 Ubicación.....	24
4.2 Aspectos metodológicos	24
4.3 Diseño experimental.....	24
4.4 Materiales	26
4.5 Proceso de elaboración del manjar blanco.....	26
4.6 Formulación de las mezclas de manjar blanco	27
4.7 Análisis realizados a las muestras de manjar blanco	27
4.7.1 pH	27
4.7.2 Color	27
4.7.3 Acidez	28
4.7.4 Viscosidad	28
4.7.5 Fuerza de compresión	28
4.7.6 Humedad	29
4.7.7 Grados Brix	29
4.7.8 Composición proximal	30
4.8 Análisis sensorial	32
4.8.1 Prueba de consumidores para las 7 formulaciones de manjar blanco.....	32
4.8.2 Prueba de consumidores manjar blanco óptimo vs manjar blanco comercial	32
4.9 Análisis Estadístico	33

5	Resultados y discusión.....	34
5.1	pH	34
5.2	Grados Brix	35
5.3	Porcentaje de humedad (base húmeda).....	35
5.4	Porcentaje de Acidez.....	36
5.5	Color	37
5.6	Parámetros reológicos	38
5.6.1	Índice de comportamiento de flujo (n).....	39
5.6.2	Índice de consistencia (k).....	39
5.7	Fuerza de compresión.....	40
5.8	Análisis sensorial	42
5.8.1	Análisis de preferencia.....	42
5.8.2	Análisis de aceptación.....	43
5.9	Optimización de las mezclas de harina para la elaboración del manjar blanco	45
5.9.1	Grados Brix	45
5.9.2	pH y porcentaje de acidez	46
5.9.3	Porcentaje de humedad	46
5.9.4	Color	46
5.9.5	Fuerza de compresión	46
5.9.6	Parámetros reológicos	47
5.9.7	Contenido nutricional.....	47
5.9.8	Análisis sensorial.....	48
6	Conclusiones	51
7	Recomendaciones.....	51
8	Bibliografía	52
9	Anexos.....	56
9.1	Anexo A. ANOVA para parámetros fisicoquímicos	56
9.2	Anexo B. Optimizador de respuesta de Minitab	56
9.3	Anexo C. Formato de análisis sensorial para prueba de consumidores	57
9.4	Anexo D. Formato prueba de consumidores formulación optimizada.....	58

Lista de tablas

Tabla 1. Composición del garbanzo	13
Tabla 2. Concentración de polisacáridos en el grano de garbanzo	14
Tabla 3. Composición de la harina de garbanzo en 100 g de sustancia	14
Tabla 4. Requisitos fisicoquímicos para el manjar blanco	15
Tabla 5. Características fisicoquímicas de la leche entera.....	15
Tabla 6. Características microbiológicas de la leche entera	16
Tabla 7. Puntos del diseño experimental	25
Tabla 8. Formulación del manjar blanco	26
Tabla 9. Formulación de mezclas de manjar blanco	27
Tabla 10. Propiedades fisicoquímicas del manjar blanco.....	34
Tabla 11. Parámetros de color.....	37
Tabla 12. Parámetros reológicos de las siete formulaciones de manjar blanco	39
Tabla 13. Codificación de las formulaciones del manjar blanco	42
Tabla 14. Prueba de Friedman para siete muestras de manjar blanco para los atributos de olor, color, sabor y textura	43
Tabla 15. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para los atributos sensoriales de las siete formulaciones de manjar blanco evaluadas sensorialmente.	44
Tabla 16. Parámetros fisicoquímicos del manjar blanco optimizado y comercial.....	45
Tabla 17. Resultados análisis proximal	48
Tabla 18. Prueba de Friedman y prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para cada atributo sensorial de la fórmula optimizada (MO) y la muestra del producto comercial (MC)	49
Tabla 19. Análisis de varianza	56

Lista de figuras

Figura 1. Sistema CIELAB	17
Figura 2. Refracción de la luz	21
Figura 3. Diseño simplex centroide	25
Figura 4. Proceso para la elaboración del manjar blanco	26
Figura 5. Colorímetro Hunter Lab.....	27
Figura 6. Reómetro Brookfield	28
Figura 7. Texturómetro Shimadzu.....	29
Figura 8. Horno al vacío VWR SCIENTIFIC.....	29
Figura 9. Refractómetro Brixco	30
Figura 10. pH	35
Figura 11. °Brix vs Tiempo	35
Figura 12. Porcentaje de humedad	36
Figura 13. Parámetros de color a^* , b^* y L^*	38
Figura 14. Esfuerzo cortante vs velocidad de corte para las 7 formulaciones de manjar blanco ..	39
Figura 15. Índice de consistencia k	40
Figura 16. Prueba de compresión para el manjar blanco	41
Figura 17. Fuerza de compresión	42
Figura 18. Preferencias entre siete formulaciones de manjar blanco	43
Figura 19. Perfil sensorial de las siete muestras de manjar blanco	44
Figura 20. Porcentaje de preferencia total de las muestras de manjar blanco evaluadas	49
Figura 21. Perfil sensorial de las muestras de manjar blanco	50
Figura 22. Parámetros de optimización	56

Lista de ecuaciones

Ecuación 1. Combinación de los posibles componentes	24
Ecuación 2. Puntos del diseño experimental.....	24
Ecuación 3. Modelo estadístico del diseño experimental.....	25
Ecuación 4. Restricción sólidos totales	25
Ecuación 5. Diferencia de color	27
Ecuación 6. Porcentaje de acidez	28
Ecuación 7. Viscosidad.....	28
Ecuación 8. Humedad.....	29
Ecuación 9. Porcentaje de nitrógeno	30
Ecuación 10. Porcentaje de proteína	30
Ecuación 11. Porcentaje de grasa	31
Ecuación 12. Porcentaje de fibra cruda	31
Ecuación 13. Porcentaje de ceniza	32

RESUMEN

Las nuevas tendencias en el consumo de alimentos saludables y nutritivos han creado la necesidad de buscar ingredientes con mayor valor nutricional y propiedades funcionales para incorporarlos en los productos. Uno de estos ingredientes es la harina de garbanzo, obtenida a partir de la molturación del grano de garbanzo entero y descascarado, la cual es una buena fuente de carbohidratos, proteínas, fibra, minerales y vitaminas. Además, de presentar propiedades funcionales (capacidad de hidratación, capacidad emulsionante y formación de espuma), por lo cual es incorporado en diferentes productos alimenticios. Con la finalidad de obtener un manjar blanco con mayor contenido de fibra y proteína sin afectar las características organolépticas del producto, se desarrollaron diferentes formulaciones utilizando harina de arroz, fécula de maíz y harina de garbanzo en diferentes proporciones, con la ayuda de un proceso de optimización a través de un diseño estadístico de Mezclas Simplex centroide. Mediante la evaluación instrumental se determinó el efecto de la adición de las tres harinas en las propiedades fisicoquímicas (pH, °Brix, humedad, acidez, color, viscosidad y textura), nutricionales y sensoriales del producto final. Adicionalmente, se aplicó ANOVA a los datos obtenidos para determinar diferencias estadísticas significativas entre cada uno de los parámetros. Finalmente, mediante el uso de Minitab se obtuvo la formulación optimizada con una proporción de fécula de maíz del 37,37%, harina de arroz 31,31% y harina de garbanzo 31,31%, la cual se comparó con el manjar blanco comercial, a los cuales se le realizaron las pruebas anteriormente descritas, en donde se obtuvo que el manjar blanco optimizado presenta menor viscosidad, textura más blanda y menor aceptación en los atributos de color, sabor y textura para los consumidores.

Palabras clave: manjar blanco, harina de garbanzo, harina de arroz, fécula de maíz, propiedades fisicoquímicas, análisis sensorial, contenido nutricional.

ABSTRACT

New trends in the consumption of healthy and nutritious foods have created the need to look for ingredients with greater nutritional value and functional properties to incorporate them into the products. One of these ingredients is the chickpea flour, obtained from the grinding of whole chickpea grain and husked which is a good source of carbohydrates, proteins, fiber, minerals and vitamins. In addition, to present functional properties (hydration capacity, emulsifying capacity and foam formation), so it is incorporated into different food products. In order to obtain a "manjar blanco" with higher fiber and protein content without affecting the organoleptic characteristics of the product, different formulations were developed using rice flour, corn starch and chickpea flour in different proportions, with the help of an optimization process through a statistical design of mixture Simplex Centroid. Through the instrumental evaluation, the effect of the addition of the three flours in the physicochemical properties was determined (pH, °Brix, acidity, color, viscosity and texture) nutritional and sensory aspects of the final product. Additionally, ANOVAS was applied to the data obtained to determine significant statistical differences between each of the parameters. Finally, through the use of Minitab, the optimized formulation was obtained with a ratio of corn starch of 37.37%, rice flour 31.31% and chickpea flour 31.31%, which was compared with the commercial "manjar blanco", to which the tests previously described were carried out, where it was obtained that the optimized "manjar blanco" has a lower viscosity, softer texture and less acceptance in the attributes of color, flavor and texture for consumers.

Keywords: Manjar blanco, chickpea flour, rice flour, corn starch, physicochemical properties, sensory analysis, nutritional content.

1 INTRODUCCIÓN

El manjar blanco es un típico dulce de leche colombiano, de la zona del Valle del Cauca, donde su sabor identifica esta región y su consumo es tradición en épocas navideñas. Se cree que llegó al Valle del Cauca en la época de la esclavitud, debido a que era parte de las costumbres culinarias adquiridas por los españoles de los árabes (Novoa & Ramírez-Navas, 2012). Originalmente, el manjar blanco era una preparación de lechada de almendras y azúcar. En su evolución culinaria se sustituyó dicha lechada por leche de vaca y se incorporó la harina de arroz (Ossa, 2007).

Este dulce de leche de agradable sabor, cuya producción es mayoritariamente artesanal, adquiere su consistencia gracias a la adición de harina, principalmente de arroz o fécula de maíz (Novoa & Ramírez-Navas, 2012). Sin embargo, aunque se han hecho estudios sobre este producto en cuanto a caracterización reológica, colorimétrica e incluso aceptabilidad y preferencia, no se cuentan con estudios en los que se trabajen sustituciones de la harina por otro tipo de materias primas, por ejemplo, harinas provenientes de granos, como la del garbanzo.

En los últimos años se han realizado estudios acerca de las propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo, y como la utilización de éste en sus diversas formas como en harina, puede mejorar el valor nutritivo, así como las características funcionales y fisicoquímicas de los productos (Aguilar-Raymundo & Vélez-Ruiz, 2013). Las propiedades funcionales se definen como cualquier propiedad fisicoquímica de los polímeros que afectan y modifican algunas características de un alimento y que contribuye a la calidad final del producto (Badui, 1993; Siroski, 2007). De esta forma, se plantea evaluar el efecto de la incorporación de harina de garbanzo sobre los parámetros de calidad del manjar blanco del Valle del Cauca.

2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los alimentos dulces son una tentación a la que muy pocas personas se resisten, dejándose llevar por la cantidad de colores, sabores y texturas que deleitan sus paladares en desconocimiento del alto aporte calórico. Teniendo en cuenta las nuevas tendencias de consumo y los cambiantes estilos de vida (Aguilar-Raymundo & Vélez-Ruiz, 2013), la industria alimentaria busca cumplir con las exigencias actuales de los consumidores, incorporando en sus productos ingredientes que aporten un mayor valor nutritivo y propiedades funcionales tecnológicas. Por tal razón, se busca aprovechar la harina de garbanzo en la preparación del manjar blanco, para que esté dulce de leche típico en Colombia, especialmente en el departamento del Valle del Cauca, no sea solo un producto de consumo popular en épocas de fin de año, sino también un alimento con un mayor aporte nutricional conservando o mejorando sus parámetros de calidad.

2.2 JUSTIFICACIÓN

Las tendencias mundiales de la alimentación en los últimos años indican un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos alimentos que aporten un mayor valor nutricional, las cuales generaron una nueva área de desarrollo en las ciencias de los alimentos y la nutrición (Alvídrez-Morales, González-Martínez, & Jiménez-Salas, 2002). En la búsqueda de productos alternativos que aporten un contenido nutricional representativo, se ha planteado el uso y aprovechamiento de leguminosas de mayor consumo como frijol, lentejas, soya y garbanzo, sin embargo, en cuanto al garbanzo la información sobre el aprovechamiento es muy limitada (Aguilar-Raymundo & Vélez-Ruiz, 2013).

El garbanzo es una leguminosa de importancia comercial y alto valor biológico por su aporte nutricional. Por tal razón, la adición de la harina de garbanzo en la formulación de algunos alimentos incrementa el aporte proteico y de fibra, además de mejorar las características texturales (Aguilar-Raymundo & Vélez-Ruiz, 2013). Por tal motivo, el interés principal es la elaboración de manjar blanco incorporando la harina de garbanzo en su formulación. El manjar blanco es un dulce de leche de gran importancia a nivel departamental (Valle del Cauca), etiquetado como insignia gastronómica de la región (Novoa & Ramírez-Navas, 2012). En este producto, mediante la incorporación de harina de garbanzo podría incrementarse su valor proteico y de fibra, sin modificar sus parámetros de calidad fisicoquímicos (pH, acidez, viscosidad, ° Brix, textura y color) y sensoriales.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 General

Evaluar el efecto de la incorporación de harina de garbanzo sobre los parámetros de calidad del manjar blanco del Valle del Cauca.

2.3.2 Específicos

- Determinar el efecto de la harina de garbanzo y mezclas de harina de arroz y fécula de maíz en las propiedades fisicoquímicas del manjar blanco del Valle.
- Evaluar la preferencia y aceptación de cada formulación.
- Determinar la formulación óptima aplicando diseño de mezclas.
- Evaluar la aceptabilidad y preferencia de la formulación óptima vs manjar blanco comercial.
- Evaluar el efecto de la incorporación de la harina de garbanzo en el aporte nutricional en la formulación optimizada.

2.4 HIPÓTESIS

La sustitución total o parcial de la harina de arroz o fécula de maíz, por harina de garbanzo en la elaboración de manjar blanco no modifica sus propiedades fisicoquímicas (pH, color, acidez, humedad, viscosidad y fuerza de compresión) ni sensoriales, sin embargo, incrementa el aporte nutricional en comparación al manjar blanco comercial.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 MANJAR BLANCO

Según la Norma Técnica Colombiana (NTC-3757, 2008), el manjar blanco se define como un producto higienizado obtenido por la concentración térmica de una mezcla de leche, sacarosa u otros edulcorantes y aditivos, con el agregado de harina o almidón permitidos por la legislación nacional vigente. El manjar blanco, también se categoriza como un postre lácteo obtenido de la concentración de una mezcla de azúcar blanca de caña y leche de vaca, con adición de harina, principalmente de arroz (Novoa & Ramírez-Navas, 2012).

3.1.1 Clasificación

El manjar blanco se puede clasificar según su composición en manjar blanco y manjar blanco de bajo contenido calórico (NTC-3757, 2008).

3.1.2 Ingredientes del manjar blanco

El manjar blanco es un dulce de leche compuesto principalmente por azúcar blanca de caña, leche y harina de arroz o fécula de maíz (NTC-3757, 2008).

La leche de vaca es un producto alimenticio de excelencia por sus cualidades nutritivas. Se compone principalmente de agua, sales minerales, lactosa, proteínas, grasa y vitaminas. Las sales y la lactosa se encuentran disueltas en agua de la leche. La lactosa está compuesta de glucosa y galactosa. La grasa que es insoluble en agua se encuentra en la leche en forma de glóbulos grasos formando una emulsión, que después de un cierto tiempo se estratifica formando lo que se conoce como nata. La proteína de la leche se compone de caseína, albúmina y globulina y entre las sales minerales y minerales se encuentran cloruros, sulfatos, fosfatos, calcio, sodio, potasio, entre otros (Hernández, 2005).

El azúcar o sacarosa que se extrae de la caña de azúcar transmite energía rápidamente al cuerpo por su pronta asimilación. Sin embargo, es un alimento “vacío”, porque no contiene a excepción de energía, ni vitaminas, ni minerales (Martínez, 2010). El sector azucarero en Colombia se encuentra ubicado en el valle geográfico del río Cauca, que abarca 47 municipios desde el norte

del departamento del Cauca hasta el sur del departamento de Risaralda. Gracias al clima de esta región se puede sembrar y cosechar caña durante todo el año, estas condiciones climáticas más el avance tecnológico ha llevado a esta región a especializarse en el cultivo y ser uno de los principales productores a nivel mundial, con más de 14 toneladas de azúcar por hectárea al año (ASOCAÑA, 2012).

La harina de arroz o fécula de maíz, son los componentes que le permite al manjar blanco obtener la consistencia deseada. La harina de arroz obtenida por la molturación de grano de arroz blanco o integral se utiliza principalmente como espesante (Martínez, 2010). Esta harina presenta importantes propiedades, tales como la ausencia de fracciones proteicas (libre de gluten), bajos niveles de sodio y alta producción de almidón fácilmente digerible (Torres *et al.*, 1999). En cuanto a la fécula de maíz, utilizado principalmente en el manjar blanco elaborado a nivel industrial, es el principal componente del grano de maíz, existe en gránulos discretos con diferentes formas, tamaños y composición según el tipo de maíz, sus propiedades específicas afectan características como textura, volumen, consistencia, humedad y hasta la vida de anaquel de los alimentos (Narváez-González, Figueroa, Taba, Castaño, & Martínez-Peniche, 2007)

3.1.2.1 Garbanzo

Como ingrediente alternativo para este dulce de leche típico en el Valle del Cauca se utilizó la harina de garbanzo en la elaboración de manjar blanco. El garbanzo (*Cicer arietinum L.*) es una especie dicotiledónea anual, perteneciente a la familia de las fabáceas (papilionáceas). Dentro del género *Cicer*, se han reportado 43 especies: nueve anuales, 33 perennes y una no especificada (FENALCE, 2016). Se cultiva en más de 50 países de todo el subcontinente indio, norte de África, Oriente Medio, el sur de Europa, América y Australia, a nivel mundial es el tercer cultivo más importante en la producción, al lado de frijoles y los guisantes. Actualmente, existe una creciente demanda de garbanzo debido a su valor nutricional. El garbanzo es una buena fuente de hidratos de carbono y proteínas, que constituyen aproximadamente el 80% de la masa total seca de la semilla. Además, es libre de colesterol, buena fuente de fibra dietética (FD), vitaminas y minerales (Jukanti, Gaur, Gowda, & Chibbar, 2012). A continuación, en la Tabla 1 y 2 se presenta la composición nutricional y la concentración de polisacáridos del grano de garbanzo respectivamente.

Tabla 1. Composición del garbanzo

Composición	Porcentaje (%) b.s
Proteína	22,7
Lípidos	5,0
Carbohidratos	66,3
Fibra	3,0
Minerales	3,0

Fuente: Aguilar-Raymundo & Vélez-Ruiz (2013).

Tabla 2. Concentración de polisacáridos en el grano de garbanzo

Componente	Concentración (%)	Componente	Concentración (%)
Almidón	50,4	Lignina	Trazas a 7,1
Amilosa	20,0 - 46,5	Fibra dietética total	8,2 - 24,0
Almidón resistente	3,4 - 16,4	Fibra dietética soluble	3,7
Celulosa	1,1 - 13,7	Fibra dietética insoluble	7,9
Hemicelulosa	0,6 - 16,0	NSP Polisacáridos no almidón	5,5 - 35,4

Fuente: Wood y Grusak. (2007)

3.1.2.2 Harina de garbanzo

A partir de la molienda del grano entero y descascarado se obtiene una harina de origen vegetal que desde el punto de vista nutricional es un alimento rico en proteína, hidratos de carbono, fibras, minerales y vitaminas (Valencia Maldonado, 2009). En la Tabla 3 se presenta la composición aproximada de la harina de garbanzo.

Tabla 3. Composición de la harina de garbanzo en 100 g de sustancia

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
Agua	10,22 g	Fosforo	318 mg	Selenio	8,3 µg
Grasa	6,69 g	Calcio	105 mg	Vitamina B1	0,486 mg
proteína	22,39 g	Cobre	45 mg	Vitamina B2	0,106 mg
Carbohidratos	57,80 g	Magnesio	166 mg	Niacina	1,762 mg
Fibra	10,8 g	Manganeso	1,60 mg	Folacina	437 µg
Potasio	846 mg	Hierro	4,86 mg	Vitamina B6	0,492 mg
Sodio	64 mg	Zinc	2,81 mg	Vitamina A	41 IU

Fuente: USDA (2016)

3.1.3 Requisitos generales y fisicoquímicos

De acuerdo con la norma técnica colombiana NTC-3757, 2008 los requisitos generales que debe cumplir el manjar blanco son los siguientes:

- Estar exentos de grasa de origen vegetal o animal diferente de la láctea, el cumplimiento de lo anterior será verificado en la formulación o a través de una declaración del fabricante.
- Cuando se combine con otros ingredientes alimenticios tales como frutas, jaleas, derivados del cacao, derivados del café y otros ingredientes aptos para el consumo humano y permitidos por la autoridad sanitaria competente, el manjar blanco debe ser el componente principal, en una cantidad mínima del 70 %.
- Debe cumplir los límites máximos de sustancias tóxicas, residuos de plaguicidas y de medicamentos veterinarios de acuerdo con lo establecido con en la legislación nacional vigente o en su defecto por el Codex Alimentarius
- Debe tenerse en cuenta la aplicación de las BPM y/o cualquier otro sistema de gestión de la inocuidad para la elaboración, preparación y manipulación del producto
- En su elaboración pueden emplearse los siguientes ingredientes: leche en polvo, leche condensada, suero en polvo, crema de leche, proteína de leche, almidones, azúcares, edulcorantes, derivados del cacao, derivados del café, frutas y sus jaleas y concentrados,

saborizantes naturales y otros ingredientes aprobados por la autoridad sanitaria competente.

- En su elaboración pueden emplearse los siguientes aditivos: bicarbonato de sodio, conservantes como ácido benzoico y sus sales de calcio, potasio y sodio expresado como ácido benzoico.
- Pueden emplearse coadyuvantes tecnológicos tales como enzimas, color caramelo natural, antiespumantes de acuerdo con las BPM y establecidos por la legislación nacional vigente.

El manjar blanco debe cumplir los requisitos específicos indicados en la Tabla 4 presentada a continuación.

Tabla 4. Requisitos fisicoquímicos para el manjar blanco

Requisito	Manjar Blanco (%)
Materia grasa láctea, fracción de masa, min.	6,5
Sólidos lácteos no grasos, fracción de masa, min.	16,0
Extracto seco, fracción masa, min.	65,0
Cenizas, fracción masa, máx.	2,0
Almidones, fracción masa, máx.	4,0

Fuente: NTC-3757, (2008)

3.1.4 Proceso de elaboración de manjar blanco

Para la elaboración del manjar blanco se puede hablar de diferentes sistemas, pero todos ellos se basan en alguna forma de evaporación ya que de eso se trata, de la concentración térmica de una mezcla de leche, azúcar y harina. Se tiene entonces producción por lotes o *batch*, ya sea en pailas o marmitas y producción en continuo. En la fabricación de manjar en pailas, existe una serie de variantes operativas que deberán manejarse estando siempre atento a las consecuencias que cada una de ellas provocarán al producto terminado. Generalmente las etapas de elaboración son las siguientes (Novoa & Ramírez-Navas, 2012):

Recepción de la leche: La leche es el insumo principal que da al manjar sus principales características, solidez y sabor. En la recepción de la leche, se controla que la leche cumpla los parámetros de calidad exigidos por la ley. En la Tabla 5 y 6 a continuación, se presentan las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche respectivamente, para la elaboración del manjar blanco.

Tabla 5. Características fisicoquímicas de la leche entera

Parámetro/Unidad	Pasteurizada		Ultrapasteurizada		UAT (UHT)	
Grasa % m/v min.	3,00		3,00		3,00	
Extracto seco total % m/m min.	11,30		11,20		11,20	
Extracto seco desengrasado % m/m min.	8,30		8,20		8,20	
Peroxidasa	Positiva		Negativa		Negativa	
Fosfatasa	Negativa		Negativa		Negativa	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Densidad 15/15 °C g/ml	1,0300	1,0330	1,0295	1,0330	1,0295	1,0330
Acidez expresada como ácido láctico % m/v	0,13	0,17	0,13	0,17	0,30	0,17
Índice °C	-0,530	-0,510	-0,540	-0,510	-0,540	-0,510
Crioscópico °H	-0,550	-0,530	-0,560	-0,530	-0,560	-0,530

Fuente: Decreto 616, (2006)

Tabla 6. Características microbiológicas de la leche entera

Índices permisibles	Leche pasteurizada				Leche ultra pasteurizada			
	n	M	M	C	n	m	M	C
Rto. Microorganismos mesófilos ufc/ml	3	40000	80000	1	3	1000	10000	1
Rto. Coliformes ufc/ml	3	> 1	10	1	3	> 1	-	0
Rto. Coliformes fecales ufc/ml	3	> 1	-	0	3	> 1	-	0
Rto. Esporas anaerobias ufc/ml	-	-	-	-	3	> 1	-	0
Rto. Esporas aeróbicas ufc/ml	-	-	-	-	3	> 1	-	0

Fuente: Decreto 616, (2006)

Formulación y mezclado: Se adiciona a la leche, el azúcar y la harina de arroz, previamente pesados y se agita constantemente.

Concentración: La mezcla se continúa calentando y agitando constantemente para evitar la formación de grumos y que se adhiera a las paredes y fondo del recipiente (Novoa & Ramírez-Navas, 2012), hasta alcanzar un valor entre 65-70 °Brix medidos con el refractómetro. En caso de que no se cuente con el refractómetro se puede hacer la prueba del punteo, que consiste en enfriar una pequeña cantidad del manjar blanco sobre una superficie hasta comprobar de forma empírica que ya tiene la consistencia deseada.

Enfriamiento: Una vez obtenido los sólidos solubles deseado (65 °Brix), el producto debe ser enfriado rápidamente agitando continuamente hasta alcanzar una temperatura entre 45 – 60 °C.

Envasado: Primero se debe realizar la adecuación del recipiente a utilizar, ya sean totumos (utilizados tradicionalmente) o envases de polietileno, estos se lavan, desinfectan y secan, posteriormente se procede a realizar el envasado a temperaturas entre 45 a 60°C para eliminar el aire del recipiente, finalmente se tapa cuando alcanza una temperatura de 25 a 30°C con papel plástico.

Almacenamiento: De acuerdo con la normatividad vigente (Decreto 616, 2006, NTC-3757), el período de vida útil para este producto presentado en envase no hermético es de 60 días y 90 días presentado en envase hermético. Este producto debe almacenarse preferiblemente en condiciones de refrigeración entre 4 – 8 °C y alejado de productos que generen un fuerte aroma.

3.2 PARÁMETROS DE CALIDAD

3.2.1 Color

El color es una percepción humana de la luz reflejada por un objeto. Se trata de una apreciación, que depende de cómo los ojos detectan la luz reflejada y de cómo el cerebro la procesa. Está afectado por el objeto, el observador, el iluminante, la geometría óptica, el área, fondo, superficie, brillo y temperatura. Se lo define entonces como una respuesta mental al estímulo que una

radiación luminosa visible produce en la retina (Delmoro, Muñoz, Nadal, Clementz, y Pranzetti, 2010).

Hay dos procedimientos fundamentales para medir el color: sensorial e instrumental. Para la medición sensorial se hace uso de un panel de evaluadores entrenados. Por su parte, el método instrumental consiste en el uso de técnicas en las cuales se mide la reflectancia o transmitancia de la muestra. Se utilizan instrumentos conocidos como espectrofotómetros o colorímetros triestímulos, los cuales, tienen la desventaja de que la superficie del material cuyo color se va a medir, debe ser homogénea y de que se mide sobre un área muy pequeña, lo que hace poco representativo al resultado (Mendoza y Aguilera, 2004).

Para expresar el color de un objeto o de una fuente de luz de forma numérica se define el espacio de color, uno de los más populares para medir color y que se utiliza ampliamente en casi todos los campos, es el espacio de color $L^*a^*b^*$ (también llamado CIELAB), el cual se representa en la Figura 1. En este espacio, L^* indica luminosidad y a^* y b^* son las coordenadas de cromaticidad e indican direcciones de colores: $+a^*$ es la dirección del rojo, $-a^*$ es la dirección del verde, $+b^*$ es la dirección del amarillo y $-b^*$ es la dirección del azul. El centro es acromático; a medida que los valores de a^* y b^* aumentan y el punto se separa del centro, la saturación del color se incrementa (Minolta, 2012)

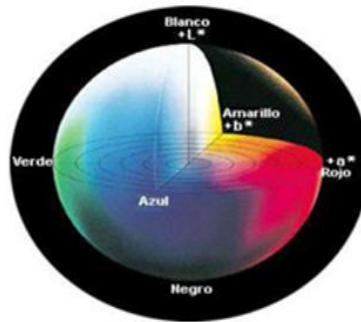


Figura 1. Sistema CIELAB

Fuente: Minolta, (2012)

3.2.2 pH

El pH es una medida de la acidez o basicidad de una solución, es la concentración de iones o cationes hidrógeno $[H^+]$ presente en determinadas sustancias. La sigla significa “Potencial de Hidrógeno”, el término pH resulta muy práctico porque evita el manejo de cifras largas y complejas de las concentraciones de los iones (Guarnizo Franco & Martínez Yepes, 2009). Como el pH es un factor logarítmico; por ejemplo, cuando una solución se vuelve diez veces más ácida, el pH disminuye en una unidad. Cuando esta se vuelve cien veces más ácida, el pH disminuye en dos unidades. Una solución con un pH menor a 7 es ácida, mayor a 7 se clasifica como básica, mientras que con un pH 7 será neutra.

El pH de un alimento es la medida de acidez o alcalinidad de este, un producto ácido tendrá un sabor ácido/agrio, mientras un producto alcalino tendrá un sabor amargo (Morcillo Ortega, Cortés Rubio, & García López, 2013).

Básicamente para medir el pH de una solución se pueden emplear 2 métodos en función de la precisión que se quiera. Para medidas no muy precisas se utilizan indicadores; ácidos o bases débiles que presentan diferente color según el pH. Generalmente se emplea papel indicador el cual mostrará una coloración típica a un pH determinado. Otros indicadores que cambian de color en función del grado de acidez del medio se utilizan como indicadores cualitativos. Para medir el pH con mayor precisión se emplea un potenciómetro, también conocido como pH-metro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia y un electrodo de vidrio que es sensible al ion hidrógeno (Guarnizo Franco & Martínez Yepes, 2009).

3.2.3 Porcentaje de acidez

La acidez en los alimentos se deriva básicamente de los ácidos orgánicos e inorgánicos que pudiesen estar presentes en estos, normalmente se determina mediante titulación con un álcali fuerte como NaOH, hasta el viraje de un indicador como fenolftaleína o electrométricamente con un potenciómetro. Entre los ácidos más frecuentes en los alimentos que proporcionan acidez están los ácidos cítrico, láctico, málico y tartárico (Barreiro M. & Sandoval B., 2006).

3.2.4 Viscosidad

Las fuerzas de atracción que mantienen las moléculas a distancias ínfimas dando a los líquidos suficiente cohesión determinan que éstos al fluir a través de un tubo produzcan fricción. La resistencia que el líquido ofrece al flujo se denomina viscosidad (Romo S., A. 1972). Existen tres tipos de viscosidad: en primer lugar, se tiene la **viscosidad dinámica**, si se representa la curva de fluidez (esfuerzo cortante frente a velocidad de deformación) se define como la pendiente en cada punto de dicha curva. En segundo lugar, la **viscosidad cinemática**, la cual relaciona la viscosidad dinámica con la densidad del fluido utilizado. Por último, **viscosidad aparente**, que se define como el cociente entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación. Este término es el que se utiliza al hablar de “viscosidad” para fluidos no newtonianos (Ramírez-Navas, 2006).

Las unidades de viscosidad en el sistema cgs son g/cm·s, llamadas poise o centipoise (cp). En el sistema SI, la viscosidad se expresa en Pa·s ($\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ o $\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}$). Las unidades de viscosidad más utilizadas son los milipascuales por segundo [$\text{mPa}\cdot\text{s}$]. Además, el sistema cegesimal aún se sigue usando, siendo la unidad de medida el centiPoise (Ramírez-Navas, 2006).

Es importante saber si un fluido es newtoniano o no newtoniano, para cualquier fluido cuya viscosidad sea constante para cualquier gradiente o velocidad de deformación, se le llama fluido

newtoniano, es decir, existe una relación lineal entre el esfuerzo cortante y el gradiente de deformación. A los fluidos más comunes como el agua, aceite, gasolina, benceno y glicerina, se los clasifica como newtonianos. A la inversa, un fluido que no se comporte como el caso anterior, se le denomina fluido no newtoniano, en este caso, la viscosidad del fluido depende del gradiente de velocidad, además de la condición del fluido (Mott, 2006).

Los fluidos no newtonianos se clasifican en independientes o dependientes del tiempo, como su nombre lo dice, los fluidos independientes tienen una viscosidad que no varía con el tiempo a cualquier esfuerzo cortante dado, caso contrario de los dependientes del tiempo. Los tipos de fluidos independientes del tiempo son: *Pseudoplásticos*, *Dilatantes* y fluidos de *Bingham* (Mott, 2006). Los dependientes del tiempo se clasifican en dos tipos: los fluidos tixotrópicos y los fluidos reopéticos (Ramírez-Navas, 2006).

El Viscosímetro Engler, Viscosímetro Ostwald, Viscosímetro o Consistómetro Copa Ford, Viscosímetro rotatorio y Viscosímetro de Caída de Bola son los aparatos que se utilizan para la determinación de la viscosidad de los fluidos (Ramírez-Navas, 2006).

3.2.5 Textura

La textura es una de las características de calidad de los alimentos más importantes. Los alimentos tienen diferentes propiedades de textura. Estas diferencias son causadas por las diferencias inherentes debidas a la diferencia de variedad o los métodos de procesamiento (Sahin & Sumnu, 2006).

La textura se puede evaluar mediante métodos sensoriales o instrumentales. Los métodos sensoriales necesitan un panel entrenado y la textura es percibida por la vista, tacto y oído. En algunos productos sólo es necesario un sentido para percibir la textura de éste, en otros casos es necesaria una combinación de estos tres sentidos (Sahin & Sumnu, 2006). No puede hablarse de “la textura de un alimento”, como si fuera una característica de éste, sino que hay que referirse a los atributos de textura o a las características o propiedades de textura (Vera, 2015). Los métodos instrumentales son menos costosos y consumen menos tiempo si se comparan con los métodos sensoriales. Existen varios métodos instrumentales para medir la textura (Sahin & Sumnu, 2006):

- Compresión: ensayo que mide la distancia que un alimento se comprime bajo una fuerza de compresión estándar o la fuerza requerida para comprimir un alimento a una distancia estándar.
- Ruptura-flexión: ensayo para medir la fuerza requerida para flexionar o romper alimentos quebradizos
- Punción: ensayo que mide la fuerza necesaria para empujar la sonda dentro del alimento, y se expresa como la firmeza o dureza del producto.
- Penetración: originariamente los penetrómetros se diseñaron para medir la distancia que

un cono o una aguja se hunde en un alimento bajo la fuerza de gravedad para un tiempo normalizado.

- **Análisis del perfil de textura (TPA):** En este ensayo se comprime dos veces una pieza del alimento del tamaño para ser mordido para simular la acción de masticación con los dientes. Los analizadores de textura se utilizan para obtener un TPA y las curvas de fuerza generada permiten determinar propiedades tales como la fracturabilidad, dureza, cohesividad, adhesividad, elasticidad, gomosidad y masticabilidad.

3.2.6 Humedad

La determinación de humedad es uno de los análisis más importantes en el control de calidad de los alimentos en general, ya que el contenido de agua en los alimentos, la forma molecular y su localización dentro del producto alimenticio, son factores que afectan de modo significativo a características específicas como apariencia, textura, color, etc. (Rodríguez *et al.*, 2011).

Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización a que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido en agua varían entre un 60 y un 95% en los alimentos naturales. En los tejidos vegetales y animales, puede decirse que existe en dos formas generales: “agua libre” Y “agua ligada”. El agua libre o absorbida, que es la forma predominante, se libera con gran facilidad y es estimada en la mayor parte de los métodos usados para el cálculo del contenido de agua (humedad), mientras que el agua ligada se halla combinada o absorbida (Morillas-Ruiz & Delgado-Alarcón, 2012).

Para la determinación de humedad en el manjar blanco se usó el método por secado en estufa de vacío que se basa en el principio físico químico que relaciona la presión de vapor con la presión del sistema a una temperatura dada. Si se abate la presión del sistema, se abate la presión de vapor y necesariamente se reduce su punto de ebullición. Si se sustrae aire de una estufa por medio de vacío se incrementa la velocidad del secado. Es necesario que la estufa tenga una salida de aire constante y que la presión no exceda los 100 mm Hg. y 70°C, de manera que la muestra no se descomponga y que no se evaporen los compuestos volátiles de la muestra, cuya presión de vapor también ha sido modificada. (Nollet, 1996).

3.2.7 Grados Brix

Los grados Brix (°Bx) proporcionan una medida objetiva de la concentración de azúcar disuelto en un producto y da la idea del nivel de dulzura del mismo. La determinación se realiza por medio de un refractómetro, aparato que sirve para cuantificar el fenómeno físico de refracción, que consiste en el cambio de medios con distinto índice de propagación en función del cambio de dirección que sufre un rayo de luz al pasar oblicuamente de un medio a otro con distinto índice de propagación (Fig.2), y se fundamenta en la medida del ángulo crítico que produce el fenómeno de reflexión total (Domene & Segura, 2014).

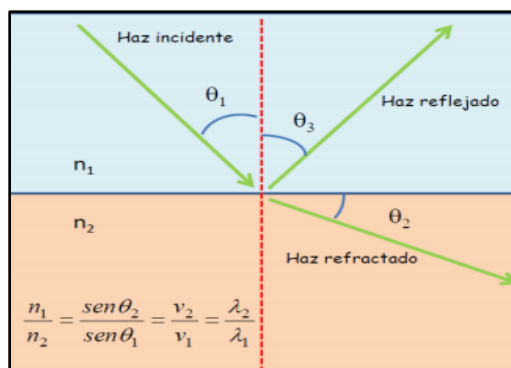


Figura 2. Refracción de la luz

Fuente: Domene & Segura, (2014)

3.2.8 Composición proximal

3.2.8.1 Determinación de proteína

El contenido total de proteínas en los alimentos está conformado por una mezcla compleja de proteínas. Estas existen en una combinación con carbohidratos o lípidos, que puede ser física o química. Actualmente todos los métodos para determinar el contenido proteico total de los alimentos son de naturaleza empírica (Castillo, 2014).

En 1883 el investigador danés Johann Kjeldahl desarrolló el método más usado en la actualidad para el análisis de proteína (método de Kjeldahl) mediante la determinación de nitrógeno orgánico. En esta técnica se digieren las proteínas y otros componentes orgánicos de los alimentos en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores. El nitrógeno orgánico en total se convierte mediante esta digestión de sulfato de amonio. La mezcla digerida se neutraliza con base y se destila posteriormente. El destilado se recoge en una solución de ácido bórico. Los aniones del borato así formado se titula con HCl (o H_2SO_4) estandarizado para determinar el nitrógeno contenido en la muestra (Castillo, 2014).

3.2.8.2 Determinación de grasa

Los lípidos, junto con las proteínas y carbohidratos, constituyen los principales componentes estructurales de los alimentos (Nielsen, 1998). Los lípidos se definen como un grupo heterogéneo de compuestos que son insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos tales como éter, cloroformo, benceno o acetona. Todos los lípidos contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, y algunos también contienen fósforo y nitrógeno (Aurand *et al.*, 2013). El contenido total de lípidos se determina comúnmente por métodos de extracción con disolventes orgánicos (por ejemplo, Soxhlet, Goldfish, Mojonnier), sin embargo, también puede cuantificarse por métodos de extracción que no incluyen disolventes (por ejemplo, Babcock, Gerber) y por métodos

instrumentales que se basan en propiedades físicas o químicas de los lípidos (por ejemplo, infrarrojo, densidad y absorción de rayos X) (Nielsen, 2017). Para esta investigación se usó el método de Soxhlet para la determinación de grasa o extracto etéreo.

3.2.8.3 Determinación de fibra

La fibra son los constituyentes fibrosos de la pared de la célula vegetal, los cuales engloban estructuras tan complejas como las hemicelulosas, la celulosa y la lignina, como componentes principales. En su estado natural, las fibras vegetales forman unidades funcionales y bien diferenciadas y gran variedad de polisacáridos formados por largas cadenas de cientos de moléculas de glucosa o con la presencia de otros azúcares, en forma lineal, o con ramificaciones y con diferentes pesos moleculares que constituyen las fibras vegetales (García *et al.*, 2008).

Los métodos para la determinación de fibra se pueden dividir en tres categorías:

- Métodos gravimétricos: Son aquellos que miden el residuo indigerible después de una solubilización química o enzimática de los constituyentes no fibrosos de los alimentos.
- Métodos colorimétricos: Son aquellos que emplean reacciones químicas que producen complejos coloreados con los carbohidratos, que pueden ser determinados por espectrofotometría a una determinada longitud de onda.
- Métodos cromatográficos: En los métodos que emplea la cromatografía de gas líquido (GLC), los componentes monoméricos de los polisacáridos de la fibra, son liberados por hidrólisis ácida, separados y contados por GLC.

3.2.8.4 Determinación de ceniza

Cenizas se refiere al residuo que queda tras la combustión (incineración) completa de los componentes orgánicos de un alimento en unas condiciones determinadas. Una vez que se eliminan otras posibles impurezas y partículas de carbono procedentes de una combustión incompleta, este residuo se corresponde con el contenido en minerales del alimento. Para la determinación de cenizas se usó el método de cenizas totales, en este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550 -600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza. (Nollet, 1996).

3.3 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial evalúa las características de los alimentos por medio de los sentidos del ser humano, permitiendo conocer la información sobre los gustos y preferencias de los consumidores, para de esta manera desarrollar nuevos alimentos o mejorar la calidad de los ya existentes. Este análisis se realiza por medio de tres tipos principales de pruebas, según el tipo de información que se desee obtener (Olivas-Gastélum *et al.*, 2009), las cuales son:

1. Pruebas afectivas: Consisten en establecer el grado de aceptación de un producto a partir de la reacción del evaluador.
2. Pruebas de discriminación: Consisten en establecer si las muestras son diferentes.
3. Pruebas descriptivas: Intentan definir las propiedades de un alimento y medirlas de la manera más objetiva posible.

La aceptación y preferencia de los alimentos por los consumidores, está muy relacionada con la percepción sensorial de los mismos, y es común que existan alimentos altamente nutritivos, pero que no son aceptados por los consumidores (Olivas-Gastélum *et al.*, 2009). La información sobre los gustos y aversiones, preferencias y requisitos de aceptabilidad, se obtiene empleando métodos de análisis denominados pruebas orientadas al consumidor (Watts *et al.*, 1989). Arrabal y Ciappini (2000) señalan que estas pruebas deben realizarse exclusivamente con consumidores y no con evaluadores entrenados. Para que una prueba como esta sea válida debe haber mínimo 30 jueces, pero se recomienda un número alrededor de 100 personas (Anzaldúa-morales, 1994).

4 METODOLOGÍA

4.1 UBICACIÓN

El proyecto se desarrolló en la Universidad del Valle, sede Meléndez (Cali-Colombia) en el laboratorio de operaciones unitarias y laboratorio de propiedades físicas y fenómenos de transporte de la escuela de ingeniería de alimentos durante los semestres 2017B y 2018A.

4.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta investigación es correlacional experimental, porque se evalúa el efecto de las variables de proceso sobre las variables de respuesta. Se estudió el efecto de la harina de garbanzo y diferentes mezclas de harina en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del manjar blanco. Se realizaron siete (7) formulaciones distintas con tres (3) tipos de harina (harina de garbanzo, harina de arroz y fécula de maíz). Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto obtenido de cada variación, para así seleccionar la formulación ideal para el manjar blanco.

4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño de mezclas Simplex-Centroide. El diseño *Simplex-Centroide* considera dos variables fundamentales q y m . Donde q son los componentes de la formulación que se va a evaluar, y m es el orden del ajuste del modelo estadístico (Gutiérrez & de la Vara, 2008). Para definir los puntos del diseño se deben evaluar todas las posibles combinaciones o mezclas de componentes que se forman al considerar que estas toman los valores entre cero y uno dado por:

$$X_i = 0, 1/m, 2/m, m/m$$

Ecuación 1. Combinación de los posibles componentes

Para este caso en especial se definió q igual a 3 y m igual a 2 por lo tanto, los valores que puede tomar x son 0, 1/2, 1. Formando los puntos del diseño siguientes:

$$(x_1, x_2, x_3) = (1,0,0); (0,1,0); (0,0,1); (1/2,1/2,0); (1/2,0,1/2); (0,1/2,1/2) \text{ y } (1/3,1/3,1/3)$$

Ecuación 2. Puntos del diseño experimental

Representados en la Figura 3.

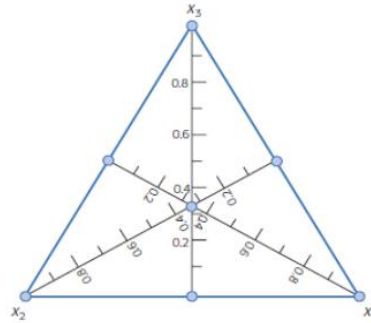


Figura 3. Diseño simplex centroide

Fuente: Gutiérrez, (2008)

El modelo estadístico que describe este diseño es el siguiente:

$$E(y) = B_0 + B_{1x_1} + B_{2x_2} + B_{3x_3} + B_{12x_1x_2} + B_{13x_1x_3} + B_{23x_2x_3} + B_{11x_1^2} + B_{22x_2^2} + B_{33x_3^2}$$

Ecuación 3. Modelo estadístico del diseño experimental

Donde B_i es el coeficiente del modelo de la forma canónica de primer orden para mezclas que representa la influencia que tiene la variable X_i , sobre el valor de respuesta. Se aplicó el modelo de la restricción a la fracción de harina adicionada al dulce:

$$X_1 + X_2 + X_3 = 1$$

Ecuación 4. Restricción sólidos totales

Se definió como X_1 harina de arroz, como X_2 fécula de maíz y como X_3 harina de garbanzo. Las variaciones que tomó X_i están relacionadas con los valores de las variables q y m . A continuación, en la tabla 7 se presenta los puntos del diseño experimental.

Tabla 7. Puntos del diseño experimental

Variables del experimento	X1	X2	X3
M1	1	0	0
M2	0	1	0
M3	0	0	1
M4	1/2	1/2	0
M5	1/2	0	1/2
M6	0	1/2	1/2
M7	1/3	1/3	1/3

El diseño dio como resultados siete tratamientos, los cuales se realizaron por triplicado, obteniendo un total de 21 experimentos. Se empleó Minitab® para determinar la formulación óptima de las mezclas de harinas en el manjar blanco.

4.4 MATERIALES

La materia prima requerida para la elaboración del manjar blanco se consiguió en los supermercados de la localidad y puntos de venta especializados. Las materias primas empleadas fueron leche entera UHT (Latti, Alival S.A.), azúcar morena (Riopaila Castilla S.A., Colombia), harina de garbanzo (La Floresta), harina de arroz (Arroz Caribe S.A.S, Colombia) y fécula de maíz (Maizena, Unilever). En la Tabla 8 se presenta la formulación base utilizada para la elaboración del manjar blanco.

Tabla 8. Formulación del manjar blanco

Ingredientes	Composición mezcla, (% p/p)
Leche entera UHT	Base de calculo
Azúcar	23
Harina	3

4.5 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL MANJAR BLANCO

Se realizaron 21 lotes de manjar blanco con diferentes mezclas de harina de garbanzo, harina de arroz y fécula de maíz, en los diferentes niveles del diseño experimental y dos lotes del manjar blanco con la formulación optimizada.

Para la elaboración del manjar blanco se pesaron los ingredientes en una balanza analítica, una vez pesados se incorporó el azúcar y las harinas a la leche, estas últimas empleando un colador para evitar la formación de grumos, enseguida se procedió a calentar la mezcla agitando constantemente. Se llevó el control de los °Bx, realizando mediciones cada 10 minutos. Una vez alcanzado los °Bx esperados (65°Bx – 70 °Bx) se dejó de calentar y se continuó agitando hasta bajar la temperatura entre 45 °C – 60°C. Finalmente, se envasó el manjar blanco en vasos de icopor y se almacenó a temperatura ambiente. En la Figura 4 se resume el proceso de elaboración.

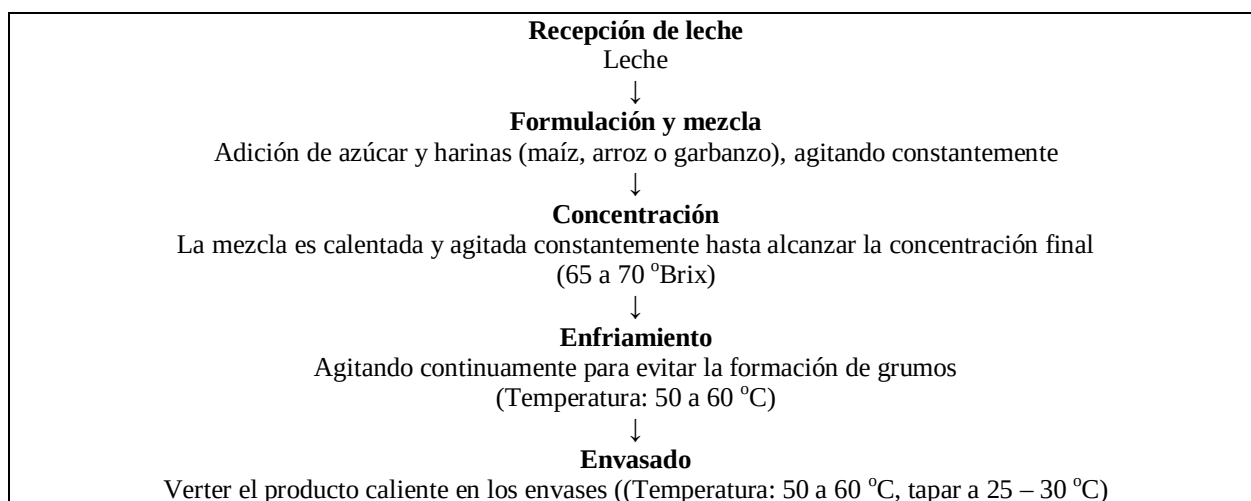


Figura 4. Proceso para la elaboración del manjar blanco

4.6 FORMULACIÓN DE LAS MEZCLAS DE MANJAR BLANCO

En la siguiente tabla se presenta la formulación de cada mezcla usada para la elaboración de manjar blanco.

Tabla 9. Formulación de mezclas de manjar blanco

Ingredientes	%	Composición de la mezcla (g)						
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Leche entera UHT	Base de calculo	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Azúcar	23	230	230	230	230	230	230	230
Fécula de maíz		30	0	0	15	15	0	10
Harina de arroz	3	0	30	0	15	0	15	10
Harina de garbanzo		0	0	30	0	15	15	10

4.7 ANÁLISIS REALIZADOS A LAS MUESTRAS DE MANJAR BLANCO

4.7.1 pH

Para la determinación del pH se empleó un pH-metro HANNA (H13220 EE. UU), previamente calibrado. Los valores de pH se obtuvieron al introducir el electrodo directamente sobre la muestra de manjar blanco.

4.7.2 Color

La determinación del color se realizó utilizando el espectrofotómetro ColorFlex (ver Figura 5) marca Hunter Lab, con el cual se tomaron medidas por triplicado de todas las muestras. Para esto se tomó la muestra de manjar blanco y se llevó al colorímetro asegurándose que ésta cubriera totalmente el portamuestra, permitiendo la lectura directa de las coordenadas: L* (luminosidad), a* (tonalidades de verde a rojo) y b* (tonalidades de azul a amarillo). Posteriormente, para calcular la diferencia de color (ΔE) entre la formulación optimizada y el manjar blanco comercial, se empleó la Ecuación 5

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

Ecuación 5. Diferencia de color

Donde ΔL^* indica el cambio en la claridad, Δa^* el cambio de rojo/verde y Δb^* el cambio amarillo/azul, desde un punto inicial a uno final.



Figura 5. Colorímetro Hunter Lab

4.7.3 Acidez

Se diluyó 2 g de manjar blanco en 10 ml de agua destilada empleando el agitador magnético por un tiempo de 5 minutos hasta completa homogeneización. Se tituló con NaOH 0,0994 N usando como indicador de color tres gotas de fenolftaleína. Una vez se obtuvo el viraje de color, se midió el volumen de álcali utilizado. Los análisis se realizaron por triplicado y se calculó la acidez de las muestras utilizando la Ecuación 6.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{Vt * N * 0,09}{Pm}$$

Ecuación 6. Porcentaje de acidez

Donde Vt: volumen titulado, N: Normalidad del NaOH y Pm: peso de la muestra

4.7.4 Viscosidad

Se evaluó la viscosidad aparente de las muestras de manjar blanco empleando el viscosímetro Brookfield (DV-III, ULTRA PROGRAMMABLE RHEOMETER) (Ver figura 6). Las mediciones se realizaron por triplicado para cada tratamiento a una temperatura de 60 °C, controlada por el baño maría del equipo y empleando la aguja No. 21 la cual se utilizó con las siguientes velocidades: 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, 0.60 y 0.65 RPM. Los valores del índice de consistencia k e índice de comportamiento de flujo n , se calcularon por medio de la ley de la potencia según la Ecuación 7.

$$\tau = K\gamma^n$$

Ecuación 7. Viscosidad

Donde k = índice de consistencia, n = índice de comportamiento de flujo y γ = velocidad de deformación



Figura 6. Reómetro Brookfield

4.7.5 Fuerza de compresión

Se determinó la fuerza de compresión por triplicado de cada una de las muestras de manjar blanco empleando un texturómetro EZ TEST SHIMADZU mediante el software Rheometer. Para la prueba se depositó 100 g de producto sobre un recipiente cilíndrico metálico de 5,5 cm de diámetro, el cual que se dispuso en el texturómetro. Luego, se realizó la prueba de compresión mediante un émbolo que comprimió la muestra 10 mm a una velocidad de 60 mm/min. En la Figura 7 se presenta el equipo utilizado.



Figura 7. Texturómetro Shimadzu

4.7.6 Humedad

Para la determinación de humedad se empleó el horno al vacío (VWR SCIENTIFIC, modelo 1430D, USA) (Figura 8) y una balanza analítica (Mettler Toledo modelo AE 200, USA), con los cuales se tomaron medidas por triplicado para cada una de las muestras. El método utilizado para esta determinación de humedad fue el secado por estufa al vacío, en donde se añadió 5g de arena calcinada y una varilla de vidrio agitadora a una caja Petri, enseguida se adicionaron 2 g de muestra y se introdujo al horno al vacío a una temperatura de 70 C con una presión de vacío de 16 mmHg durante 24 horas. Por último, se retiró de la estufa, se dejó en reposo en el desecador y una vez equilibrada la temperatura con la del ambiente, se pesó. El porcentaje de humedad se calculó mediante la Ecuación 8.

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

Ecuación 8. Humedad

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



Figura 8. Horno al vacío VWR SCIENTIFIC

4.7.7 Grados Brix

En la determinación de los grados Brix se utilizó un refractómetro análogo portátil marca Brixco (Figura 9), para la medición se adicionó directamente en el prisma del refractómetro una muestra de manjar blanco a temperatura ambiente, las muestras se tomaron cada 10 minutos durante el proceso de elaboración.



Figura 9. Refractómetro Brixco

4.7.8 Composición proximal

4.7.8.1 Determinación de proteína

Para la determinación de proteína se usó el método Kjeldahl. En un balón Kjeldahl de 30 ml se adicionó entre 35-50 mg de muestra, una cucharadita de catalizador y 2 ml de H_2SO_4 , después se calentó la mezcla suavemente hasta desprendimiento de humos negros y luego se calentó enérgicamente 2 h aproximadamente hasta completar la digestión de la materia orgánica, posteriormente se enfrió y se agregaron 2 ml de agua. Una vez terminada la digestión se pasó a la etapa de destilación, en esta etapa se colocó la muestra digerida con el refrigerante por medio de una trampa y se colocó en la salida del refrigerante un erlenmeyer con 6 ml de H_3BO_3 6% y con gotas de indicador Mortimer (color rojo). Seguidamente se agregó en el embudo del equipo de destilación 10 ml solución básica (NaOH 50% + Tartrato de sodio – potasio), se calentó a ebullición el balón del agua del equipo y se destiló durante 6 minutos, una vez alcanzo el tiempo se retiró el erlenmeyer y se apagó el calentamiento. Finalmente se realizó la valoración de destilado con solución de H_2SO_4 0.02 N, hasta lograr el viraje del indicador Mortimer al color inicial rojo. También, se realizó un blanco de reactivos, siguiendo los mismos pasos anteriores, pero sin colocar muestra en el balón. Posteriormente se calculó el porcentaje de nitrógeno y el porcentaje de proteína utilizando las siguientes ecuaciones.

$$\%Nitrógeno = \frac{\left(VAC (ml) * N HCl \left(\frac{mel}{ml} \right) * K (mg) \right)}{Peso de muestra (mg)}$$

Ecuación 9. Porcentaje de nitrógeno

Dónde: N HCl: Normalidad del HCl, K = Peso del nitrógeno en mg, VAC= volumen ácido corregido, VAC= mL ácido gastado – mL ácido del blanco.

Para calcular el % de proteína en la muestra, se multiplica el porcentaje de Nitrógeno obtenido anteriormente por su respectivo factor de conversión (f = 6,25).

$$\% Proteína = (\% N * f)$$

Ecuación 10. Porcentaje de proteína

Dónde: N: Porcentaje de nitrógeno, f: factor de conversión.

4.7.8.2 Determinación del contenido de grasa

Para la determinación se pesaron 2 g de muestra seca en un papel filtro, se amarró con una piola y se colocó en la campana soxleth. En seguida, se pesó un balón de fondo plano de 250 ml limpio, al cual se le adicionó 200 ml de éter o bencina de petróleo, se armó el equipo Soxhlet y se colocó en estufa de ebullición (temperatura moderada para goteo lento). A partir del momento en que empezó a ebullición, se dejó 8 horas en funcionamiento. Luego se apagó, se dejó enfriar y se retiró la campana y la muestra desengrasada (para análisis de fibra). Después, se arma el equipo y se calentó para retirar el solvente hasta que quedo aproximadamente 2 a 5 ml, finalmente, se colocó el balón en la estufa a 105°C durante 2 horas, se pesó y se calculó el porcentaje de grasa en la muestra por medio de la siguiente Ecuación 10.

$$\% Grasa = \frac{W_3 - W_2}{W_1} * 100$$

Ecuación 11. Porcentaje de grasa

Dónde: W1: Peso de la muestra (g), W2: Peso del balón (g), W3: Peso del balón con grasa.

4.7.8.3 Determinación de fibra cruda

Para la determinación de fibra cruda se pesaron 2 g de muestra desengrasada y se transfirió a un erlenmeyer de 500 ml con 250 ml de H₂SO₄ al 1,25%, previamente calentado. Posteriormente se dejó hervir 30 min, con calentamiento suave y agitando periódicamente para suspender los sólidos adheridos a las paredes y se filtró sobre tela de dacrón, lavando con 1000 ml de agua caliente, y 25 ml de alcohol. Seguidamente se transfirió la muestra a un erlenmeyer de 500 ml que contenía 250 ml de NaOH al 1,15%, previamente calentado, se hirvió durante otros 30 minutos y nuevamente se filtró con 1000 ml de agua caliente, y 25 ml de alcohol. Luego, se pesó todo el residuo de la tela a un crisol de porcelana, que después se secó en estufa a 105°C durante 2 horas. Pasado este tiempo se pesó de nuevo y se llevó a ignición en mufla a 550°C durante 2 horas más, se enfrió, peso y finalmente se determinó el porcentaje de fibra en la muestra por medio de la Ecuación 11.

$$\% Fibra = \frac{F_1 - F_2}{F_0} * 100$$

Ecuación 12. Porcentaje de fibra cruda

Dónde: F1: Peso del crisol con el residuo seco (g), F2: Peso del crisol con la ceniza (g), F0: Peso de la muestra (g).

4.7.8.4 Determinación de cenizas totales

Para la determinación de cenizas totales se pesó en un crisol de porcelana previamente calcinado 1 g de muestra de manjar blanco, luego se incineró la muestra en plancha de calentamiento hasta que no hubo liberación de humo, después se colocó el crisol en la mufla a 550°C durante 4 horas, una vez cumplido el tiempo se enfrió en el desecador y se pesó. Para la determinación del

porcentaje de cenizas se utilizó la Ecuación 12.

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{C_1 - C_2}{C_3} * 100$$

Ecuación 13. Porcentaje de ceniza

Dónde: C_1 : Peso del crisol con muestra (g), C_2 = Peso del crisol con ceniza (g), C_3 = Peso de la muestra (g).

4.8 ANÁLISIS SENSORIAL

4.8.1 Prueba de consumidores para las 7 formulaciones de manjar blanco

Se realizó una prueba orientada al consumidor de acuerdo con Ramírez-Navas [2012], la cual se llevó a cabo en la Universidad del Valle sede Meléndez en el horario de 9:30 am a 10:30 am. Esta prueba consistió en evaluar aleatoriamente cuatro de las siete muestras de formulaciones distintas de manjar blanco mediante una prueba hedónica de cinco puntos, en la cual participaron 48 panelistas no entrenados, en un intervalo de edades entre 16 y 60 años, de género femenino y masculino. La duración de la prueba no superó los 10 minutos. Se garantizó que todas las muestras fueran evaluadas la misma cantidad de veces y que todas tuvieran la posibilidad de ocupar el primer lugar en la presentación al consumidor.

Para la evaluación de las muestras se les explicó a los panelistas de qué se trataba la prueba, la forma de diligenciar el formato (ver Anexo A) el cual preguntaba sobre qué tanto le agradaba cada atributo (sabor, color, olor y textura) según la escala que fue, desde *me disgusta mucho* hasta *me gusta mucho*, luego se les explicó la manera correcta de realizar la cata del producto. Posteriormente, se les entregó las muestras de manjar blanco en cucharas de plástico con 5 g de muestra debidamente codificadas, un vaso con agua y galletas de soda sin sal. Se les solicitó que al terminar cada muestra tomaran agua y comieran galleta, como neutralizante y limpiador de las papilas gustativas.

4.8.2 Prueba de consumidores manjar blanco óptimo vs manjar blanco comercial

Una vez obtenida la formulación optimizada de manjar blanco, se realizó nuevamente una segunda prueba orientada al consumidor de aceptación y preferencia empleando una escala hedónica de cinco puntos (ver Anexo C), la cual se realizó en la empresa Harinera del Valle S.A.S, en el horario de 9:30 am a 10:30 am. Donde se evaluó la formulación optimizada vs el producto comercial. Para esta evaluación participaron 50 panelistas no entrenados en intervalos de edades entre 25 y 55 años, de género femenino y masculino. Se les suministró 10 g de cada muestra en copas plásticas debidamente codificadas, galletas de soda sin sal y agua como pasante entre cada muestra. Posteriormente, se les indicó el orden de probar las muestras, llenar el formato y finalmente se llevó a cabo la prueba.

4.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el diseño de mezclas y el análisis estadístico de los datos obtenidos de las pruebas fisicoquímicas se empleó el software Minitab (versión 17.1.0, Minitab Inc.), mediante el análisis de varianza (ANOVA) y prueba post Hoc Tuckey con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$) (Gutiérrez & de la Vara, 2008). El efecto en las propiedades sensoriales se evaluó empleando la prueba de Wilcoxon y Friedman la cual determinó si hay diferencias significativas entre las muestras (Minchón, Mío, & Córdova, 2011).

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la aplicación del diseño Simplex Centroide se obtuvo como resultado siete formulaciones. Con la finalidad de conservar los supuestos de normalidad, independencia y homogeneidad de varianza, se realizó tres veces cada formulación de manjar blanco obtenida por el diseño, para obtener en total 21 muestras diferentes, a los cuales se les realizó análisis de pH, °Bx, acidez, humedad, color, viscosidad y fuerza de compresión. Los resultados de los análisis se encuentran consignados en las Tabla 10, 11, 12 y la Figura 18, respectivamente.

Tabla 10. Propiedades fisicoquímicas del manjar blanco

Formulación	pH	°BRIX	% Humedad	% Acidez
1,0,0	5,99 ± 0,03 ^a	67,8 ± 1,04 ^a	23,52 ± 0,19 ^{b,c}	0,39 ± 0,07 ^a
0,1,0	5,94 ± 0,07 ^a	68,8 ± 0,76 ^a	21,90 ± 0,41 ^d	0,42 ± 0,02 ^a
0,0,1	5,97 ± 0,07 ^a	69,0 ± 0,50 ^a	25,53 ± 0,29 ^a	0,40 ± 0,02 ^a
1/2,1/2,0	5,92 ± 0,07 ^a	67,3 ± 0,58 ^a	22,28 ± 0,65 ^{c,d}	0,40 ± 0,01 ^a
1/2,0,1/2	5,89 ± 0,10 ^a	68,0 ± 0,87 ^a	24,59 ± 0,17 ^{a,b}	0,41 ± 0,03 ^a
0,1/2,1/2	5,91 ± 0,08 ^a	68,8 ± 0,76 ^a	23,23 ± 0,34 ^c	0,35 ± 0,01 ^a
1/3,1/3,1/3	5,91 ± 0,06 ^a	68,2 ± 0,76 ^a	22,45 ± 0,73 ^{c,d}	0,38 ± 0,01 ^a

5.1 pH

De acuerdo con la Tabla 10, se observa que el pH no presenta diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$), obteniendo valores entre 5,89 a 5,99, lo cual indica que las diferentes proporciones de harinas utilizadas para la elaboración del manjar blanco no produce cambios en el pH. El producto es ligeramente ácido y los valores obtenidos concuerdan con las pruebas realizadas por Novoa & Ramírez-Navas (2016) a cuatro marcas de manjar blanco de la región del Valle del Cauca, donde obtuvieron valores entre 5,73 a 6,02; también, son similares con los resultados presentados por Castañeda *et al.*, (2004) el cual reportó valores de pH entre 5.66 y 6.22 para el dulce de leche.

En la Figura 10 se observa que para obtener valores de pH superiores a 5,98 se debe adicionar en mayor proporción harina de arroz, mientras que para obtener valores menores a 5,90 se debe emplear una mezcla entre harina de arroz y harina de garbanzo. Aunque, al ser valores similares y al no contar con ningún valor establecido por la normatividad colombiana (NTC - 3757, 2008) cualquier mezcla de harina nos proporciona un pH adecuado para el manjar blanco.

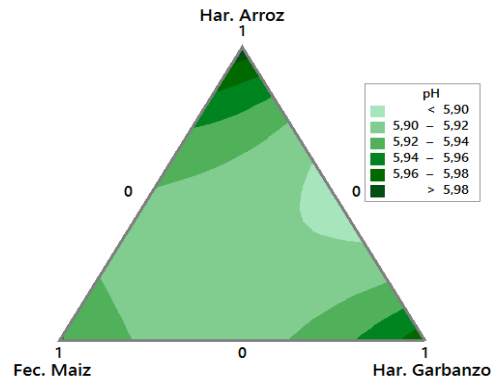


Figura 10. pH

5.2 GRADOS BRUX

De acuerdo a la Tabla 10 no se evidenció diferencias significativas entre los valores de °Brix ($p > 0,05$), los cuales se encuentran en un rango entre 67,3 y 69,0. La norma técnica colombiana (NTC 3757, 2008) no establece un valor determinado para este parámetro, sin embargo, los valores obtenidos experimentalmente son superiores a 65 °Bx, lo cual es recomendado para el proceso de elaboración del manjar blanco según Novoa & Ramírez-Navas (2016), ya que este parámetro puede considerarse como indicador de calidad del producto terminado. Cabe resaltar que las mezclas de harina no influyen directamente en el comportamiento de los grados Brix, sino el tiempo de calentamiento (Figura 11) en el cual se concentran los azúcares por evaporación del agua (Novoa & Ramírez-Navas, 2012).

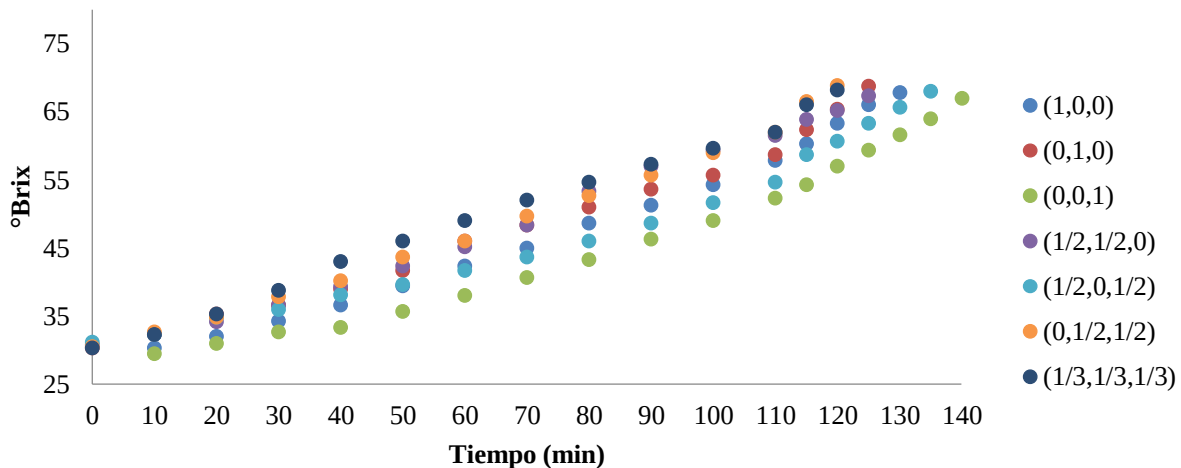


Figura 11. °Brix vs Tiempo

5.3 PORCENTAJE DE HUMEDAD (BASE HÚMEDA)

Para los datos de humedad se obtuvo un valor de $p > 0,05$ (0.507), pero al realizar la prueba de comparaciones múltiples de Tukey se encontró diferencias significativas entre las medias de las

formulaciones del manjar blanco tal como se presenta en la Tabla 10, obteniendo valores entre 21,89 y 25,53. Teniendo en cuenta la norma técnica colombiana (NTC 3757, 2008) el mínimo de sólidos totales que debe tener el manjar blanco es de 65% por lo cual se puede deducir que la humedad máxima del manjar blanco debe ser 35%, por lo tanto, los valores determinados para cada mezcla de harina cumplen con esta norma. Adicionalmente, los datos obtenidos cumplen con los requisitos fisicoquímicos para los dulces de leche, en el cual se establece que debe tener un máximo de humedad del 30% (Zunino, 1998).

En la gráfica de contorno de la Figura 12, se observa que para obtener un manjar blanco con valores de humedad mayores a 25% se debe emplear una mezcla con mayor proporción de Harina de garbanzo, mientras que para obtener un manjar blanco con una humedad menor a 22% se debe utilizar una mezcla con mayor proporción de fécula de maíz, esto se debe a que, las harinas ricas en fibra y proteína no formadora de gluten como es el caso de la harina de garbanzo, pueden favorecer la absorción de agua, ya que estos componentes compiten bien por las moléculas de agua (Da Silva *et al.*, 2013; Da Silva *et al.*, 2011). Además, la harina de garbanzo tiene una alta capacidad de retener agua (5 g H₂O/g de harina) (Aguilar-Raymundo & Vélez-Ruiz, 2013), que es la habilidad del material húmedo para retener agua cuando el material ha sido sometido a fuerzas centrífugas externas o de compresión. En esta propiedad las proteínas son las principales responsables de los incrementos o reducciones que experimenta la capacidad retención de agua en alimentos (Hulton y Campbell, 1981). Por lo tanto, al tener la harina de garbanzo un mayor porcentaje de proteína (22,7g/100g de porción) en comparación con la harina de arroz (6,5g/100g de porción) y la fécula de maíz (9,4g/100g de porción), esta retendrá mayor contenido de agua y por lo tanto el manjar blanco presentará una mayor humedad.

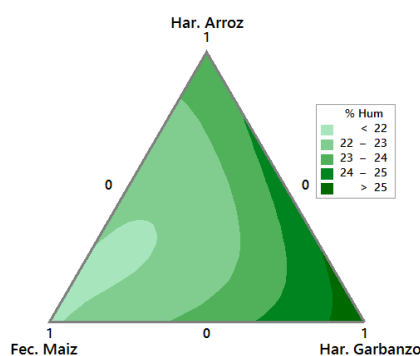


Figura 12. Porcentaje de humedad

5.4 PORCENTAJE DE ACIDEZ

En cuanto a la medición de acidez presentada en la Tabla 10 no se encuentra diferencias significativas en ninguna de las formulaciones ($p > 0,05$), estos valores se encuentran en un rango de 0,37 a 0,40 % para la acidez, expresada como % de ácido láctico. Los resultados experimentales se pueden comparar con los expuestos por Gaze *et al.*, (2015) el cual reportó un valor máximo de acidez para dulce de leche de 0,50 y un valor mínimo de 0,23. Las diferentes

mezclas de harina no afectaron esta variable, los valores de acidez fueron muy similares debido a que para cada tratamiento se empleó la misma cantidad de leche y con el mismo lote de fabricación.

5.5 COLOR

Analizando los valores obtenidos de a^* , b^* y L^* de las diferentes formulaciones, los cuales son presentados en la Tabla 11, se observa que para todos los parámetros se presentó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). En donde lo valores promedio para L^* se encuentran entre 24,30 - 32,08, a^* de 10,39 - 12,18 y b^* de 27,95 - 31,40.

Tabla 11. Parámetros de color

Formulación	a^*	b^*	L^*
1,0,0	10,39 $\pm$ 1,02 ^b	30,58 $\pm$ 0,11 ^{a,b}	32,08 $\pm$ 0,24 ^a
0,1,0	10,91 $\pm$ 0,75 ^{a,b}	27,95 $\pm$ 0,29 ^c	26,20 $\pm$ 0,24 ^{d,e}
0,0,1	10,59 $\pm$ 0,65 ^{a,b}	28,51 $\pm$ 0,42 ^c	24,30 $\pm$ 0,82 ^e
1/2,1/2,0	12,18 $\pm$ 0,45 ^a	29,74 $\pm$ 0,65 ^{a,b,c}	31,43 $\pm$ 0,73 ^{a,b}
1/2,0,1/2	11,15 $\pm$ 0,25 ^{a,b}	28,96 $\pm$ 0,52 ^{b,c}	28,04 $\pm$ 0,30 ^{c,d}
0,1/2,1/2	10,51 $\pm$ 0,41 ^{a,b}	31,40 $\pm$ 1,37 ^a	30,47 $\pm$ 0,71 ^{a,b}
1/3,1/3,1/3	11,52 $\pm$ 0,31 ^{a,b}	29,59 $\pm$ 0,48 ^{a,b,c}	29,32 $\pm$ 1,47 ^{b,c}

L^* (claridad/oscuridad: 0, negro, a 100, blanco); a^* (“+60” intensidad de color rojo y “-60” de color verde), y b^* (“+60” intensidad de color amarillo y “-60” de color azul).

Realizando una comparación con el estudio efectuado a diferentes marcas de manjar blanco de Novoa & Ramírez-Navas (2016), estos presentan mayores valores de luminosidad reportando datos entre 42,4 - 45,31, mayor intensidad de color rojo con datos entre 13,78 - 15,85 y mayor intensidad de color amarillo con datos entre 31,31 - 37,06. En cuanto al estudio realizado de dulces de leche argentinos por Castañeda *et al.*, (2004), Se reporta resultados de L^* entre 24,8 - 42,2, a^* de 14,7 - 17,8 y b^* de 26 - 36,5, en donde se observa que los parámetros de color L^* y b^* de las 7 formulaciones se encuentran dentro de estos rangos, mientras que el parámetro a^* se encuentra por debajo del límite inferior con tonalidades de rojo menos intensas que el dulce de leche argentino.

El color pardo característico del dulce de leche es el resultante del desarrollo de los compuestos coloreados denominados melanoidinas, que imparten un color marrón oscuro (pardo) en las etapas finales de la reacción de Maillard (Rodríguez *et al.*, 2012). La reacción de Maillard, es la reacción entre la lactosa y las proteínas de la leche en presencia de calor (Cortes Jiménez *et al.*, 2014), y se inicia a partir de la condensación de grupos carbonilo y amino seguido por un conjunto de reacciones complejas que ocurren en los alimentos durante el calentamiento, y que se intensifica debido al aumento en gran medida de los azúcares reductores capaces de entrar en contacto con los grupos aminos presentes en las proteínas de la leche (Ortiz-Álvarez *et al.*, 2017). Esta reacción se ve afectada por diferentes factores como lo es el pH y la temperatura (Pauletti *et al.*, 1999; Nursten, 2005; Rozycki *et al.*, 2007), los cuales generan cambios en el color del

producto.

Por otra parte, el tipo de harina utilizada en la elaboración del manjar blanco también influye en el color, ya que el alto contenido de lisina como es el caso de la harina de garbanzo permite un incremento en la reacción de Maillard, lo que causa un mayor oscurecimiento en el producto (Duodu & Minnaar, 2011), como se puede evidenciar en las gráficas de contorno presentadas a continuación.

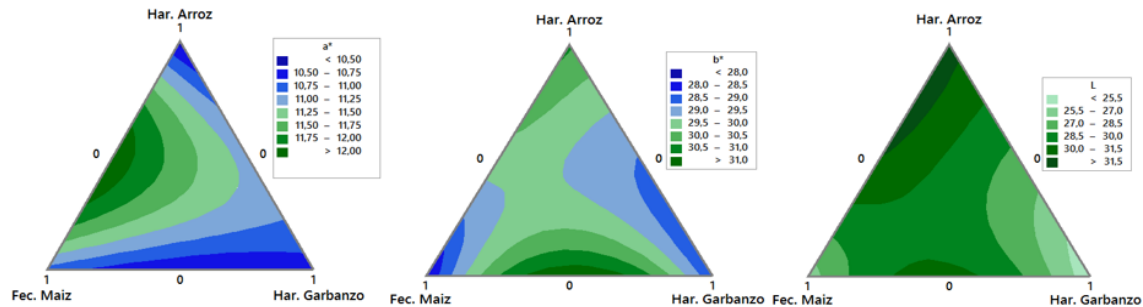


Figura 13. Parámetros de color a^* , b^* y L^*

En estas gráficas se observa que para obtener un manjar blanco con una luminosidad menor 25,5 se debe emplear mezclas con mayor proporción de harina de garbanzo, mientras que para una luminosidad mayor a 31,5 se debe emplear formulaciones con mayor proporción de harina de arroz, en cuanto a los parámetros a^* y b^* para tonalidades más intensas de rojo y amarillo se debe emplear formulaciones con una mezcla entre harina de arroz y fécula de maíz, y una mezcla entre harina de garbanzo y fécula de maíz respectivamente.

5.6 PARÁMETROS REOLÓGICOS

Al analizar la Figura 14, se observa que, para una misma velocidad de deformación, las diferentes muestras de manjar blanco alcanzan diferentes valores de esfuerzo de corte. Por ejemplo, para una velocidad de $0,1 \text{ s}^{-1}$, el valor más alto lo alcanza la formulación (0,1,0) con un valor aproximado de 95 Pa, mientras que la formulación (0,0,1) alcanzó un esfuerzo mínimo cercano a 20 Pa.

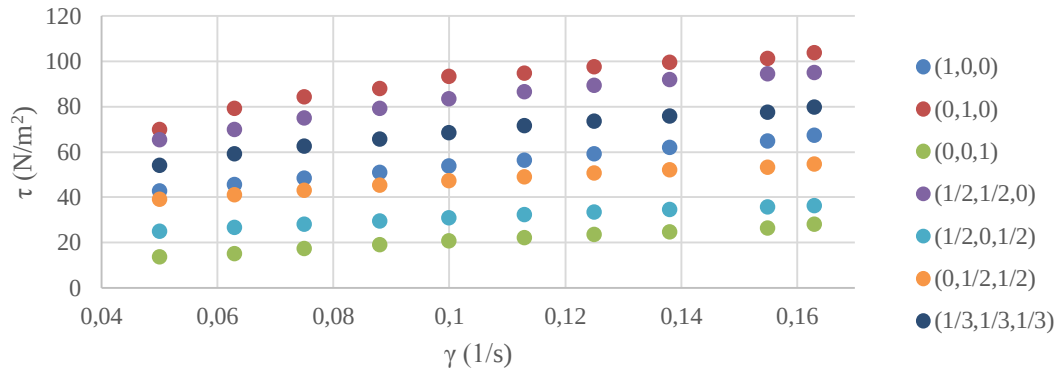


Figura 14. Esfuerzo cortante vs velocidad de corte para las 7 formulaciones de manjar blanco

5.6.1 Índice de comportamiento de flujo (n)

De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 12, no se observan diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) para el índice de comportamiento de flujo (n), obteniendo valores entre 0,29 - 0,61 para las siete formulaciones, lo cual concuerda con el estudio de Novoa & Ramírez-Navas (2016), donde se determinó el índice de comportamiento de flujo de cuatro marcas de manjar blanco de la región del Valle del Cauca, obteniendo valores de n menores a 1, esto indica que las muestras de manjar blanco presentan un comportamiento pseudoplástico, es decir, su viscosidad disminuye al aumentar el esfuerzo cortante (Lasheras, 2009).

Tabla 12. Parámetros reológicos de las siete formulaciones de manjar blanco

Formulación	n	k (P)	R ²
1,0,0	0,39 ± 0,04 ^{a,b}	1342,0 ± 104,0 ^{a,b}	0,987 ± 0,007
0,1,0	0,31 ± 0,01 ^b	1865,8 ± 61,5 ^a	0,966 ± 0,016
0,0,1	0,61 ± 0,26 ^a	606,8 ± 56,8 ^{b,c}	0,991 ± 0,004
1/2,1/2,0	0,33 ± 0,04 ^{a,b}	1767,0 ± 79,2 ^a	0,985 ± 0,008
1/2,0,1/2	0,32 ± 0,02 ^{a,b}	659,3 ± 11,6 ^c	0,995 ± 0,002
0,1/2,1/2	0,29 ± 0,05 ^b	937,5 ± 155,0 ^{b,c}	0,991 ± 0,005
1/3,1/3,1/3	0,32 ± 0,02 ^b	1429,0 ± 8,9 ^{a,b}	0,997 ± 0,001

Los valores de n, también coinciden con los resultados reportados para dulce de leche por Alvarado (2013); Hough *et al.* (1988) y Rovedo *et al.* (1991). Los valores del coeficiente de correlación R^2 son muy cercanos a 1, lo que indica que los datos obtenidos se ajustaron de manera adecuada a la ley de la potencia

5.6.2 Índice de consistencia (k)

El índice de consistencia k, es un indicador del grado de viscosidad en fluidos no newtonianos (Barnes, 2001). De acuerdo a los resultados reportados en la Tabla 12 se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), es decir, la proporción de mezcla de las harinas influyó

en el valor de este parámetro, obteniendo valores entre 606,8 hasta 1866, en donde el mayor valor alcanzado de k , corresponde a la formulación (0,1,0) la cual posee 100% de fécula de maíz, seguido de las mezclas de maíz y arroz ($\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, 0). Estos resultados se deben al mayor contenido de almidón presente en la fécula de maíz, ya que este componente es el mayor responsable de la textura que presentan muchos alimentos (Aguilera, 2009).

El valor mínimo lo obtuvo el manjar blanco con 100 % de harina garbanzo (0, 0, 1) tomando un valor k de 606,8, esto se debe a que el contenido de almidón es de 50,4 % (tabla 2) un valor menor que el de harina de arroz y fécula de maíz. Otro factor que influye en este comportamiento es el bajo poder de hinchamiento de la harina de garbanzo comparado con otras harinas (Kaur & Singh, 2005). Autores como Sing (2001), señalan que la habilidad de las harinas de leguminosas tratadas térmicamente para formar geles es debida principalmente al poder de gelificación de las proteínas, más que a la gelatinización del almidón, lo cual no es evidente en los resultados obtenidos experimentalmente. Adicionalmente, el manjar blanco elaborado con harina de garbanzo presenta una humedad mayor (Tabla 10) lo cual indica una menor viscosidad debido a la menor concentración de sólidos, obteniendo así un menor valor del índice de consistencia.

En la Figura 15, se observa que para obtener un manjar blanco con un valor de k menor a 800, se debe emplear formulaciones con un mayor contenido de harina garbanzo o una mezcla entre harina de garbanzo y harina arroz, mientras que para obtener un manjar blanco con un valor de k mayor a 1800 lo cual indica una mayor viscosidad, se debe utilizar formulaciones con mayor contenido de fécula de maíz o una mezcla de esta con una proporción de harina de arroz menor al 50 %.

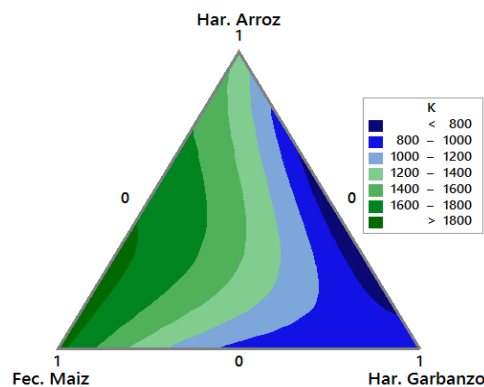


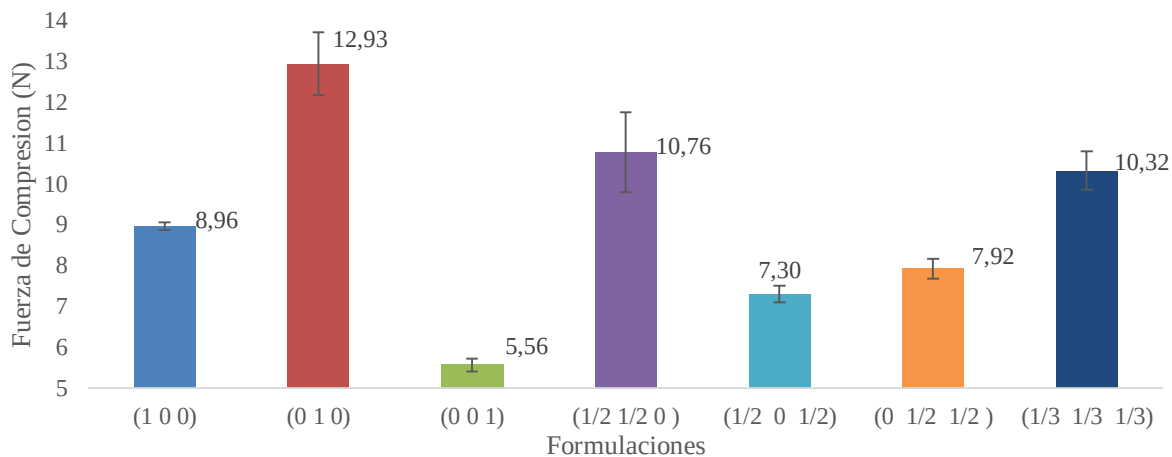
Figura 15. Índice de consistencia k

5.7 FUERZA DE COMPRESIÓN

En cuanto a los valores de fuerza de compresión, mostrados en la Figura 16, se presentó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), donde se obtuvieron valores entre 5,56 y 12,93 N, requiriendo una mayor fuerza de compresión la formulación de manjar blanco con 100 % fécula de maíz (1, 0, 0). Por otra parte, las muestras con incorporación de harina de garbanzo

necesitaron menor fuerza para ser comprimidas, alcanzando el valor mínimo la formulación con 100 % harina de garbanzo (0, 0, 1). En la gráfica se observa que hay variación en las desviaciones estándar entre formulaciones, obteniendo una mayor dispersión en los datos de la muestra (1/2, 1/2, 0), esto se debe a que los experimentos se realizaron en diferentes días, en donde las condiciones ambientales variaban, además de que no se cuenta con un proceso estandarizado para la fuerza y velocidad de agitación, por lo cual se realizaron manualmente.

Cabe recordar que de acuerdo con los resultados de la Tabla 10 el manjar blanco con harina de garbanzo obtuvo mayores valores de humedad, lo cual es debido al alto índice de absorción de agua y capacidad de retención de esta, siendo consecuencia del alto contenido de proteínas y fibra presentes en la harina, las cuales compiten físicamente por el agua (Aguilar-Raymundo & Vélez-Ruiz, 2013), lo cual ocasionó que el manjar blanco mostrará una textura más suave. Por otro lado, la harina de garbanzo presenta un contenido de almidón de 50,4 % (ver Tabla 2), el cual es más bajo respecto a las otras harinas empleadas, esta formulación no permitió obtener un producto con la consistencia característica, presentando bajos valores de viscosidad y fuerza de compresión.



Nota: (A, M, G) A=arroz, F= maíz, G=garbanzo. 1= 100%, 1/2= 50%, 1/3= 33,3%

Figura 16. Prueba de compresión para el manjar blanco

Según la Figura 17, se observa que, al incorporar mayor proporción de fécula de maíz en la formulación, se necesitará mayor fuerza para comprimirlo, lo cual se debe a las características texturales que le aporta el almidón al ser sometido a cocción en el producto final (Novoa & Ramírez-Navas, 2012), mientras que al ir aumentando la proporción de harina de garbanzo en la formulación disminuye la fuerza necesaria para comprimir el producto.

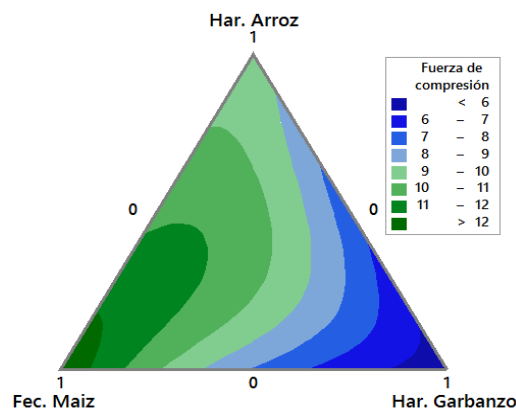


Figura 17. Fuerza de compresión

5.8 ANÁLISIS SENSORIAL

5.8.1 Análisis de preferencia

Se realizó la evaluación sensorial por medio de pruebas orientadas al consumidor para 7 formulaciones de manjar blanco. En la tabla 13 se presenta los porcentajes de harina correspondientes a cada formulación y la codificación utilizada en la evaluación sensorial.

Tabla 13. Codificación de las formulaciones del manjar blanco

Formulación	% H. arroz	% Fec. maíz	% H. garbanzo	Código
(1,0,0)	100	0	0	768
(0,1,0)	0	100	0	228
(0,0,1)	0	0	100	335
(½,½,0)	50	50	0	942
(½,0,½)	50	0	50	113
(0,½,½)	0	50	50	921
(⅓,⅓,⅓)	33,3	33,3	33,3	634

En la Figura 18 se observa que la muestra preferida fue la 942 (1/2,1/2,0), que corresponde a un manjar blanco con una mezcla de 50 % arroz y 50 % fécula de maíz, obteniendo una preferencia del 86%. La muestra con la menor preferencia fue la del manjar blanco con 100 % de harina de garbanzo (335) con un valor de 65%. Las formulaciones con mayor contenido de harina de garbanzo fueron las menos preferidas, sin embargo, existió un grado considerable de aceptación.

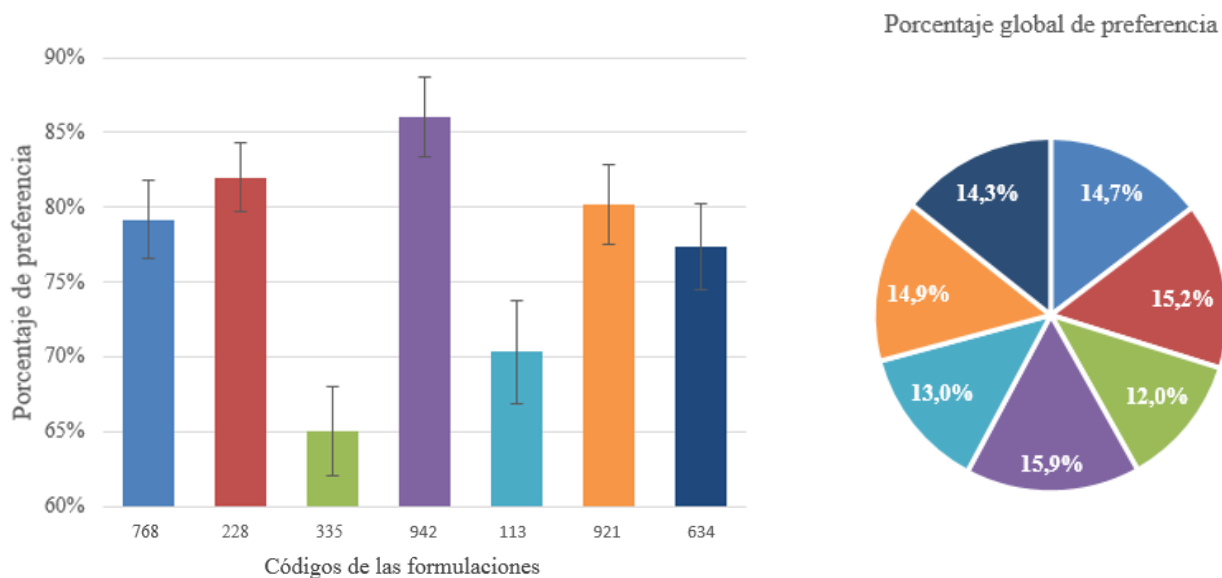


Figura 18. Preferencias entre siete formulaciones de manjar blanco

5.8.2 Análisis de aceptación

El grado de aceptación de las siete muestras de manjar blanco evaluadas sensorialmente para los atributos de olor, color, sabor y textura se resumen en los rangos promedios determinados a través de la prueba de Friedman presentados en la Tabla 14. La muestra 942 (50 % harina de arroz y 50 % de fécula de maíz) obtuvo los mayores rangos en olor (4,74), color (4,69), sabor (5,16) y textura (5,00). Los rangos más bajos para todos los atributos, los obtuvo la muestra 335 que corresponde al manjar blanco con 100 % de harina de garbanzo. Según el estadístico p, se presentaron diferencias significativas en todos sus atributos, dado que p es menor a 0,05.

Tabla 14. Prueba de Friedman para siete muestras de manjar blanco para los atributos de olor, color, sabor y textura

Código	Formulación	Rango promedio			
		Olor	Color	Sabor	Textura
768	1,0,0	3,99	4,13	3,94	4,31
228	0,1,0	4,50	4,27	4,40	4,63
335	0,0,1	3,38	3,56	2,35	2,40
942	1/2,1/2,0	4,74	4,69	5,16	5,00
113	1/2,0,1/2	3,49	3,48	3,24	3,26
921	0,1/2,1/2	4,02	4,11	4,60	4,35
634	1/3,1/3,1/3	3,89	3,76	4,31	4,05
Fr(3)		18,737	14,616	66,214	60,407
p		4,6,E-03	2,3,E-02	2,4,E-12	3,7,E-11

En la Figura 19 que se presenta a continuación, se muestra el perfil sensorial de las siete formulaciones de manjar blanco evaluadas.

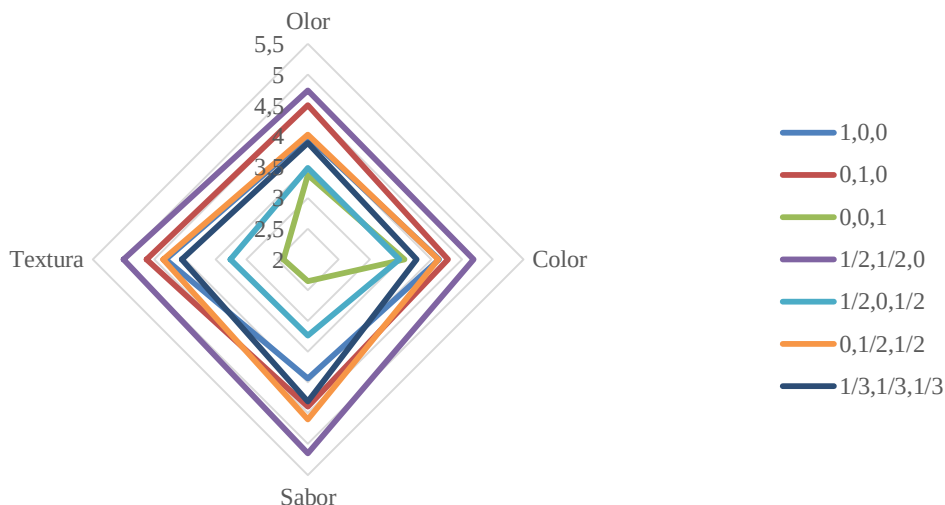


Figura 19. Perfil sensorial de las siete muestras de manjar blanco

Tabla 15. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para los atributos sensoriales de las siete formulaciones de manjar blanco evaluadas sensorialmente.

Pareja	Código	Olor		Color		Sabor		Textura	
		Z	p	Z	p	Z	p	Z	p
1	1,0,0/0,1,0	-,723b	4,7,E-01	-,961b	3,4,E-01	-1,003b	3,2,E-01	-,505b	6,1,E-01
2	1,0,0/0,0,1	-1,912c	5,6,E-02	-1,754c	8,0,E-02	-3,802c	1,4,E-04	-4,404c	1,1,E-05
3	1,0,0/1/2,1/2,0	-1,459b	1,4,E-01	-1,406b	1,6,E-01	-3,238b	1,2,E-03	-1,564b	1,2,E-01
4	1,0,0/1/2,0,1/2	-1,467c	1,4,E-01	-2,037c	4,2,E-02	-2,264c	2,4,E-02	-2,907c	3,6,E-03
5	1,0,0/0,1/2,1/2	,000d	1,0,E+00	-,346b	7,3,E-01	-1,194b	2,3,E-01	-,147c	8,8,E-01
6	1,0,0/1/3,1/3,1/3	-,449c	6,5,E-01	-1,277c	2,0,E-01	-,744b	4,6,E-01	-1,261c	2,1,E-01
7	0,1,0/0,0,1	-2,280c	2,3,E-02	-2,599c	9,3,E-03	-4,944c	7,7,E-07	-4,280c	1,9,E-05
8	0,1,0/1/2,1/2,0	-,763b	4,5,E-01	-,754b	4,5,E-01	-2,333b	2,0,E-02	-,894b	3,7,E-01
9	0,1,0/1/2,0,1/2	-2,673c	7,5,E-03	-2,833c	4,6,E-03	-2,656c	7,9,E-03	-2,989c	2,8,E-03
10	0,1,0/0,1/2,1/2	-,852c	3,9,E-01	-,875c	3,8,E-01	-,240b	8,1,E-01	-,666c	5,1,E-01
11	0,1,0/1/3,1/3,1/3	-1,148c	2,5,E-01	-2,000c	4,5,E-02	-,008b	9,9,E-01	-1,533c	1,3,E-01
12	0,0,1/1/2,1/2,0	-3,153b	1,6,E-03	-2,816b	4,9,E-03	-5,305b	1,1,E-07	-5,125b	3,0,E-07
13	0,0,1/1/2,0,1/2	-,372b	7,1,E-01	-,233c	8,2,E-01	-2,557b	1,1,E-02	-1,959b	5,0,E-02
14	0,0,1/0,1/2,1/2	-1,962b	5,0,E-02	-2,046b	4,1,E-02	-4,047b	5,2,E-05	-4,174b	3,0,E-05
15	0,0,1/1/3,1/3,1/3	-1,574b	1,2,E-01	-,474b	6,4,E-01	-4,537b	5,7,E-06	-3,871b	1,1,E-04
16	1/2,1/2,0/1/2,0,1/2	-3,285c	1,0,E-03	-2,881c	4,0,E-03	-4,194c	2,7,E-05	-3,575c	3,5,E-04
17	1/2,1/2,0/0,1/2,1/2	-1,558c	1,2,E-01	-1,441c	1,5,E-01	-1,858c	6,3,E-02	-1,489c	1,4,E-01
18	1/2,1/2,0/1/3,1/3,1/3	-2,122c	3,4,E-02	-2,250c	2,4,E-02	-2,672c	7,5,E-03	-2,492c	1,3,E-02
19	1/2,0,1/2/0,1/2,1/2	-1,670b	9,5,E-02	-2,121b	3,4,E-02	-2,730b	6,3,E-03	-2,912b	3,6,E-03
20	1/2,0,1/2/1/3,1/3,1/3	-1,344b	1,8,E-01	-,708b	4,8,E-01	-2,806b	5,0,E-03	-1,988b	4,7,E-02
21	0,1/2,1/2/1/3,1/3,1/3	-,348c	7,3,E-01	-1,254c	2,1,E-01	-,188c	8,5,E-01	-,959c	3,4,E-01

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

c. Se basa en rangos positivos.

d. La suma de rangos negativos es igual a la suma de rangos positivos.

De acuerdo con el perfil sensorial la muestra 942 presenta una mayor aceptación para olor, color, sabor y textura, las muestras 335 y 113 presentaron el menor grado de aceptación para todos sus atributos. Para realizar un análisis más detallado y determinar entre cuales muestras existen diferencias significativas, se realizó la prueba de signos de Wilcoxon. Los resultados se presentan en la Tabla 15. Para el atributo olor las parejas de muestras # 7, 9, 12, 14, 16, y 18 no presentan

diferencias significativas entre sí. Para el atributo color, las parejas # 4, 9, 11, 12, 14, 16, 18 y 19 tampoco presentan diferencias significativas. Del mismo modo que las parejas # 2, 3, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20 para el atributo color. Finalmente, para el atributo textura, las parejas # 2, 4, 7, 9, 12, 14, 15, 16, 18, 19 y 20 no presentan diferencia significativa, es decir el p es mayor a 0,05.

5.9 OPTIMIZACIÓN DE LAS MEZCLAS DE HARINA PARA LA ELABORACIÓN DEL MANJAR BLANCO

Para realizar el proceso de optimización, los resultados obtenidos de las pruebas fisicoquímicas y análisis sensoriales realizadas al manjar blanco, se analizaron por medio del programa Minitab®, usando el optimizador de respuestas e ingresando las siguientes características fisicoquímicas °Brix, parámetros de color (a^* , b^* y L^*), humedad, fuerza de compresión, índice de comportamiento de flujo (n) e índice de consistencia (k), y los atributos sensoriales como color, sabor, olor y textura, con el objetivo de usar harina de garbanzo para la elaboración del manjar blanco. La formulación óptima establecida por el programa tiene la siguiente composición: 31,31% de harina de arroz, 37,37% de fécula de maíz y un 31,31% de harina de garbanzo.

En la Tabla 16 se presentan los promedios y desviación estándar de los parámetros fisicoquímicos determinados en el manjar blanco para la fórmula optimizada y la muestra comercial.

Tabla 16. Parámetros fisicoquímicos del manjar blanco optimizado y comercial

Propiedad	Manjar blanco optimizado $\bar{X} \pm DE$	Manjar blanco comercial $\bar{X} \pm DE$
°Brix	69,00 $\pm$ 0,29	74,00 $\pm$ 0,50
pH	5,93 $\pm$ 0,01	6,01 $\pm$ 0,04
Humedad (%)	19,80 $\pm$ 0,34	20,20 $\pm$ 0,21
% Acidez	0,39 $\pm$ 0,02	0,42 $\pm$ 0,03
L^*	30,75 $\pm$ 0,10	24,92 $\pm$ 0,45
a^*	10,32 $\pm$ 0,06	12,53 $\pm$ 0,05
b^*	35,42 $\pm$ 0,21	24,70 $\pm$ 0,27
ΔE	12,40	-
Fuerza de compresión, N	11,22 $\pm$ 0,15	15,93 $\pm$ 0,23
n	0,36 $\pm$ 0,03	0,30 $\pm$ 0,02
k	1733,30 $\pm$ 9,3	1917,30 $\pm$ 113,40

5.9.1 Grados Brix

En la Tabla 15. se observa que el manjar blanco comercial presenta mayor valor en los °Brix que el manjar blanco optimizado, esto se debe a que, aunque el procedimiento es el mismo, cada fabricante emplea una formulación y tiempos de calentamiento diferentes (Novoa & Ramírez-Navas, 2012). La Norma Técnica Colombiana (NTC- 3753, 2008) no establece un valor determinado para este parámetro, aun así, ambas muestras superan los 65 ° Brix, valor

recomendado para el proceso de elaboración. Adicionalmente, en el estudio realizado a 4 muestras de manjar blanco por Novoa & Ramírez-Navas (2016) obtuvieron valores con un promedio de 72,5 Brix, lo cual es similar al valor del manjar blanco comercial.

5.9.2 pH y porcentaje de acidez

Los valores de pH y acidez del manjar blanco optimizado y comercial concuerdan a los reportados por Castañeda *et al.*, (2004) de pH en dulce de leche, los cuales se encuentran entre 5,67 y 6,14. En cuanto a la acidez los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango reportado por Gaze *et al.*, (2015) para dulce de leche con valores entre 0,23 y 0,50.

5.9.3 Porcentaje de humedad

La optimización de las mezclas de harinas permitió obtener un valor de humedad de 19,8%, similar al obtenido por el manjar blanco comercial (20,2%). Ambas muestras cumplen con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Colombiana (NTC- 3753, 2008) acorde con los valores de humedad presentados por Gaze *et al.*, (2015).

5.9.4 Color

En la Tabla 15 se presentan los valores de los parámetros de color de ambas muestras, donde el manjar blanco optimizado obtuvo mayor valor de luminosidad L^* pero menores valores para a^* y b^* respecto al manjar blanco comercial. Estos parámetros son acordes con los expresados por Castañeda *et al.*, (2004) para los dulces de leche.

Como se evidencia en la Tabla 15 la diferencia de color es perceptible por el ojo humano ya que, ΔE^* es mayor a 2 (Baltzer & Kaufmann-Jinoian, 2004). Esta variación de color se presenta debido a que la formulación óptima es diferente a la del manjar blanco comercial. Aun así, el manjar blanco obtenido de la formulación optimizada presenta el color pardo característico de este producto, lo cual se debe a que las preferencias del mercado no son uniformes, hecho que se refleja en la gama de colores que allí se oferta (Pauletti *et al.*, 2001), lo cual se puede evidenciar en los estudios presentados por Castañeda *et al.*, (2004), Gaze *et al.*, (2015) y Novoa & Ramírez-Navas (2016) en donde los resultados para L^* oscilan entre 26,36 hasta 62, los de a^* entre 13,64 hasta 17,09 y para b^* desde 17,89 hasta 37,06.

5.9.5 Fuerza de compresión

De acuerdo con la Tabla 15, la fuerza de compresión del manjar blanco comercial es mayor a la fuerza de compresión del optimizado, con valores de 15,93 y 11,22, respectivamente. Estos resultados son a causa de que el manjar blanco comercial utiliza 100% arroz, el cual tiene un mayor contenido de almidón que la formulación utilizada por el manjar blanco optimizado, ya

que la harina de garbanzo que representa el 31,31% de la mezcla de harinas presenta tan solo 50,4% de almidón (Tabla 2), lo cual disminuye la cantidad de almidón total de la mezcla. Otro factor que puede influir en este resultado es el contenido de sólidos solubles del manjar blanco comercial, que es mayor a los obtenidos por el optimizado. Adicionalmente, el manjar blanco optimizado presenta un mayor porcentaje de azúcar en la formulación siendo esta de un 23%, mientras que el comercial emplea un 18%, lo cual reduce su consistencia. Puesto que, la sacarosa compite con el almidón para retener el agua disponible, por lo tanto, se limita el grado de hinchamiento de los granos de almidón lo que afecta su textura disminuyendo su firmeza (Fennema, 1993).

5.9.6 Parámetros reológicos

5.9.6.1 Índice de comportamiento de flujo (n)

Los valores obtenidos de índice de comportamiento de flujo (n) para manjar blanco comercial y el manjar blanco optimizado, son similares. Lo cual muestra que el manjar blanco optimizado presenta el mismo comportamiento de fluido Pseudoplástico que los comerciales obteniendo un n menor a 1 (Lasheras, 2009). Esto permite deducir que la incorporación de la harina de garbanzo en la formulación óptima no influye en este parámetro y permite obtener comportamiento de fluido similar al comercial. Además, este valor coincide con los resultados reportados para dulce de leche por Alvarado (2013); Hough *et al.*, (1988) y Rovedo *et al.*, (1991).

5.9.6.2 Índice de consistencia (k)

Para los fluidos no newtonianos el índice de consistencia puede correlacionarse con la viscosidad (Barnes, 2001). De acuerdo a la tabla 15, el manjar blanco optimizado presentó un menor valor para k respecto al manjar blanco comercial, este resultado es el efecto de la mezcla de las tres harinas, especialmente el de la harina de garbanzo por su considerable contenido de fibra y proteína, que al competir por el agua propicia una disminución de la capacidad de gelificación del almidón presente (Sandoval *et al.*, 2007). Por otro lado, el mayor contenido de sacarosa en el manjar blanco optimizado ejerció un mayor efecto plastificante disminuyendo la fuerza del gel, interfiriendo con la interacción almidón-agua y modificando las propiedades reológicas del almidón, lo que se ve reflejado en la reducción de la velocidad de gelatinización y la viscosidad final del producto (Badui, 2006).

5.9.7 Contenido nutricional

En la Tabla 17 se presenta los resultados del análisis proximal del manjar blanco comercial y el manjar blanco optimizado, en donde se puede notar que la formulación óptima obtuvo porcentajes mayores para nutrientes como la proteína, fibra y cenizas. Sin embargo, a pesar de emplear en la formulación óptima harina de garbanzo, la cual es considerada buena fuente de

hidratos de carbono, proteínas, libre de colesterol, buena fuente de fibra dietética (FD), vitaminas y minerales (Jukanti *et al.*, 2012), estos resultados de proteína, fibra y ceniza, no son lo suficientemente altos para considerar un aumento significativo del contenido nutricional en el manjar blanco optimo con respecto al comercial. Además, se debe tener en cuenta que durante la reacción de Maillard hay una disminución de la calidad proteica (Hurrel, 1990). En la primera etapa de Maillard el aminoácido afectado es la lisina, la cual se inactiva. Durante el Maillard avanzado hay destrucción de lisina, bloqueo de otros aminoácidos, en especial histidina y arginina, entrecruzamiento de cadenas proteicas y formación de productos inhibidores de enzimas proteolíticas con reducción general de la digestibilidad de la proteína (Llosa, 1995). La importancia relativa de cada uno de estos efectos depende de la intensidad del tratamiento empleado, en la mayoría de los casos el deterioro de la calidad nutricional se debe principalmente a la inactivación y/o destrucción de lisina, jugando la pérdida de digestibilidad un rol menor cuando las condiciones de calentamiento no son extremas (Hurrel, 1990).

Tabla 17. Resultados análisis proximal

Análisis fisicoquímicos	Formulación optima (%)	Formulación comercial (%)
Proteína	8,84	6,10
Grasa	1,47	2,65
Fibra	0,19	0,07
Ceniza	1,47	0,70
Humedad	19,80	20,20
Carbohidratos	68,23	70,30

La composición nutricional obtenida para el manjar blanco con la formulación optimizada se debe principalmente a que la proporción en la mezcla de harinas (31,31%) y el porcentaje de harina planteado en la formulación base y que es utilizado en la elaboración de manjar blanco (3%), es muy pequeña para aumentar de manera considerable los nutrientes de esté. Además, en la Resolución 333 (2011), se establece que para considerarse un alimento como enriquecido o con buena fuente de algún nutriente debe cumplir con lo siguiente:

1. Enriquecido/Fortificado/Adicionado: por porción declarada en la etiqueta, el alimento se ha adicionado por lo menos en un 10% y no más del 100% del valor de referencia para las vitaminas, minerales, proteína y fibra dietaría, incluyendo los productos tipo comida o plato principal de una comida, en comparación con el alimento de referencia.
2. Buena fuente: por porción declarada en la etiqueta el alimento contiene 10% al 19% del valor de referencia de uno o más nutrientes. En donde los valores diarios de referencia para proteína y fibra son 50 g y 25 g respectivamente.

5.9.8 Análisis sensorial

Con los datos obtenidos de la prueba de consumidores realizadas en la empresa Harinera del Valle SAS empleando una escala hedónica de 5 puntos, se determinaron los porcentajes de

preferencia total y los estadísticos descriptivos (valores promedio desviación estándar) de las muestras de manjar blanco que corresponden a los códigos: 423 = manjar blanco optimizado (MO) y 706= manjar blanco comercial (MT).

5.9.8.1 Análisis de preferencia

En la Figura 20 se presenta el porcentaje de panelistas o consumidores que prefirieron cada una de las muestras. Se observa que el MO obtuvo una preferencia del 30 %, mientras que el MT obtuvo un mayor grado de aceptación con el 70 %.

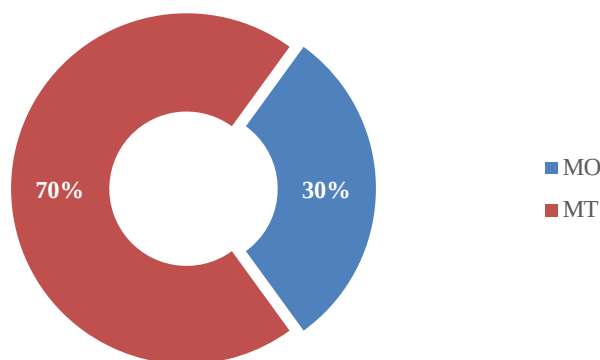


Figura 20. Porcentaje de preferencia total de las muestras de manjar blanco evaluadas

5.9.8.2 Análisis de aceptación

En la Tabla 18 se presenta los valores de la prueba de Friedman y prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para las calificaciones de los atributos sensoriales de las muestras de manjar blanco MO y MT

Tabla 18. Prueba de Friedman y prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para cada atributo sensorial de la fórmula optimizada (MO) y la muestra del producto comercial (MC)

Código	Formulación	Rango promedio			
		Olor	Color	Sabor	Textura
423	MO	1,24	1,13	1,29	1,33
706	MT	1,76	1,87	1,71	1,67
Fr(3)		19,882	30,422	11,308	7,410
p		8,2,E-06	3,5,E-08	7,7,E-04	6,5,E-03
MO/MT	Z	-4,276b	-5,478b	-3,597b	-3,230b
	p	1,9,E-05	4,3,E-08	3,2,E-04	1,2,E-03

Se permite observar que la calificación más alta para el atributo olor, la obtuvo la muestra 706, según los comentarios de los panelistas les gustó porque el olor era más intenso. En cuanto al color, nuevamente la muestra MT obtuvo la calificación más alta, mientras que algunas observaciones de los consumidores catalogaron el color de la muestra MO como un color poco

característico de este tipo de producto. Para el sabor, el manjar blanco optimizado obtuvo una calificación menor, la incorporación de la harina de garbanzo, por su sabor característico que le confiere al producto, pudo haber influenciado la decisión de los panelistas. Finalmente, en cuanto a la textura gustó más la muestra MT. En la Figura 21 que se presenta a continuación se muestra el perfil sensorial de ambas muestras de manjar blanco.

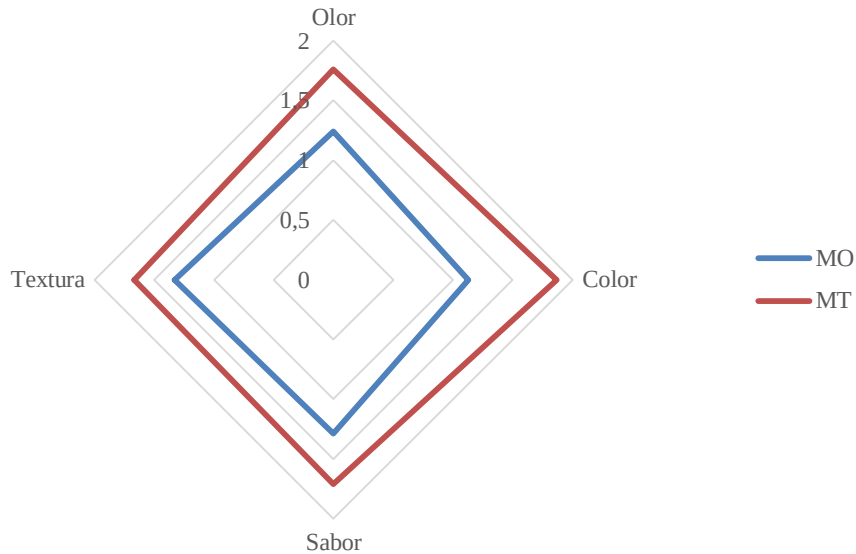


Figura 21. Perfil sensorial de las muestras de manjar blanco

En la Figura anterior se puede observar que, para todos los atributos sensoriales, el manjar blanco optimizado tiene una menor calificación, donde la diferencia más marcada se presenta en el color.

6 CONCLUSIONES

La proporción de mezcla de las harinas en cada formulación influye en las propiedades fisicoquímicas del manjar blanco como la viscosidad, textura, humedad y color. Las diferentes formulaciones no afectan el comportamiento de flujo del producto, puesto que, todas las muestras de manjar blanco presentaron un comportamiento pseudoplástico. La viscosidad y textura del manjar blanco se vio afectada significativamente con la incorporación de la harina de garbanzo, ya que al incrementar su proporción disminuye su viscosidad y genera una textura más suave. La formulación óptima presento la siguiente proporción de harinas: 37,37% de fécula de maíz, 31,31% de harina de arroz y 31,31% harina de garbanzo, la cual al ser analizada y comparada con el manjar blanco comercial presentó menor aceptación para todos los atributos sensoriales evaluados (color, olor, sabor y textura), adicionalmente la formulación optima tuvo una preferencia de tan solo el 30%. La incorporación de harina de garbanzo en el manjar blanco optimizado aumentó muy poco el porcentaje de proteína y fibra respecto al manjar blanco comercial.

7 RECOMENDACIONES

Realizar una investigación sobre las temperaturas de gelificación de los almidones presentes en las harinas, así como de sus propiedades reológicas, capacidad de gelificación y propiedades de hidratación.

Realizar un análisis sensorial descriptivo con panelistas entrenados, para identificar los descriptores y la escala adecuada para hacer el comparativo de las pruebas con el manjar blanco comercial o patrón.

No se recomienda utilizar la harina de garbanzo para la elaboración del manjar blanco, puesto que modifica parámetros de calidad del producto, tales como la viscosidad, fuerza de compresión y características sensoriales, lo cual lo hace menos preferible por los consumidores.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Raymundo, V., & Vélez-Ruiz, J. (2013). Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 7(2), 25-34.
- Aguilera Gutierrez, Y. (2009). Harinas de leguminosas deshidratadas: Caracterización nutricional y valoración de sus propiedades tecno-funcionales. (Tesis de doctorado), Universidad Autónoma de Madrid, Madrid-España
- Alvídrez-Morales, A., González-Martínez, B. E., & Jiménez-Salas, Z. (2002). Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. *RESPyN*, 3(3), 25-30.
- Anzaldúa-Morales. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza: Acribia S.A.
- Arrabal, M. V., & Ciappini, M. C. (2000). Prueba de aceptabilidad en miel. *Redalyc*, 141-147.
- ASOCAÑA. (2012). El sector azucarero Colombiano en la actualidad. Recuperado de : <http://www.asocana.org/publico/info.aspx?Cid=215>.
- Aurand, L. W. (Ed.). (2013). *Food composition and analysis*. Springer Science & Business Media.
- Badui, S. (1993). *Proteínas. Química de alimentos*. Ciudad de México, México: Pearson Education.
- Baltzer, A., & Kaufmann-Jinoian, V. (2004). The determination of the tooth colors. *Quintessenz Zahntech*, 30(7), 726-740.
- Barreiro M., J. A., & Sandoval B., A. J. (2006). *Operaciones de Conservación de Alimentos por Bajas Temperaturas*. Caracas: Equinoccio Universidad Simón Bolívar.
- 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.
- Castillo, D. (2014). Determinación de proteína mediante el método de Kjeldahl. Universidad nacional del Santa. Chimbote - Perú.
- Cortés Jiménez, A., Álvarez, J., & Ramírez-Navas, J. (2014). Panelitas de leche colombianas. *Tecnología Láctea Latinoamericana* ISSN 0328-4158. 81. 64-69.
- Da Silva, J. T., Gonçalves, J., De Sousa e Silva, N. A., Ribeiro, M., & De Paula, C. D. (2013). Caracterização físico-química e sensorial de pão de forma contendo farinha mista de trigo e quinoa. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 15(3), 305- 319. Recuperado a partir de <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev153/Art15313.pdf>
- Da Silva, J. T., Ribeiro, M., De Paula, C. D., Leite, D., & Paes, J. B. (2011). Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 29(1), 83-96
- Decreto 616. (2006). Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendi, importe o exporte en el país. Ministerio de la protección social.
- Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., Clementz, A., y Pranzetti, V. (2010). El color en los alimentos: determinación de color en mieles. *Invenio: Revista de investigación académica*(25), 145-152.
- Domene, M. A., & Segura, M. (2014). *Negocio agroalimentario y cooperativo: Fichas de transferencia*. CAJAMAR (005), 1-2.
- Duodu, K. G., & Minnaar, A. (2011). *Legume Composite Flours and Baked Goods: Nutritional*,

- Functional, Sensory, and Phytochemical Qualities. Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention. Elsevier Inc. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-380886-8.10018-2>
- FENALCE. (2016). Garbanzo. Recuperado de : <http://www.fenalce.org/nueva/pg.php?pa=82>.
- Fennema, O. R. (1993). Química de los alimentos. Editorial Acribia. Segunda edición.
- Guarnizo Franco, A., & Martínez Yepes, P. N. (2009). Experimentos de Química Orgánica. Armenia, Quindío, Colombia: Elizcom S.A.S.
- Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2008). Análisis y diseño de experimentos. Guadalajara, México: Mc Graw Hill.
- Hernández, L. A. G. (2005). La globalización productiva y comercial de la leche y sus derivados: articulación de la ganadería intensiva lechera de la Comarca Lagunera. Ciudad de México, México: Plaza y Valdés.
- Hoyos Sánchez, D., Peña, P., & Giselle, A. (2015). Utilización de harinas compuestas de maíz y garbanzo adicionadas con fibra de cáscara de piña para sustitución de harina de trigo en productos de panificación. (Tesis de pregrado), Universidad del Valle, Cali-Colombia.
- Hulton, C. W.; Campbell, A. M. Water and fat absorption. In Protein functionality in foods; Cherry, J. P., Eds. American Chemical Society, Washington, DC, 1981; pp 177-200.
- Hurrell, R. (1990). Influence of the Maillard reaction on the nutritional value of foods. The Maillard reaction in food processing, human nutrition and physiology, 1, 245-258.
- INFOAGRO. (2002). El cultivo de garbanzo. Recuperado de: <http://www.infoagro.com/herbaceos/legumbres/garbanzo.htm>.
- Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C., & Chibbar, R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. British Journal of Nutrition, 108(S1), S11-S26.
- Kaur, M., & Singh, N. (2005). Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. Food Chemistry, 91(3), 403-411. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.015>
- Lasheras, A. J. (2009) Determinación de las propiedades reológicas de soluciones acuosas de carboximetilcelulosa (CMC), por mediciones experimentales en viscosímetro rotacional AR – G2. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Llosa, R. A. (1995). Influencia de las condiciones de elaboración de dulce de leche en la pérdida de lisina reactiva. Estudio cinético. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Martínez, A. G. (2010). *Preelaboración y conservación de alimentos*. Madrid, España: Akal.
- Mendoza, F., y Aguilera, J. (2004). Application of image analysis for classification of ripening bananas. *Journal of food science*, 69(9).
- Minchón, C., Mío, E., & Córdova, K. (2011). Nonparametric multiple comparisons in sensory evaluation of appearance and flavor of three brands of commercial beer. *Revista ECIPEÚ*, 8(2), 19-24.
- Minolta, K. (2012). Comunicación Precisa de los colores: Recuperado el 31 de marzo de 2018.
- Morcillo Ortega, G., Cortés Rubio, E., & García López, J. L. (2013). Biotecnología y Alimentación. Madrid: UNED
- Morillas-Ruiz, J. M., & Delgado-Alarcón, J. M. (2012). Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales. *Nutr. clín. diet. hosp*, 32(2), 8-20.
- Mott, R. L. (2006). Mecánica de fluidos. México: Pearson Educación.
- Narváez-González, E. D., Figueroa, J., Taba, S., Castaño, E., & Martínez-Peniche, R. (2007).

- Efecto del tamaño del gránulo de almidón de maíz en sus propiedades térmicas y de pastificado. *Rev. Fitotec. Mex*, 30(3), 269-277
- Nielsen, S. S. (Ed.). (1998). *Food analysis* (Vol. 86). Gaithersburg, MD: Aspen Publishers.
- Nielsen, S. S. (2017). *Food analysis laboratory manual*. Springer.
- Novoa, D. F., & Ramírez-Navas, J. S. (2012). Manjar Blanco del Valle: Un dulce de leche típico colombiano. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 68, 48-52.
- Nollet, L. M. L. (1996). Handbook of food analysis. *Food science and technology (USA)*.
- NTC-3757. (2008). *Arequipe o dulce de leche y manjar blanco* Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Nursten, H. (2005). The maillard reaction chemistry, biochemistry and implications. London: The Royal Society of Chemistry.
- García, O. E., Infante, R. B., & Rivera, C. J. (2008). Alimentary fiber definition. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 21(1), 25-30. Recuperado en 02 de mayo de 2018, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522008000100005&lng=es&tlng=en.
- Olivas-Gastélum, R., Nevárez-Moorillón, G. V., & Gastélum-Franco, M. G. (2009). Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos. *Tecnociencia Chihuahua*, 3(1), 1-7.
- Ortiz-Alvarez, J.; Cortés-Jiménez, A.; Ramírez-Navas, J. (2017). Estandarización de una formulación de panelitas de leche: estudio preliminar. *Rev. Cienc. Agr.* 34(1):64 - 73. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.173401.63>
- Ossa, G. P. (2007). *Fogón de negros: cocina y cultura en una región latinoamericana*: Convenio Andrés Bello.
- Pauletti, M.S.; Matta, E.J.; Rozycki, S. (1999) Kinetics of heat induced browning in concentrated milk with sucrose as affected by pH and temperature. En: *Food Science and Technology International*. 5(5):407-413.
- Pauletti, M.S.; Pérez, J.A.; Fernández, J.; Sayas, E. (2001) Fabricación de Dulce de Leche. En: *Industrialización de productos de origen animal*. Alicante: Universidad Manuel Hernández. pp. 255-280. ISBN 84-95315-65-3.
- Ramírez-Navas, J. S. (2012) Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor: Revista ReCiTeIA.
- Ramírez-Navas, J. S. (2006). *Introducción a la Reología de Alimentos*. Cali, Colombia: ReCiTeIA.
- Resolución 333. (2011). Ministerio de la protección social.
- Rodríguez, A., Piagentini, A., Rozycki, S., Lema, P., Pauletti, M. S., & Panizzolo, L. A. (2011). Evolución del desarrollo del color en sistema modelo de composición similar al dulce de leche. Influencia del tiempo de calentamiento y del pH. *Innotec*, (7).
- Romo S., L. (1972). *Química - Física*. Quito, Ecuador: Universitaria (UCE).
- Rozycki, S. D.; Pauletti, M. S.; Costa, S. C.; Piagentini, A. M.; Buera, M. P. (2007) The kinetics of colour and fluorescence development in concentrated milk systems. En: *International Dairy Journal*. 17(8):907-915.
- Sandoval, A. P., Farhat, I., & Fernández, A. (2007). Comportamiento reológico de harinas y almidones de yuca (*manihot esculenta crantz*) durante un proceso de extrusión. *Vitae*, 14(1).
- Sirosky, Z. E. (2007). *The role of proteins in food. Chemical and functional properties of food componentes* Boca Raton, Estados Unidos de America: Press Taylor and Francis Group.
- Torres, R. L., Gonzáles, R., Sánchez, H. D., Osella, C. A., & Torres, M. (1999). Comportamiento de variedades de arroz en la elaboración de pan sin gluten. *Archivos latinoamericanos de*

- nutrición*, 49(1), 162-165.
- Valencia Maldonado, B. D. (2009). *Evaluación técnica financiera de la industrialización del garbanzo (Cicer arietinum) usando proceso de extrusión*. (Tesis de pregrado), Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Vera, N. (2015). Entrenamiento de un Panel de Evaluación Sensorial, para el Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. (Tesis de pregrado), Universidad de Chile, Santiago-Chile.
- Watts, B. M., & Centre, I. D. R. (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos: IDRC/CRDI.
- Wood, J.A y Grusak, M.A. (2007). Nutritional value of chickpea (págs. 121–132). En: S.S. Yadav, R. Redden, W. Chen y B. Sharma (eds.). *Chickpea Breeding and Management*. CAB International.
- 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. ANOVA PARA PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Tabla 19. Análisis de varianza

Atributo	Valor P
% Acidez	0,751
°Brix	0,535
% Humedad	0,507
pH	0,314
a*	0,013
b*	0,000
L*	0,000
Fuerza de compresión	0,020
Olor	0,482
Sabor	0,015
Color	0,234
Textura	0,135
k	0,009
n	0,055

9.2 ANEXO B. OPTIMIZADOR DE RESPUESTA DE MINITAB

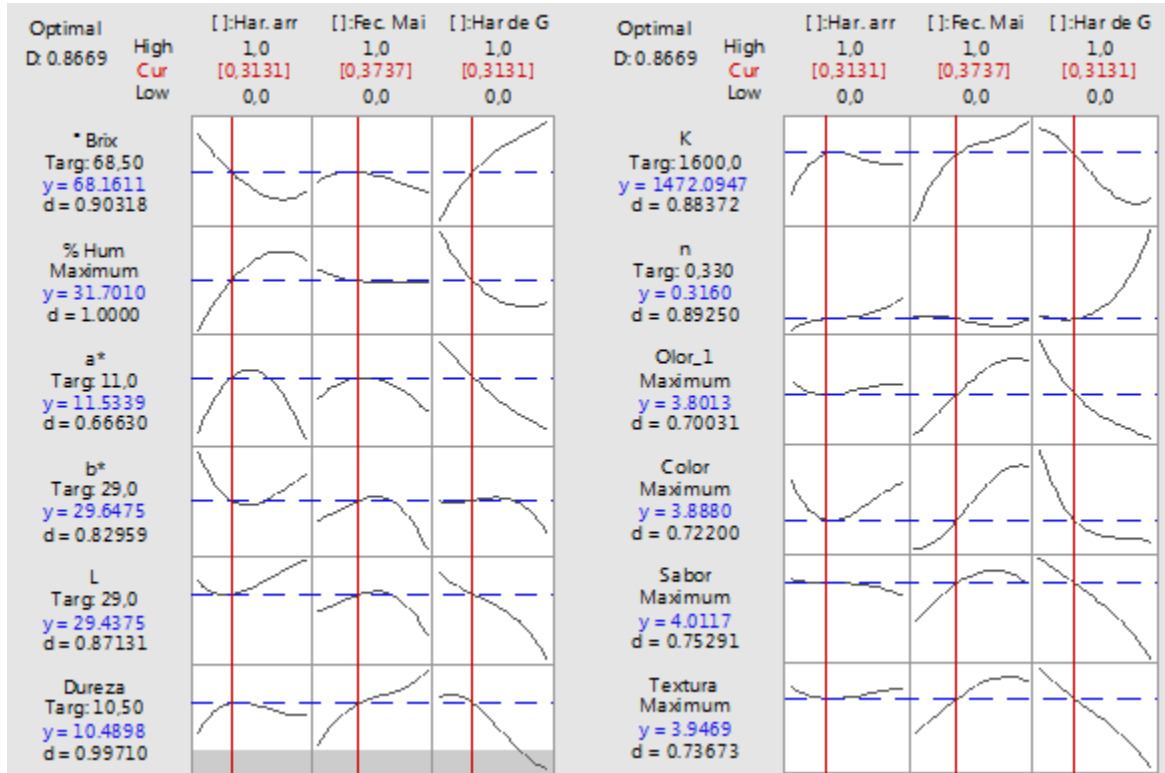


Figura 22. Parámetros de optimización

9.3 ANEXO C. FORMATO DE ANÁLISIS SENSORIAL PARA PRUEBA DE CONSUMIDORES



Universidad del Valle

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

Fecha

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

Prueba hedónica de 5 puntos de aceptación

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan cuatro muestras de 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, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

NOTA: Recuerde tomar agua y comer galletas entre muestras

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	me disgusta mucho	4	me gusta moderadamente
2	me disgusta moderadamente	5	me gusta mucho
3	no me gusta ni me disgusta		

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA

¡Gracias por su colaboración!

Observaciones adicionales: _____

9.4 ANEXO D. FORMATO PRUEBA DE CONSUMIDORES FORMULACIÓN OPTIMIZADA

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 y comer galletas 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

¡Gracias por su colaboración!

Observaciones adicionales: _____