



**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE UNA MEZCLA DE HARINA DE ARROZ Y
FÉCULA DE MAÍZ, SOBRE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL MANJAR
BLANCO DEL VALLE**

**FERNANDO PRADO CADAVID
JUAN MANUEL PRIETO VALLECILLA**

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

**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE UNA MEZCLA DE HARINA DE ARROZ Y
FÉCULA DE MAÍZ, SOBRE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL MANJAR
BLANCO DEL VALLE**

Autores:

**FERNANDO PRADO CADAVID
Cód. 1625672**

**JUAN MANUEL PRIETO VALLECILLA
Cód. 1036432**

**Propuesta de trabajo de grado como requisito parcial para optar por el 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
SANTIAGO DE CALI
2018**

DEDICATORIA

A Dios por permitirme culminar mis estudios, a mis padres por creer en mí y apoyarme hasta el final, además de ayudarme a levantar cuando más lo necesitaba, a mi hermano por sus enseñanzas y su interés por mi carrera.

A mis amigos por apoyarme a cada instante y estar en los buenos y malos momentos.

Fernando Prado Cadavid

A mis padres, que me inculcaron la importancia del estudio como un fin para ser una persona integral en cada aspecto de la vida, siempre alentándome para no retroceder y alcanzar todas mis metas. A mi hermano, que al igual que mis padres es un motivo más para cosechar triunfos. A mis abuelas y familiares, que estuvieron al tanto de mi etapa profesional. A mi novia Dora por brindarme su apoyo incondicional y la motivación para no dudar de mis capacidades.

Juan Manuel Prieto Vallecilla

AGRADECIMIENTOS

A Dios, que nos dio la fuerza, paciencia y perseverancia para culminar esta bonita etapa.

A los profesores Juan Sebastián Ramírez-Navas y Juan Carlos Gómez Daza por su colaboración y acompañamiento durante la realización de este proyecto de grado.

A nuestros padres por su apoyo incondicional e inculcarnos la importancia de ser un profesional, no hubiera sido posible lograr esta meta sin ellos.

A la Escuela de Ingeniería de Alimentos, y el profesorado por todas las enseñanzas recibidas durante nuestra carrera.

TABLA DE CONTENIDO

Lista de Tablas	5
Lista de Ecuaciones	5
Lista de Figuras	6
Resumen	7
Abstract	8
1 Introducción	9
2 Planteamiento del problema de investigación.....	11
2.1 Problema de investigación	11
2.2 Justificación	11
2.3 Hipótesis	11
2.4 Objetivos.....	12
3 Marco teórico	13
3.1 Antecedentes.....	13
3.2 Generalidades del Manjar Blanco	16
3.3 Materias Primas	17
3.4 Proceso de elaboración	21
4 Metodología.....	24
4.1 Ubicación.....	24
4.2 Materiales	24
4.3 Diseño experimental	24
4.4 Elaboración del MB	25
4.5 Determinación de parámetros fisicoquímicos.....	25
4.6 Evaluación sensorial	28
4.7 Análisis estadístico	29
4.8 Diseño de un agitador para la elaboración de MB.....	29
5 Resultados y discusión.....	31
5.1 Elaboración del Manjar Blanco del Valle utilizando dos tipos de almidón.....	31
5.2 Parámetros fisicoquímicos.....	31
5.3 Evaluación sensorial	35
5.4 Diseño de un agitador para la elaboración de Manjar Blanco	39
6 Conclusiones.....	43
7 Recomendaciones.....	45
8 Referencias	46
9 Anexos.....	49
9.1 Anexo 1: Análisis de Varianza de parámetros fisicoquímicos	49
9.2 Anexo 2: Formulario para análisis sensorial.....	51
9.3 Anexo 3: Diseño de agitador	52

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Diseño experimental utilizado.....	25
Tabla 2. Formulaciones del MB elaborado	25
Tabla 3. Resultados de pruebas fisicoquímicas (determinación colorimétrica) de las diferentes formulaciones de Manjar Blanco (X±DE)	31
Tabla 4. Resultados de pruebas fisicoquímicas de las diferentes formulaciones de Manjar Blanco (X±DE).....	33
Tabla 5. Codificación de muestras.	35
Tabla 6. Estadísticos descriptivos y prueba de Friedman para los atributos sensoriales de cuatro marcas de leche evaluadas sensorialmente *	37
Tabla 7. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para los atributos sensoriales de las seis formulaciones de Manjar Blanco (incluyendo el patrón) evaluadas sensorialmente.	38
Tabla 8. Datos obtenidos para las condiciones finales del agitador	42
Tabla 9. Resultados ANOVA.....	49
Tabla 10. Resultados test de Tukey ^a	49
Tabla 11. Parámetros de diseño para el sistema de agitación de Manjar Blanco	53
Tabla 12. Información sobre MB y soluciones azucaradas.....	54

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. % Ácido láctico	26
Ecuación 2. Grados Dornic	26
Ecuación 3. Factor de pardeamiento	26
Ecuación 4. Diferencia de color	26
Ecuación 5. Croma o saturación.....	26
Ecuación 6. Tonalidad.....	26
Ecuación 7. Numero de Reynolds	30
Ecuación 8. Número de potencia.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de MB del Valle.....	24
Figura 2. Colorímetro ColorFlex.....	27
Figura 3. Portamuestras para análisis de color	27
Figura 4. Refractómetro ATC FG-109	28
Figura 5. Viscosímetro Brookfield utilizado para la determinación de la viscosidad aparente del MB.	28
Figura 6. Disposición de las muestras para la evaluación sensorial.....	29
Figura 7. Viscosidad de cada una de las formulaciones.....	34
Figura 8. Diferencias entre cada una de las formulaciones de Manjar Blanco *	36
Figura 9. Diferencias entre formulaciones de Manjar Blanco según edades *	36
Figura 10. Diferencias entre formulaciones de Manjar Blanco según el género *	36
Figura 11. Perfil sensorial de las muestras de Manjar Blanco *	38
Figura 12. Variación de los grados Brix (°Bx) respecto al tiempo y temperatura de elaboración de Manjar Blanco	40
Figura 13. Variación de la viscosidad [Pa-s] respecto al tiempo y temperatura de elaboración de Manjar Blanco	41
Figura 14. Variación de la densidad [kg/m ³] respecto al tiempo y temperatura de elaboración de Manjar Blanco	42
Figura 15. Formatos de evaluación sensorial.	51
Figura 16. Correlaciones de potencia para diversos impulsores y deflectores	52
Figura 17. Proporciones geométricas para un sistema de agitación.....	52
Figura 18. (a) Agitador de tipo turbina con 4 aspas inclinadas (b) Agitador de tipo turbina con 6 aspas inclinadas.....	53
Figura 19. Sistema de agitación con agitador de turbina de seis aspas. (a) patrones de flujo (b) vista superior (c) dimensiones de la turbina y el tanque.....	54

RESUMEN

Se desarrollaron varias formulaciones de Manjar Blanco utilizando harina de arroz, fécula de maíz y la mezcla de ambas, como una alternativa que brinda al producto final la textura ideal, propia del Manjar Blanco. Mediante la evaluación instrumental se determinó el efecto de la adición de las dos clases de almidón en diferentes proporciones (100:0, 70:30, 50:50, 30:70, 0:100) sobre los parámetros de calidad del producto (sólidos solubles, pH, acidez titulable, color y viscosidad). Además, se aplicó ANOVAS a los datos obtenidos para determinar diferencias estadísticas significativas entre cada uno de los parámetros. Como prueba post Hoc se utilizó el test de Tukey, con un nivel de significancia del 5%. Cada una de las formulaciones fue evaluada sensorialmente con una prueba hedónica de 5 puntos. Para determinar diferencias entre cada uno de los atributos sensoriales se realizó la prueba de Friedman y la prueba de signos de Wilcoxon. Finalmente, se observó una tendencia de la fórmula 70:30 (Harina de Arroz-Fécula de Maíz respectivamente) por ser la de mayor agrado entre las demás. Con el fin de poder industrializar el proceso de elaboración de Manjar Blanco, que actualmente es artesanal; se escogió el tipo de agitador, se establecieron sus parámetros de diseño y se calculó el número de Reynolds, para así determinar el número de potencia (1,25) y con éste la potencia requerida por el equipo (0,1 kW), para que el producto sea agitado y obtener un producto netamente industrial.

Palabras clave: propiedades fisicoquímicas, sólidos solubles, color, pH, acidez, viscosidad, análisis sensorial, número de potencia.

ABSTRACT

Several formulations of Manjar Blanco were developed using rice flour, corn starch and the mixture of both, as an alternative that provides the final product with the ideal texture, typical of the Manjar Blanco. The effect of the addition of the two kinds of starch in different proportions (100: 0, 70:30, 50:50, 30:70, 0: 100) on the parameters of product quality, was determined by the instrumental evaluation of soluble solids, pH, titratable acidity, color and viscosity. In addition, the application of ANOVAS for the determination of significant differences between each of the parameters, as a post-hoc test, Tuckey was used with a level of significance of 5%. Each of the formulations was evaluated sensory (preferably analysis) with a 5-point test. To determine differences between each of the attributes, the Friedman test and the Wilcoxon sign test were performed. Finally, a tendency of the formula 70:30 (Rice Flour-Corn Starch respectively) was observed because it was the most liked among the others. In order to be able to industrialize the elaboration process of Manjar Blanco, which is currently handmade; the type of agitator was chosen, its design parameters were established and the Reynolds number was calculated, in order to determine the power number (1.25) and with this the power required by the equipment (0.1 kW), to that the product is agitated and obtain a purely industrial product.

Keywords: Physicochemical properties of food, Soluble solids, Color, pH, Acidity, Viscosity, Sensory analysis, Power number.

1 INTRODUCCIÓN

El dulce de leche es un producto típico de varios países latinoamericanos. En Colombia uno de los dulces de leche más importantes es el Manjar Blanco del Valle (MB). En el Valle del Cauca es un producto autóctono y se consume como una golosina o acompañante de otros productos de repostería [Santos, 2001]

El MB es un producto obtenido por concentración, mediante sometimiento al calor a presión normal (durante o en gran parte del proceso) de la mezcla de leche cruda o leches procesadas, con el agregado de azúcares y otros ingredientes o aditivos permitidos, en este caso la adición de un agente espesante, principalmente harina de arroz, que brinda al producto una consistencia pastosa. En el proceso de producción se destaca su elaboración en su mayor parte artesanal [Novoa y Ramírez-Navas, 2012; Santos, 2001]. De igual manera, la NTC 3757 define al Manjar Blanco como un producto higienizado por la concentración térmica de una mezcla de leche, sacarosa u otros edulcorantes y aditivos permitidos por la legislación nacional vigente [ICONTEC, 2008].

El consumo de MB constituye uno de los hábitos alimenticios más arraigados en la población latinoamericana, especialmente en países como Argentina, Chile, Uruguay, Colombia, Perú y Ecuador [Williams, 2013]. Para su elaboración se utiliza leche de vaca entera líquida, azúcar blanco, harina de arroz y/o almidón de maíz para dar la consistencia deseada y la utilización de bicarbonato de sodio para la neutralización de la acidez de la [Novoa, 2012b].

Cabe destacar la influencia indígena, española y africana en la variedad de productos tradicionales colombianos. El MB tuvo su origen en la época de la esclavitud, proveniente de las costumbres culinarias españolas, quienes a su vez habían adquirido estas tradiciones de los árabes. Inicialmente, la preparación se realizaba con leche de almendras y azúcar, mezclando y concentrando a fuego lento hasta alcanzar una consistencia gruesa a la que llamaron MB. Fue entonces en los tiempos de la colonia, donde las matronas españolas enseñaban la receta a sus esclavas, quienes reemplazaron la leche de almendras debido a su escasez y su alto costo por la leche de vaca, que abundaba en la zona. La utilización del arroz remojado fue idea de las cocineras, quienes conocían el cultivo de aquel cereal en tierras africanas. La preparación tomaba alrededor de 6 horas y se realizaba en una paila de cobre, ideada por los europeos, fue así como realizaron una receta similar a la del MB, utilizando accesorios de cocina criollos, tales como totumos, cagüingas y mecedores, lo que permitió llegar al punto de la actual y tan conocida receta de este dulce típico [Novoa y Ramírez-Navas, 2012]

El MB se caracteriza por tener un sabor dulce y una sensación agradable al paladar, su elaboración y el principio de conservación se basan en la concentración de sólidos, obteniendo así un producto con un contenido aproximado de 65°Brix (haciéndolo menos propenso a ataques microbianos) y un color pardo opaco, como resultado de las reacciones de Maillard. A pesar de ser un producto elaborado artesanalmente, éste puede realizarse de manera industrial en marmitas abiertas provistas de agitadores a presión atmosférica o por combinación de evaporadores al vacío y marmitas totalmente cerradas [Novoa y Ramírez-Navas, 2012; Rojas y Treguear, 2004; Montero, 2000].

En el presente trabajo de grado, se estudió el efecto de la mezcla de harina de arroz y fécula de maíz sobre los parámetros de calidad del MB, donde se evaluó no sólo la aceptabilidad del producto, sino también su comportamiento reológico y la posibilidad de industrializar el proceso basándose en el número de potencia como requerimiento del equipo de agitación.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Actualmente, el proceso de elaboración del MB en muchas pymes y mini pymes no se encuentra totalmente tecnificado. Hay quienes utilizan aditivos, tales como espesantes y/o estabilizantes, con el fin de mejorar la consistencia, sin embargo, desconocen. Las características fisicoquímicas que logran aportar cada uno. Es aquí donde efectivamente surge el problema, pues no hay claridad en los procedimientos y el uso adecuado de aditivos para la elaboración de este producto típico en la región vallecaucana. En consecuencia, los resultados en el producto son diversos, es decir, los lotes de producción presentan diferencias de color, textura y sabor siendo las propiedades físicas unos de los principales parámetros de control de calidad en la industria alimentaria. Para este caso surge la pregunta, ¿cuál es la relación adecuada de almidón (harina de arroz y/o fécula de maíz) que proporcionará mejores características fisicoquímicas y sensoriales en el MB? ¿Qué potencia será requerida por un agitador en la fabricación de MB con la formulación seleccionada como la de mayor aceptación y mejores propiedades?

2.2 JUSTIFICACIÓN

Al observar las tendencias actuales en la industria del MB y sus derivados se observa la necesidad de desarrollar e implementar una caracterización de sus propiedades fisicoquímicas y estandarización en sus procesos de elaboración que se presente como una propuesta tecnificada, pero de fácil entendimiento y aplicación. La caracterización de las propiedades fisicoquímicas del MB permite al empresario 1) aplicar los conocimientos de una manera segura y eficiente; 2) garantizar un producto de buena calidad logrando estandarizar sus propiedades organolépticas generando una buena aceptación por parte de los consumidores y al mismo tiempo identificar las fortalezas y debilidades; y 3) tomar decisiones apropiadas para el desarrollo de nuevos productos. Por esta razón, se espera realizar un aporte de ingeniería, desde la caracterización de las propiedades físicas del MB, así mismo, como apoyo a las Pymes o pequeños emprendedores que desean tecnificar el proceso de elaboración de este tradicional dulce vallecaucano.

2.3 HIPÓTESIS

Una combinación ideal de fécula de maíz y harina de arroz en el proceso de elaboración del MB proporciona unas mejores características fisicoquímicas y sensoriales al producto terminado.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

Evaluar el efecto de la mezcla de harina de arroz y fécula de maíz sobre las propiedades físicoquímicas y sensoriales del Manjar Blanco del Valle.

2.4.2 Específicos

- Determinar la formulación ideal de la mezcla de harinas empleadas para la fabricación del Manjar Blanco que presente mejores características físicoquímicas.
- Evaluar mediante análisis sensorial la preferencia y aceptación de las diferentes formulaciones.
- Dimensionar un agitador para la producción de las mezclas propuestas, con las condiciones físicoquímicas encontradas.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 ANTECEDENTES

Actualmente se discute el origen del MB, los europeos dicen ser sus creadores; sin embargo, reconocen la influencia árabe en la preparación del mismo. En Cataluña, donde también se conoce con el nombre de MB, se encuentran recetas que datan desde el siglo II d. de C. Los europeos mencionan que en los antiguos recetarios árabes pueden encontrarse formas de preparar arroz con leche y cremas de arroz, más no una fórmula del MB como tal, aunque reconocen que el arroz y el azúcar son dos ingredientes esenciales en las preparaciones de influencias árabes [Castro y Julio-Sierra, 2013].

Existen dos tipos de manjar: uno de menor consistencia utilizado como postre (manjar untado) y otro de consistencia mayor debido a la incorporación de almidón, utilizando como producto de confitería (manjar sólido) [Rovedo, 1991]. En su elaboración es importante la concentración de sólidos solubles (aumentar la cantidad de azúcar en la formulación) para obtener un producto de mayor solidez y con propiedades texturales necesarias para lograr el amoldado y evitar la adherencia del producto en moldes e instrumentos de manipulación [Hormazábal, 2005; Cifuentes, 1982]. No sólo se destaca la concentración de la leche mediante el sometimiento al calor para obtener el dulce, también son importante las reacciones que ocurren dando como resultado la formación de pigmentos pardos que reaccionan con la caseína (reacciones de Maillard) que además tiene efectos sobre la textura, produciendo el entrecruzamiento de las proteínas de la leche [Fayle, 2002; FIA, 2000].

En el 2004, Castañeda *et al.*, con el fin de promover y difundir el dulce de leche como producto autóctono en el exterior, se elaboró la caracterización del mismo, para ello realizaron el análisis de las características fisicoquímicas, reológicas y sensoriales del dulce de leche, elaborado por ocho empresas que se asociaron al programa. Las características fisicoquímicas se estudiaron a través de las determinaciones cuantitativas, las reológicas se determinaron mediante un analizador de textura TA-XT2i donde se utilizó el método de dos ciclos de penetración con 15 segundos de separación entre los mismos a una velocidad constante de 0,8 mm/s, siendo la penetración de 20mm, las muestras se analizaron por cuadruplicado a temperatura ambiente (20-24°C). Finalmente la determinación de características sensoriales se realizó con la técnica de análisis descriptivo cuantitativo utilizando una escala no estructurada de 10 cm, con referencias ancladas en 1 cm (intensidad débil) y/o en 9 cm (intensidad fuerte), con un panel de 10 personas seleccionadas y entrenadas quienes evaluaron el flavor y la textura en las muestras presentadas, utilizando un diseño de bloques incompletos, a temperatura ambiente, en vasos plásticos de 70 cm³, rotuladas con números de tres dígitos al azar. Entre los parámetros fisicoquímicos analizados se observa

que la mayor diferencia entre muestras se encuentra en los contenidos de sodio y de azúcares reductores, lo cual refleja diferencias en la elaboración del dulce de leche, al estar dichos parámetros directamente relacionados con el agregado de bicarbonato de sodio y de azúcares [Castañeda, 2004].

Por otro lado, Quezada durante su investigación, en el 2009, estudió el efecto del contenido de iota-carragenina y sacarosa en el color y la textura, además de las características sensoriales del MB, elaborado con una variación en la formulación del contenido del espesante y de la sacarosa. Como resultado se obtuvo muestras de MB con tonos rojizos en cada uno de los tratamientos, en cuanto a la adición de sacarosa en la elaboración de las muestras, se encontró un aumento en la dureza y la cohesividad del manjar, mientras que en concentraciones más bajas de sacarosa aumentó la gomosidad, elasticidad, masticabilidad y resistencia de los tratamientos. En conclusión, las distintas concentraciones de iota-carragenina y sacarosa influyen de manera directa en el color y la textura del MB, variables que fueron medidas en forma instrumental y sensorial respectivamente [Quezada, 2009].

De igual manera, Novoa & Ramírez (2013) en su trabajo aseguran que el conocimiento de los parámetros reológicos contribuye de manera significativa en el diseño de equipos y procesos, la mejora de las características organolépticas, el control de calidad y su estandarización. Esta investigación tenía como objetivo principal la caracterización de cuatro marcas comerciales representativas y tradicionales elaboradas en la región; para ello se realizó la medición de variables fisicoquímicas tales como pH y ° Brix, para la medición de pH se utilizó un potenciómetro Accumet con un electrodo en forma de lanza y sonda de temperatura, mientras que la determinación de °Brix se realizó con el empleo de un refractómetro digital Schmidt & Haensch, modelo ATR W2. A su vez la medición reológica fue llevada a cabo mediante la utilización de un reómetro rotatorio modelo AR2000ex, fabricado por TA Instruments, usando una geometría de tipo platos paralelos de 25 mm. Finalmente, se obtuvo muestras con un pH entre 5,73 y 6,02 y °Brix entre 65,16 y 76,47. Su comportamiento reológico se ajustó adecuadamente al modelo de Ley de Potencia, donde se determinó que el MB se comportaba como un fluido pseudoplástico y tixotrópico. Las cuatro marcas evaluadas presentaron diferencias significativas en los parámetros de índice de consistencia, índice de comportamiento al flujo, umbral de fluencia y tixotropía, esto muestra claramente que el nivel de estandarización del manjar blanco del Valle es mínimo, indicando la debilidad de los productores en afrontar retos comerciales nacionales e internacionales, a su vez se encontró una relación directa entre los parámetros reológicos mencionados anteriormente y los grados Brix [Novoa y Ramírez-Navas, 2013].

Además de la caracterización reológica del Manjar Blanco del Valle, Novoa & Ramirez-Navas, realizaron la caracterización colorimétrica del mismo en donde se realizó por medio de la escala CIE $L^*a^*b^*$ con la determinación de los parámetros de color de tres lotes de cada una de las marcas comerciales elaboradas por empresas representativas y tradicionales de la región. De igual forma, realizaron una caracterización física encontrando valores de pH entre 5,73 y 6,02 y grados Brix entre 65,16 y 76,47. Los valores promedio de los parámetros de color determinados experimentalmente fueron: L^* 43,60, a^* 14,58, y b^* 34,67. Como resultado de esta investigación se concluyó que existe una variabilidad considerable en el color entre lotes y marcas comerciales, lo que evidencia la necesidad de estandarizar los procedimientos durante la producción, y la selección de la materia prima, con el fin de lograr un producto de características similares [Novoa, 2012a].

Para potenciar el aumento de producción y la mejora en la calidad del MB, Quintana (2015) presentó un diseño de una máquina automática para la elaboración del dulce típico, con el fin de orientar a los pequeños productores artesanales y así puedan competir en el mercado ajustándose a las exigencias y estándares del mismo. Para ello requirió conocer todos los subprocesos que estaban implicados en la elaboración del MB teniendo en cuenta los parámetros necesarios que definen la calidad del producto. Seguido de esto, diseñó una máquina con sensores, actuadores y controladores. Para mejorar la etapa de neutralización y concentración de la leche, se incluyó un sistema mecatrónico dispensador de bicarbonato y otro de azúcar, manejados por un controlador capaz de calcular el tiempo de apertura de las válvulas a partir de la cantidad de litros de leche utilizados en el proceso, con el fin de tener un mejor control de la cantidad de insumos agregados. Los lazos de control presentes serían capaces de regular la temperatura y el nivel de leche en la marmita, finalmente el sistema contaba con un panel de control donde se definiría la cantidad de leche a utilizarse en la elaboración de MB. Este diseño finalmente cumplió con los requerimientos para que pudiera ser instalado en una planta artesanal y así aumentar la producción y aliviar el ritmo de importación nacional, e incrementar el consumo local [Quintana, 2015].

Actualmente, algunos estudios apuntan a la variación y/o reemplazo de algunos componentes tradicionales en la elaboración del MB, para muestra de ello, Enriquez & Silva (2015) plantearon la sustitución de la leche de vaca, con la adición de un extracto acuoso y en polvo de soya para evaluar variables tales como °Brix, proteína y humedad, además de una evaluación sensorial mediante una tabla de ponderación, siendo los grados Brix la variable de respuesta más importante, luego las otras dos. Finalmente, se obtuvieron que la adición del 69% de extracto acuoso y el 11% de extracto en polvo de soya fue el mejor, de ahí se evaluó sensorialmente obteniendo en promedio 4,38 entre las categorías “me gusta” y “me gusta mucho”. A comparación del manjar tradicional, el manjar elaborado a base de extracto acuoso y en polvo de soya mejoró la calidad nutricional del producto, al proveer un alto

contenido de proteína y un bajo contenido de grasa. De otro modo, la variación en las cantidades de extracto acuoso y extracto en polvo de soya no tuvo ningún efecto en relación a los grados Brix, proteína y humedad [Enriquez y Silva, 2015]

Por otro lado, Rodríguez & Araujo (2016) reemplazan la tradicional mezcla de sacarosa-arroz por una mezcla de harina de banano y sacarosa, donde evaluaron el efecto de inclusión de diferentes niveles de estos componentes en la calidad del MB elaborado a base de lactosuero. Plantearon nueve tratamientos combinando los porcentajes de sacarosa y harina de banano en relación a la cantidad de lactosuero utilizada. La evaluación de los parámetros bromatológicos fueron establecidos en la NTE INEN 0700:2011 [INEN, 2011], que expresa los métodos de ensayo para las pérdidas por calentamiento y sólidos totales, la consistencia se evaluó mediante la técnica de consistencia media de Adams y la calidad sensorial fue evaluada por panelistas semientrenados a través de una escala hedónica [Rodríguez y Araujo, 2016].

Por medio de un programa estadístico se obtuvo que el mejor tratamiento correspondió a los porcentajes de 18% de sacarosa y 1% de harina de banano, pérdidas por calentamiento del 19,08%, sólidos totales de 84,77% y 1,38 cm/s de consistencia. Los datos obtenidos tras el análisis sensorial indicaron que a pesar de que hay existencia de diferencias significativas en el color y el sabor, la evaluación se ubica en las categorías “me gusta” y “me gusta mucho”, se determinó que el atributo de olor no presentó una diferencia significativa, finalmente, se concluyó que los factores investigados influyen de manera positiva en la variable de respuesta.

3.2 GENERALIDADES DEL MANJAR BLANCO

El Manjar Blanco es un dulce de leche tradicional de la región sur occidental de Colombia y muy apetecido por las personas en el Valle del Cauca por su agradable sabor, dulzor y olor. Este dulce tiene su origen justamente al otro lado del mundo, siendo una creación árabe que los moros llevaron a España y luego los ibéricos trajeron a Latinoamérica; razones por la cuales existen diferentes versiones de este dulce, desde los pueblos del Caribe hasta Argentina. En la cocina medieval este plato se preparaba con leche de almendras, almidón de arroz y azúcar, siendo estos tres los principales ingredientes referenciados en recetarios árabes antiquísimos encontrados en varias locaciones de la península Ibérica, entre ellas, Cataluña y las Islas Baleares [El País, 2010].

En el principio, hubo dos versiones del Manjar Blanco: el de las mesas de los ricos, en las que se preparaba como un aderezo para acompañar la gallina, éste se servía junto con la pechuga desmenuzada; por otro lado, estaba el Manjar Blanco de los pobres, que por obvias

razones no incluía la gallina (siendo esto un “artículo” de lujo) y recibía el nombre de despechugado. Esta última versión fue la que pasó a Latinoamérica como un postre. En nuestra región es un producto principalmente elaborado de manera artesanal, usando equipos y materiales sencillos o en algunos casos de manera industrial que permite el uso de equipos eficientes y de determinados insumos que le dan otras características organolépticas y alargando su vida útil, el almidón de arroz usado en esta crema para espesarla, llegó a Europa a través de la cultura árabe y fue aquí en la región donde las esclavas incorporaban el arroz remojado y molido para darle el punto final, manteniendo la perfecta combinación entre la leche y el azúcar [El País, 2010]. Por ello, el dulce sabor de la leche batida y la preparación del Manjar Blanco es un símbolo de la economía vallecaucana que se mantiene desde la época colonial con una tradición ancestral moro-andaluza [El País, 2010; Patiño, 2007].

3.3 MATERIAS PRIMAS

3.3.1 Leche

Es la materia prima de mayor importancia en la industria láctea, de ahí su nombre. Siendo la leche de vaca la de mayor consumo y la de mayor abundancia en el mundo, ésta es definida según el Departamento de Salud Pública de los Estados Unidos como una secreción, prácticamente libre de calostro, obtenida por ordeño completo de una o más vacas en buen estado de salud; dicha secreción láctea debe tener no menos de 3,25 % de grasa de leche y no menos de 8,25% de sólidos no grasos de leche. La combinación de estos dos componentes determina el valor nutritivo de la leche [Revilla, 2000].

Según la NTC 399 la leche es el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción [ICONTEC, 2002].

Es importante reconocer que la exigencia de ciertas características varía de un país a otro, sin embargo, las características generales según la norma Centroamericana son que la leche debe presentar un aspecto normal, estar limpia y libre de calostro, preservantes, antibióticos, colorantes, materias extrañas y sabores u olores objetables o extraños. La leche se obtendrá de vacas acreditadas como sanas, es decir libres de toda enfermedad infecto-contagiosa tales como tuberculosis, brucelosis y mastitis. A partir del momento de obtención de la leche se le someterá a filtración y enfriamiento inmediato a 4,5°C; en el momento de entrega podrá estar a una temperatura no mayor de 10°C. La leche fresca de vaca se ajustará a las condiciones exigidas por la legislación sanitaria de cada país. Los nutricionistas la definen como el alimento casi perfecto, debido a la cantidad y proporción en que se encuentran los diferentes nutrimentos que ésta posee en forma natural [Revilla, 2000].

La leche tiene una composición compleja, contiene la grasa en emulsión bajo forma globular; las materias proteicas, la lactosa y las sales minerales en suspensión. Algunos de los requisitos fisicoquímicos importantes que debe poseer la leche entera pasteurizada adecuada para la elaboración del dulce de leche son: materia grasa (mínimo 3%), sólidos totales no grasos (8,14%), ácido láctico (mínimo 0,15% y máximo 0,18%), densidad a 15°C (mínimo 1029,6 y máximo 1034,0 kg/m³). La acidez es un requisito importante para una buena elaboración del dulce (MB) y es necesario tener en cuenta que su valor se ve incrementado por la disminución del volumen de agua durante la concentración del producto; por lo que resulta necesario eliminar aquella leche que presenta excesiva acidez o en su defecto neutralizarla cuando ésta supera los 18 °D de acidez. Para tal efecto se utiliza con éxito el bicarbonato de sodio como neutralizante. La cantidad a agregarse se determina teniendo en cuenta los pesos moleculares del ácido láctico y el bicarbonato de sodio [Revilla, 2000].

La leche y la sacarosa, componentes fundamentales del dulce de leche, intervienen en distintas proporciones en su elaboración. La formulación debe ser establecida teniendo en cuenta el grado de concentración del producto final, la riqueza de la leche en materia grasa, y el tiempo que mediará entre la elaboración del dulce de leche y su posterior consumo [INFOLACTEA, 2014].

3.3.2 Azúcar

Es aquel que está constituido por cristales de sacarosa obtenido del cocimiento del jugo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) o de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris L*) [ICONTEC, 2013]. Además de su importancia como componente del sabor típico del dulce (edulcorante) tiene un papel clave en la determinación del color final, consistencia y cristalización (defecto que puede aparecer en el dulce de leche). Adicionalmente, su alta concentración en el producto evita el crecimiento de bacterias contaminantes. La cantidad de azúcar utilizada en la industria que se dedica a la elaboración de arequipe y MB, es en promedio 17,33% del total de insumos utilizados [Industrial, 2010; Espinal, 1993]

3.3.3 Almidones

El almidón es el polisacárido alimentario digerible más importante y abundante. Se forma como polisacárido de reserva en las hojas, tallo, raíces, semillas, fruta y polen de muchas plantas superiores. Se encuentra en forma de gránulos simples, parcialmente cristalino cuyo tamaño, forma y temperatura de gelatinización dependen de la procedencia botánica del almidón [FAO/OMS, 1999; Raecker *et al.*, 1998]. Es importante reconocer la estructura del almidón, el cual se compone de unidades de glucosa y formado por la mezcla de dos

polímeros, amilosa y amilopectina, cuyas unidades de glucopiranosilo están casi totalmente enlazadas entre sí por uniones glucosídicas.

En la industria alimentaria siempre se han utilizado una variedad de almidones de cereales y de otras fuentes para diversas aplicaciones, en cantidades relativamente pequeñas para mejorar las características funcionales de los alimentos [Bello, 2000; FAO/OMS, 1999]. Tienen la función de espesantes, y aglutinantes para la elaboración de sopas, salsas, alimentos infantiles, mayonesas, productos de panadería, etc. También, como simple molécula de amilosa resulta muy útil para recubrimientos de algunos productos: dátiles, higos, patatas fritas, etc. Del mismo modo, la estructura de amilopectina se suele aplicar como agente espesante, estabilizante y de adhesión [Bello, 2000].

La mayoría de los almidones de los cereales más comunes contienen un 20-30% de amilosa. Los almidones céreos (arroz, sorgo, cebada, maíz céreo) no poseen amilosa y contienen esencialmente el 100% de amilopectina, en la variedad de maíz céreo el almidón tiene la particularidad de ser gomoso parecido al almidón de yuca [Acosta, 2009]. A diferencia de los céreos, existe una variedad que contiene un alto contenido en amilosa que poseen entre un 50 y 70% de ésta (maíz, arroz, cebada) [FAO/OMS, 1999].

Es importante reconocer que los gránulos de almidón no son solubles en agua, pero se hidratan fácilmente en soluciones acuosas, haciendo que se hinchen y aumenten su volumen en un 10%. Cuando una suspensión acuosa de granos se calienta, tiene lugar un hinchamiento adicional hasta que se alcanza una temperatura en la que se produce una transición de organización a desorganización.

Esto se conoce como temperatura de gelatinización y normalmente se produce a unos 10°C. Al aumentar más la temperatura (conversión en pasta, o cocinado) el hinchamiento continúa y la amilosa y parte de la amilopectina se extravasan fuera del gránulo produciendo una suspensión viscosa. El enfriamiento de esta suspensión, conduce a la formación de un gel. Transcurrido más tiempo, puede parecer un realineamiento de las cadenas lineales de amilosa y de las cadenas cortas de amilopectina en un proceso conocido como retrogradación. En productos alimenticios basados en geles de almidón, esto puede dar lugar a un líquido que rezuma el gel en el fenómeno conocido como sinéresis, que generalmente es un efecto indeseable. La retrogradación es más rápida con la amilosa y mucho más lenta e incompleta con la amilopectina debido a la corta longitud de sus ramificaciones, además suele dar soluciones más viscosas, pero no tendrá la capacidad de formar redes moleculares, propia de los geles [Bello, 2000; FAO/OMS, 1999].

La utilización de almidón en la industria alimentaria tiene el fin de concederle una textura deseada, para ello la viscosidad de las soluciones, el punto de formación del gel y las características del mismo están dadas por varios factores, entre ellos están [Bello, 2000]:

- La agitación de las moléculas (el movimiento mecánico retrasa el comienzo de la gelificación).
- El agua empleada (un alto contenido de sales podría reducir considerablemente la temperatura).
- El tamaño de los gránulos, la concentración del almidón.
- La naturaleza del almidón (de esto depende la temperatura de gelatinización).

Para la obtención del almidón y posterior utilización, es necesario ablandar la materia prima en agua, disgregando el material por trituración, separando luego los gránulos de almidón por sedimentación o filtración de la masa líquida [INFOLACTEA, 2014]. Así, la consistencia final del Manjar Blanco será la deseada añadiendo a la preparación harina de arroz, o en su defecto almidón de maíz.

3.3.4 Harina de Arroz

Obtenida a partir del arroz blanco o integral finamente molido, se descascarilla y se pule, obteniendo gránulos muy finos, dando como resultado cambios físicos y químicos, que le confieren nuevos usos y aplicaciones, pero manteniendo las mismas características nutricionales del grano entero. La obtención del almidón se logra mediante el tratamiento de la harina con soluciones alcalinas, que contienen una mezcla de sulfitos, que incluso confieren al producto un blanqueamiento y una mejora en su apariencia. Sin embargo, la preparación comercial de almidón a partir de arroz es limitada debido al alto costo de producción del arroz, en relación con otros cereales y tubérculos [Méndez, 2010].

La cocción y calidad del arroz molido es determinada principalmente por las propiedades y/o naturaleza del almidón, la asociación entre las cadenas de amilosa y amilopectina presentes en el gránulo, se unifican mediante enlaces de hidrógeno con una disposición radial que origina regiones micelares cristalinas, estructura propia de la amilopectina. A su vez el contenido de amilosa es el factor más importante que permite predecir las características fisicoquímicas y propiedades culinarias del arroz [Kusano *et al.*, 2012] el cuál se caracteriza por un contenido variable de la misma (0-33%), y por la formación de gránulos muy pequeños, del mismo tamaño que los glóbulos grasos homogenizados, por lo que pueden ofrecer una textura similar. Si el contenido de amilosa es mayor, el almidón alcanza más calidad pues al momento de la cocción resulta duro y suelto, mientras que para variedades glutinosas o ceras resulta ser más húmedo al momento de estar cocido [Loaiza de la Pava, 2016; Chen *et al.*, 2007; Juliano, 2007; Bello, 2000]. En pocas palabras, el porcentaje de

amilosa permite predecir la calidad del arroz pues es una medida indirecta de su palatabilidad y comportamiento durante la cocción [Martínez, 1989].

3.3.5 Fécula de Maíz

El maíz es un alimento de gran importancia en toda América y gran parte de África. La variedad de productos derivados del mismo es mayor que la de cualquier otro cereal y se pueden obtener, entre otras cosas, harina, almidón, aceite, alcohol y copos de maíz. La molienda húmeda produce almidón de maíz y subproductos entre los que se encuentra el gluten que se utiliza como ingrediente alimenticio, mientras que el germen de maíz elaborado para producir aceite da como subproducto harina de germen utilizada como pienso. El principal uso del almidón de maíz es en la industria de alimentos como productos hidrolizados de almidón, particularmente productos edulcorantes líquidos. Otros productos sólidos en forma seca son obtenidos del almidón de maíz, como la D-glucosa o dextrosa en forma de cristales monohidratados o anhidros, maltodextrinas y jarabes de maíz con bajo equivalente de dextrosa [Pamplona, 2006].

La harina fina de maíz o fécula de maíz está constituida principalmente por almidón, y las propiedades fisicoquímicas y funcionales de este polisacárido están estrechamente relacionadas con su estructura [Agama-Acevedo *et al.*, 2013]. Para corroborar esto, se tiene que los niveles de almidón están entre el 80 y 84% del peso total del grano en base seca [Tovar, 2008]. Los gránulos de almidón presentes en la fécula de maíz son pequeños y relativamente densos e insolubles y se hidratan con mayor facilidad en agua fría. Por otro lado, cabe destacar la existencia de diferentes genotipos de maíz ceroso, en los que los almidones con amilopectina de cadenas cortas se gelatinizaban a menor temperatura que aquellos contenían amilopectina con más cadenas largas, sin embargo, estos últimos mostraron una mayor tendencia al fenómeno de retrogradación [Yuan *et al.*, 1993].

3.4 PROCESO DE ELABORACIÓN

La elaboración del Manjar Blanco conlleva a una metodología relativamente sencilla, sin embargo, requiere controlar ciertas variables a lo largo del proceso para poder obtener las características organolépticas deseadas tanto a nivel industrial como artesanal, así mismo el estado y calidad de la leche como materia prima fundamental para obtener un producto de óptimas características organolépticas y una vida útil considerable.

3.4.1 Recepción y Adecuación de Leche Cruda (Filtración)

Esta etapa tiene como objetivo el filtrado de la leche, para retirar partículas extrañas y/o contaminantes físicos que puedan afectar la calidad del producto final, que han sido adquiridos durante la fase de ordeño y acopio. Entre los elementos utilizados, para realizar la filtración de la leche cruda, están: los coladores, cedazos y tamices, en materiales como acero inoxidable, nylon o plásticos. Es de suma importancia mantener en perfectas condiciones higiénicas, el lavado del filtro de manera frecuente para evitar que la leche arrastre consigo los microorganismos que se han ido acumulando en él [Novoa, 2012b].

3.4.2 Neutralización

Aquí se busca disminuir la acidez de la leche cruda con la adición de bicarbonato de sodio en una proporción estequiométrica que depende de la acidez inicial de la leche y del peso molecular del ácido láctico y del bicarbonato de sodio. La leche deberá neutralizarse hasta 13°D para que durante el procesamiento esta acidez aumente entre 20 y 25°D. Este paso se lleva a cabo para evitar la coagulación de la caseína por la concentración de ácido láctico y el descenso del pH por debajo de 4,7, a medida que se evapora el agua de la leche [Novoa, 2012b].

Cabe aclarar que la adición de bicarbonato no aporta ningún gusto desagradable al producto final, siempre y cuando se tenga en cuenta la relación y el cálculo de la cantidad que debe ser adicionada. Generalmente la proporción es de 10 gramos de bicarbonato por cada 15 litros de leche. Por otro lado, un exceso del neutralizante produce un dulce de mala calidad en propiedades como textura y color, obteniendo un producto elástico y de color muy oscuro [Novoa, 2012b].

Nota: Esta etapa no se llevó a cabo en la parte experimental, la leche utilizada para la elaboración de MB era leche pasteurizada, larga vida marca comercial, razón por la cuál se obvió la adición de bicarbonato de sodio como neutralizante.

3.4.3 Formulación y Mezcla

Después de haber pesado previamente el azúcar y la harina (almidón), éstas son adicionadas a la leche. El nivel de la mezcla no debe exceder el 50% de la altura del recipiente y se debe mantener una agitación constante [Novoa, 2012b].

3.4.4 Concentración

Siendo ésta una de las etapas más importantes pues de esto depende la calidad final del producto. Aquí se mantiene la agitación con el fin de disminuir la humedad y aumentar la proporción de sólidos, hasta el punto de encontrar la textura deseada y evitar la formación de grumos y que la mezcla se pegue a las paredes y al fondo del recipiente. Para controlar la ebullición se regula el suministro de calor y se suspende en el momento de haber alcanzado los grados Brix deseados que están entre 65 y 70°. Como resultado de las reacciones de Maillard se espera el cambio de color del producto de blanco crema a pardo y/o café oscuro [Novoa, 2012b]. Para determinar el punto del dulce, dentro de la práctica y/o elaboración del MB de manera artesanal se acostumbra a dejar caer una gota del mismo en un vaso de agua fría, asegurando que ésta llegue al fondo del vaso sin disolverse [Espinal, 1993].

3.4.5 Enfriamiento y Envasado

Una vez se ha alcanzado el punto de la mezcla, se interrumpe el calentamiento y se continúa con la agitación del dulce en la misma paila hasta que alcance una temperatura entre los 45 y los 60°C, en esta forma se permite la salida del vapor de agua y se evita su condensación en el interior de la masa [Espinal, 1993]. A esta temperatura se realiza el envasado, que permite la eliminación del aire del recipiente, que debe estar lavado, desinfectado y seco; éste se acostumbra a envasar en totumos, o en envases plásticos, sin embargo, el recipiente debe taparse sólo cuando el dulce haya alcanzado una temperatura entre 25 y 30°C [Novoa, 2012b].

3.4.6 Almacenamiento

Durante esta etapa se debe garantizar que el producto se mantenga a una temperatura entre los 20 y 25°C [Espinal, 1993]. A temperaturas de refrigeración el dulce se cristaliza de manera rápida, debido a la baja solubilidad de la lactosa a bajas temperaturas y al elevado punto de fusión de los ácidos grasos de la leche, por ende, no se recomienda el almacenamiento en refrigeración [INFOLACTEA, 2014]. En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de MB.

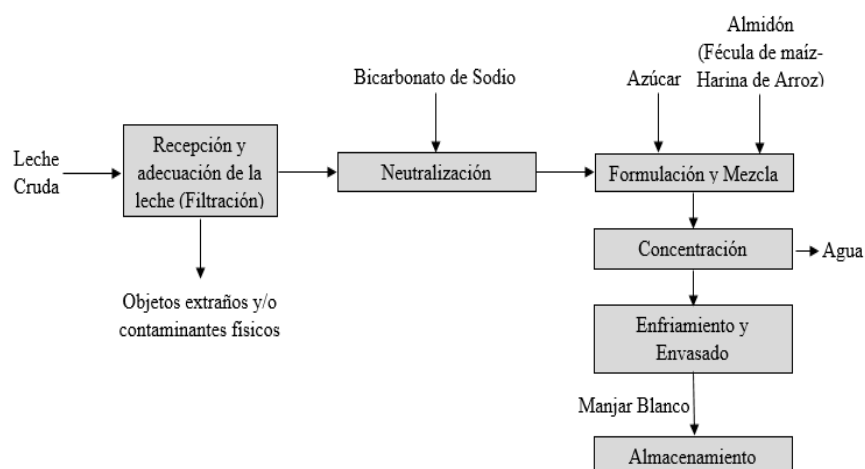


Figura . Diagrama de flujo para la elaboración de MB del Valle.

4 METODOLOGÍA

Se llevó a cabo las evaluaciones instrumentales para la elaboración de las diferentes formulaciones de MB y la determinación de algunos parámetros fisicoquímicos, por otro lado, se realizó la evaluación sensorial para conocer el nivel de aceptación y la preferencia de cada formulación, a su vez se determinaron las diferencias por medio de estadísticos.

4.1 UBICACIÓN

El proyecto se llevó a cabo en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia, en Universidad del Valle, sede Meléndez, en los laboratorios de propiedades físicas y fenómenos de transporte y el laboratorio de operaciones unitarias de la escuela de Ingeniería de Alimentos, durante los periodos académicos 2017A y 2017B.

4.2 MATERIALES

Los materiales usados en la elaboración del MB fueron: leche entera, azúcar morena, arroz y fécula de maíz, todos estos insumos de marca comercial.

4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental consiste en un diseño completamente al azar, unifactorial con 5 tratamientos como se muestra en la Tabla 1.

Tabla . Diseño experimental utilizado

Tratamientos		Factor
		Combinación de harina de arroz y fécula de maíz en diferentes proporciones
Concentración	A: 100%-0%	Variables Respuesta: Propiedades Fisicoquímicas (color, pH, acidez, °Brix, viscosidad). Propiedades sensoriales: pruebas orientadas al consumidor.
	B: 70%-30%	
	C: 50%-50%	
	D: 30%-70%	
	E: 0%-100%	

4.4 ELABORACIÓN DEL MB

La elaboración del dulce se hizo con base a lo descrito por Novoa y Ramírez-Navas (2012). Para la elaboración de MB hubo variaciones en la formulación del almidón adicionado, para ello se tuvo cinco fórmulas distintas en las cuales cambiaba la proporción entre harina de arroz y fécula de maíz. En la Tabla 2 se muestra en detalle cada una de las formulaciones. La formulación A es elaborada con 100% harina de arroz, la B 70% h. de arroz-30% fécula de maíz, la C 50% h. de arroz-50% fécula de maíz, la D 70% fécula de maíz-30% h. de arroz y la E 100% fécula de maíz.

Tabla . Formulaciones del MB elaborado

Ingredientes	Formulación *				
	A	B	C	D	E
Leche entera	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L
Azúcar	157,27 g	157,27 g	157,27 g	157,27 g	157,27 g
Harina de arroz	9,8 g	6,86 g	4,75 g	2,94 g	-
Fécula de maíz	-	2,94 g	4,75 g	6,86 g	9,8 g

* A: 100%-0%, B: 70%-30%, C: 50%-50%, D: 30%-70%, E: 0%-100%

4.5 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

4.5.1 Acidez titulable

Para la determinación de acidez de cada una de las formulaciones, se pesó 2g de muestra diluidas en 20 mL de agua destilada en un Erlenmeyer de 25mL. Posteriormente, se realizó la titulación con NaOH – 0,0988N, con fenolftaleína como indicador. Para calcular el porcentaje de acidez expresada como ácido láctico, presente en la leche, se utiliza la Ecuación 1.

$$\% \text{ ácido láctico} = \frac{\left(\text{Volumen NaOH gastado [mL]} * \text{Concentración NaOH} \left[\frac{\text{meq}}{\text{mL}} \right] * 90 \right)}{(1000 \text{ meq} * \text{Peso muestra [g]})} * 100$$

Ecuación . % Ácido láctico

Ahora, para expresar el % de acidez en grados Dornic (°D), se multiplica por 100:

$$^{\circ}D = \% \text{ ácido láctico} * 100$$

Ecuación . Grados Dornic

4.5.2 pH

Por medio de un potenciómetro, que consta de dos electrodos integrados en una misma sonda, un electrodo de referencia y uno de vidrio, se determinó el pH de las diferentes formulaciones una vez fueron empacadas y llevadas a temperatura ambiente (aprox. 25°C). Estas mediciones fueron realizadas por duplicado, en cada una de las formulaciones. Previo a la medida de pH, el potenciómetro fue calibrado por medio de una solución reguladora de pH, con un valor de pH conocido.

4.5.3 Color

El color se determinó al tercer día después de la preparación de cada fórmula, mediante un colorímetro *ColorFlex* (Figura 2). Para lo anterior, se llenó el portamuestras (Figura 3) con un espesor de muestra de aproximadamente 0,3 cm para las muestras y se cuantificaron los parámetros colorimétricos (escala CIE-L*a*b*), el factor de pardeamiento no enzimático (FP), el índice de diferencia de color (ΔE), la saturación (C) y la tonalidad (h), para el cálculo de estos parámetros se utilizaron las ecuaciones presentes a continuación [Ramírez-Navas, 2010].

$$FP = 100 * \frac{L_t^*}{L_0^*}$$

Ecuación . Factor de pardeamiento

$$C = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Ecuación . Croma o saturación

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Ecuación . Diferencia de color

$$h = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right)$$

Ecuación . Tonalidad

Donde, L^*_0 y L^*_t son los valores de luminosidad correspondientes a la muestra inicial y en un tiempo. ΔE es la diferencia de color, ΔL , Δa y Δb corresponden a los cambios en la claridad, proporción rojo/verde y amarillo/azul respectivamente. a y b son las coordenadas rectangulares, y C y h las coordenadas cilíndricas.



Figura . Colorímetro ColorFlex



Figura . Portamuestras para análisis de color

4.5.4 Grados Brix (°Bx)

La determinación de la concentración final de la mezcla, durante la elaboración de las distintas formulaciones de MB se realizó con un refractómetro portátil ATC modelo FG-109 con una escala de 0-90% (Figura 4), ésta se hacía con la muestra a temperatura ambiente para evitar una mala lectura y/o daño del prisma del pequeño equipo.

4.5.5 Viscosidad aparente

La determinación de ésta se realizó mediante el viscosímetro *Brookfield®* modelo DV-III equipado con un baño termostático para el control de la temperatura (Figura 5) y aguja número 29, manteniendo la muestra a una temperatura de 40°C por medio del baño termostático. Los valores obtenidos fueron registrados luego de 20 minutos de operación del viscosímetro, donde se esperaba una velocidad de rotación “constante” para detener el equipo. Para la medida de este parámetro fue importante garantizar un contenido de sólidos solubles, de todas las muestras, no mayor a los 75°Bx (grados Brix).



Figura . Refractómetro ATC FG-109



Figura .Viscosímetro Brookfield utilizado para la determinación de la viscosidad aparente del MB.

4.6 EVALUACIÓN SENSORIAL

Las pruebas de aceptación y preferencia se realizaron en locaciones de la Universidad del Valle, sede Meléndez y en el concesionario Yanaconas Motor, ubicado en el barrio Cábmulos, en la ciudad de Cali, ambos con coordenadas 3°22'32.2"N 76°32'00.2" W y 3°24'59.5" N 76°32'14.3" W respectivamente. Para ello se convocó 108 panelistas no entrenados en un intervalo de edades entre los 18 y los 55 años, se explicó en qué consistía la evaluación y como debían completar el formato (Anexos 2).

La prueba de aceptación hedónica por cada característica organoléptica (sabor, textura, color y olor) se evaluó con una escala numérica de cinco puntos (1 a 5); para la prueba de preferencia se solicitó a los panelistas que escogieran entre las 4 muestras, cuál fue la de mayor agrado, incluso sin estar seguro, en caso de tener preferencia por una o más muestras.

Para garantizar la evaluación de las 6 muestras de MB, incluyendo un patrón (de marca comercial), se realizaron diferentes tipos de formatos para que cada muestra fuera evaluada el mismo número de veces. Las muestras se presentaron a los panelistas en cucharas pequeñas de plástico con una cantidad aproximada de 3 g de dulce, para un total de cuatro muestras (Figura 6).

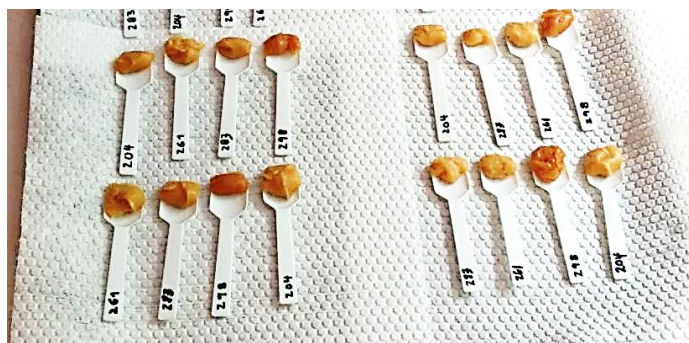


Figura . Disposición de las muestras para la evaluación sensorial

Entre muestras se les dio a los panelistas un pequeño vaso de agua para neutralizar y limpiar el paladar, además para evitar un efecto de contraste y/o agotamiento al degustar. Como se mencionó anteriormente cada una de las formulaciones, incluyendo la muestra patrón tenían una codificación al momento de ser presentadas a los panelistas: A: 204, B: 227, C: 259, D: 283, E: 261. Cabe resaltar que para garantizar la aleatoriedad y que no hubiera error por ordenamiento, se cuidó que todas las muestras tuvieran la posibilidad de ocupar el primer lugar el mismo número de veces (204-227-259-261, 227-259-261-204, 259-261-204-227, 261-204-227-259)

4.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para determinar las diferencias significativas entre cada uno de los parámetros fisicoquímicos cuantificados, como respuesta a las diferentes proporciones de almidón utilizadas en la elaboración del MB, se utilizó el programa estadístico SPSS, para el análisis de varianza (ANOVA) con un intervalo de confianza del 95% y como prueba post-ANOVA se utilizó Tukey. Por otro lado, para el análisis de las pruebas sensoriales, se recurrió a estadísticos descriptivos para la determinación del grado de aceptación y preferencia sobre las muestras, y además se empleó la prueba de Friedman y la prueba de signos de Wilcoxon para así hallar las diferencias significativas en parámetros sensoriales de cada formulación.

4.8 DISEÑO DE UN AGITADOR PARA LA ELABORACIÓN DE MB

Para la determinación de los parámetros de diseño de un agitador capaz de mezclar leche, azúcar y almidones, se realizaron algunas consideraciones y se tuvieron en cuenta aspectos como el tipo de geometría del agitador, ventajas/desventajas y rangos de operación de velocidad de rotación y de viscosidades a la que puede trabajar, esto con la posibilidad de pensar en la elaboración de MB de una manera más tecnificada.

Inicialmente, se eligió el tipo de agitador más pertinente, se fijaron las dimensiones del tanque y agitador, y luego con datos obtenidos por Hidalgo y Motato (2017); Zabaleta (2011) y Spencer y Meade (1967), se calculó el número de Reynolds con la Ecuación 7 y por medio de correlaciones de potencia (Anexos 3) se determinó el número de potencia y la potencia requerida por el agitador, con la Ecuación 8.

$$N_{Re} = \frac{D_a^2 N \rho}{\mu}$$

Ecuación . Numero de Reynolds

$$N_p = \frac{P}{\rho N^3 D_a^5}$$

Ecuación . Número de potencia

Donde, D_a^2 es el diámetro del agitador [m], N es la velocidad de rotación del agitador [rev/s], ρ es la densidad del fluido [kg/m³] y μ la viscosidad del mismo [Pa-s] y N_{Re} es el número de Reynolds. P es la potencia requerida por el agitador [W] y N_p es el número de potencia.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 ELABORACIÓN DEL MANJAR BLANCO DEL VALLE UTILIZANDO DOS TIPOS DE ALMIDÓN

Durante la elaboración del dulce, se encontró que aquellas formulaciones que tenían la incorporación de fécula de maíz presentaron una apariencia de textura más viscosa y/o elástica. Esto se debe a que en el almidón de maíz el contenido de amilopectina es mayor al del arroz, lo que le brinda al producto más cuerpo y uniformidad, sin embargo, tradicionalmente es más utilizado la harina de arroz pues brinda una sensación más suave al paladar, siendo esto una característica propia del Manjar Blanco del Valle.

En el momento de la elaboración fue necesario el mantenimiento de la mezcla en un rango de temperaturas que no fuera menor a los 55°C y que no excediera en lo posible los 60°C, pues a este rango las dos formas de lactosa presentes en la leche (alfa y beta) se encuentran en equilibrio, al momento en que la mezcla alcanza un valor de sólidos solubles de 65°Bx [Novoa, 2012b], la alfa lactosa hidratada cristaliza, siendo ésta la menos soluble entre ambas formas de lactosa. La cristalización en general es un problema, y más aún si el tamaño de los cristales es grande, pues éstos imparten una textura arenosa al MB [Rojas y Treguear, 2004]. Teniendo en cuenta estas condiciones, la mezcla se sometió a un tiempo de concentración (evaporación) de 90 minutos para alcanzar así el “punto” deseado. Otro de los fenómenos que se logró evitar fue tener el dulce de MB durante mucho tiempo a altas temperaturas, pues los excesos dan como resultado un dulce con color más pardo y oscuro.

5.2 PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

A continuación, se presentan en las Tablas 3 y 4 los resultados de las pruebas físicoquímicas, que tenían por objeto encontrar diferencias significativas entre cada uno de los parámetros.

Tabla . Resultados de pruebas físicoquímicas (determinación colorimétrica) de las diferentes formulaciones de Manjar Blanco (X±DE)

Muestras	a*	b*	L*	C*	H*	FP	ΔE
A	10,41±0,33 ^b	33,64 ± 0,77 ^{a,b}	30,14 ± 0,82 ^a	35,21 ± 0,83 ^{a,b}	1,27 ± 0,00 ^c	33,80 ± 0,92 ^a	14,14 ± 0,62 ^a
B	11,28±0,24 ^a	34,45 ± 1,1 ^a	29,70 ± 0,10 ^a	36,25 ± 1,12 ^a	1,25 ± 0,00 ^d	33,31 ± 0,11 ^a	14,31 ± 0,03 ^a
C	8,60 ± 0,43 ^c	31,7 ± 1,13 ^{b,c}	31,51 ± 0,7 ^a	32,84 ± 1,20 ^{b,c}	1,30 ± 0,00 ^b	35,33 ± 0,88 ^a	13,85 ± 0,25 ^a
D	10,52 ± 0,27 ^{a,b}	33,55 ± 0,93 ^{a,b}	29,49 ± 0,44 ^a	35,16 ± 0,96 ^{a,b}	1,26 ± 0,00 ^c	33,07 ± 0,50 ^a	14,74 ± 0,27 ^a
E	7,69 ± 0,01 ^d	30,16 ± 0,09 ^c	30,09 ± 1,88 ^a	31,12 ± 0,08 ^c	1,32 ± 0,00 ^a	33,73 ± 2,10 ^a	15,84 ± 1,58 ^a

Diferentes letras superíndices (a-d) dentro de las columnas muestran diferencias significativas (P < 0,05)

De la determinación colorimétrica se puede evidenciar que los valores promedio de a^* y b^* presentan mínima variación de estos parámetros entre duplicados de una misma muestra, sin embargo, existen diferencias significativas entre todas las muestras. Para el parámetro de luminosidad (L^*) no hay diferencias significativas entre muestras, no obstante la muestra E presenta una mayor variación entre duplicados de la misma. Por otro lado, las coordenadas rectangulares muestran la tendencia de diferentes formulaciones hacia los colores rojo y amarillo (valores de a^* y b^* mayores que cero) y a tener más brillo ($L^* > 0$). A pesar de que la normatividad colombiana no establece ningún valor en cuanto a parámetros colorimétricos, es de suma importancia la caracterización del color como un criterio básico de aceptación y/o calidad del MB, además de ser un atributo fundamental en la valoración organoléptica, puede considerarse un atributo de juicio sobre las preferencias del consumidor. En general, el consumidor busca un MB de color pardo opaco sobre uno brillante, pues ésta última es más característica del dulce de leche y/o arequipe, que utiliza glucosa en su formulación para obtener el brillo deseado.

Partiendo de los resultados obtenidos por Novoa & Ramírez (2012), donde se determinaron valores medios de los parámetros de color para el MB ($L^*=43,60$; $a^*=14,58$; $b^*=34,67$), se observa que los parámetros L^* , a^* y b^* , obtenidos de cada una de las muestras, están por debajo de los valores recomendados para MB, sin embargo, se encuentran dentro de los rangos obtenidos para la caracterización del dulce de leche argentino variedad repostero. La diferencia entre cada una de las muestras realizadas y las muestras comerciales es atribuida a las diferentes formulaciones que manejan las diferentes empresas (así como también la utilización de diferentes harinas y/o aditivos), y el hecho de no tener un proceso estandarizado en la fabricación de MB.

Para la saturación, se aprecia una mayor variación de este parámetro en las muestras que tienen mayor o igual cantidad de harina de arroz en su formulación, que la fécula de maíz, sin embargo, entre muestras todas presentan diferencias significativas.

Para los parámetros de tonalidad, factor de pardeamiento y cambio de color, se presentan diferencias significativas entre cada una de las muestras, no obstante, la tonalidad presenta una mínima variación de la misma entre duplicados de la misma muestra; mientras que el factor de pardeamiento y cambio de color presentan una mayor variación entre duplicados de la muestra E. Cabe resaltar que el cálculo de los parámetros mencionados anteriormente tienen implicaciones en la calidad y composición de un producto lácteo, en este caso el MB, además, son indicadores de preferencia para el consumidor, su cálculo garantiza un control en la producción de éstos productos y asimismo la estandarización de las propiedades fisicoquímicas de producto terminado.

Tabla . Resultados de pruebas fisicoquímicas de las diferentes formulaciones de Manjar Blanco (X±DE).

Muestras	pH	Acidez (°D)	°Bx	Viscosidad [P]
A	5,92 ± 0,00 ^a	37,21 ± 0,41 ^{a,b}	71,0 ± 2,00 ^a	6850,0 ± 300,0 ^c
B	5,94 ± 0,00 ^a	34,44 ± 3,96 ^{a,b}	72,0 ± 1,00 ^a	12415,0 ± 915,0 ^b
C	5,93 ± 0,00 ^a	32,67 ± 1,44 ^b	69,5 ± 1,50 ^{a,b}	11450,0 ± 150,0 ^b
D	5,95 ± 0,00 ^a	35,45 ± 3,02 ^{a,b}	69,5 ± 2,50 ^{a,b}	11900,0 ± 900,0 ^b
E	5,96 ± 0,00 ^a	39,60 ± 3,06 ^a	66,5 ± 0,50 ^b	21200,0 ± 1000,0 ^a

Diferentes letras superíndices (a-d) dentro de las columnas muestran diferencias significativas (P < 0,05)

El pH no presenta diferencias significativas entre muestras, y según lo indica su desviación estándar, no hay variación para este parámetro entre los duplicados de cada una de las muestras, lo que indica que el pH no es un parámetro para definir cuál es la formulación ideal de almidón a ser utilizado en la elaboración de MB, sin embargo, es un parámetro fisicoquímico que debe determinarse para garantizar la calidad del producto terminado.

La acidez entre las muestras A, B y D no presenta diferencias significativas, mientras que las muestras C y E tienen diferencias entre ellas y entre las muestras ya mencionadas. Por otro lado, para hablar de la variación entre duplicados de una misma muestra, se encuentra que aquellas muestras que tienen la menor variación del parámetro son A y C. Al igual que el pH, la acidez y su determinación, ayuda a ejercer un control de calidad sobre la leche que ha sido utilizada para la elaboración de MB, no obstante, se puede observar que a mayor concentración de una de las harinas, en ausencia de la otra, la acidez es mayor (en muestras A y E), mientras que en igual concentración (muestra C), la acidez disminuye. Teniendo en cuenta que a menor acidez, se logra un producto más estable a lo largo del tiempo, sería ideal pensar en la formulación C, sin embargo, la no utilización de bicarbonato de sodio en las diferentes muestras puede dar como resultado un MB arenoso, con sinéresis (debido a la precipitación de la caseína).

Para el contenido de sólidos solubles, las muestras A y B no presentan diferencias significativas entre ellas, al igual que las muestras C y D. Por otro lado, entre A-B y E, y entre C-D y E, existen dichas diferencias, y es solo para la muestra E donde hay una menor variación entre los duplicados de la misma muestra para el parámetro en mención.

Aunque la formulación de MB presenta diferencias respecto a los dulces de leche argentinos, los valores de pH son similares a los reportados en la literatura, por ejemplo, para una muestra original de dulce de leche casero el pH es de 6,1, para dulce de leche argentino, tanto de preparación casera como industrial, oscila entre 5,6 y 6,3, con un valor promedio de 5,97. En cuanto a la concentración el promedio para dulces de leche argentinos está en 70,59 °Bx, lo que indica que por lo menos dos de las formulaciones de MB presentan mayor consistencia que el producto argentino, esto se atribuye a la adición de harina que se realiza en el MB con

el fin de modificar su textura, y que sólo se permite en el dulce de leche repostero argentino [Novoa, 2013].

Finalmente, para el parámetro de viscosidad, se evidencia que para las muestras de proporciones B, C y D no existen diferencias significativas, pero entre estas, y A, E si hay lugar para estas diferencias. En cuanto a la variación de este parámetro, se evidencia mínima para la muestra C y mayor conforme aumenta la cantidad de fécula de maíz adicionada. En la Figura 7, se observa la variación de la viscosidad conforme disminuye la concentración de harina de arroz y aumenta la concentración de fécula de maíz.

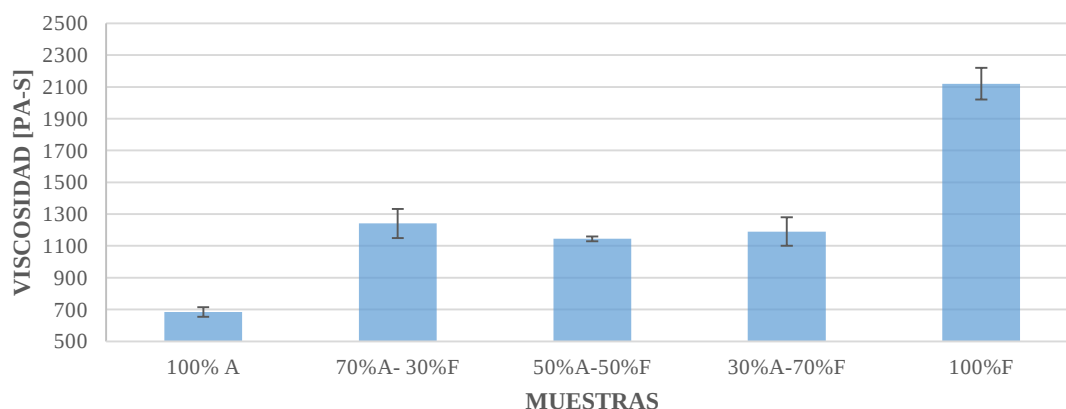


Figura . Viscosidad de cada una de las formulaciones.

En la Figura 7 se evidencian las diferencias significativas entre cada una de las muestras, a pesar de que hay grandes diferencias entre A y E, las diferencias entre las demás muestras (B, C y D) es menor, no obstante, entre duplicados de una misma muestra hay una gran variación de la viscosidad. De la Figura 7, se puede evidenciar que una mayor viscosidad está ligada a un mayor contenido de fécula de maíz en la formulación, hecho que puede ser atribuido a la biodisponibilidad del almidón de maíz (entre un 80 y 84% del peso total del grano) a diferencia del presente en el arroz (0-33%), a su vez la estructura de almidones presentes (amilosa-amilopectina).

5.3 EVALUACIÓN SENSORIAL

5.3.1 Análisis de preferencia

En la Tabla 5 se muestra la codificación de las muestras para el análisis sensorial, además de una muestra patrón (marca comercial).

Tabla . Codificación de muestras.

Código	Muestra
204	A
227	B
259	C
261	D
283	E
298	Patrón

En la Figura 8 se presenta el porcentaje de preferencia para cada una de las muestras, dado por los panelistas, en ella se observa que se prefirió en primera instancia la muestra 227, obteniendo así un mayor grado de preferencia sobre las demás, incluso por encima de la muestra 298.

En la Figura 9 se presenta el porcentaje de preferencia para las muestras por parte de las panelistas, esta vez según el rango de edad (18 a 23, 24 a 30, 31 a 40 y 41 a 55). Se puede evidenciar que la muestra 227 fue preferida por las poblaciones de 41 a 55 años (en 48,0%) y de 24 a 30 años (en 28,0%), la muestra 283 fue preferida por las poblaciones de 18 a 23 años (en 50,0%) y de 41 a 55 años (en 40,0%), mientras que la muestra 259 fue preferida por las poblaciones de 41 a 55 años (en 70,0%) y de 24 a 30 años (en 20,0%).

En la Figura 10 se presenta el porcentaje de preferencia de los panelistas, según el género. En ella se observa que la población femenina prefirió la muestra 227 (en 20,97%), en segunda instancia se inclinaron por la muestra 298 (en 14,52%), que fue la muestra que la población masculina prefirió (en 22,58%) sobre las demás muestras; en segundo lugar, el género masculino se inclinó por la muestra 261 (en un 20,97%).

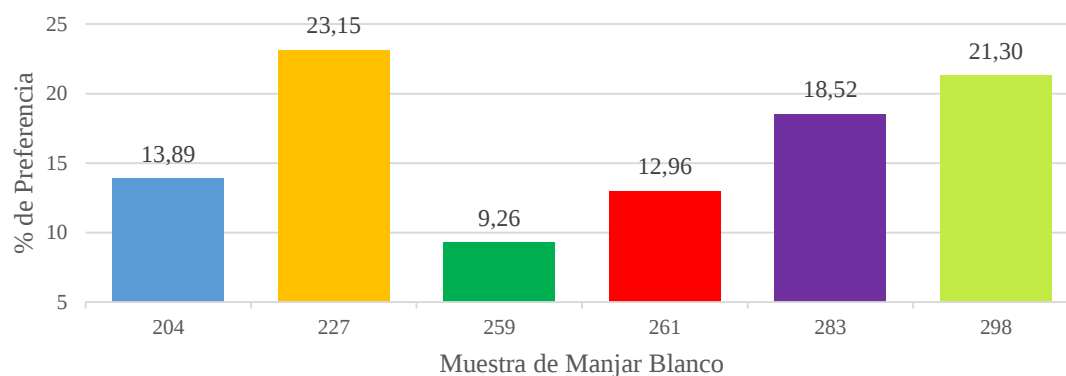


Figura . Diferencias entre cada una de las formulaciones de Manjar Blanco *

* 204: 100%-0%, 227: 70%-30%, 259: 50%-50%, 261: 30%-70%, 283: 0%-100%, 298: muestra comercial

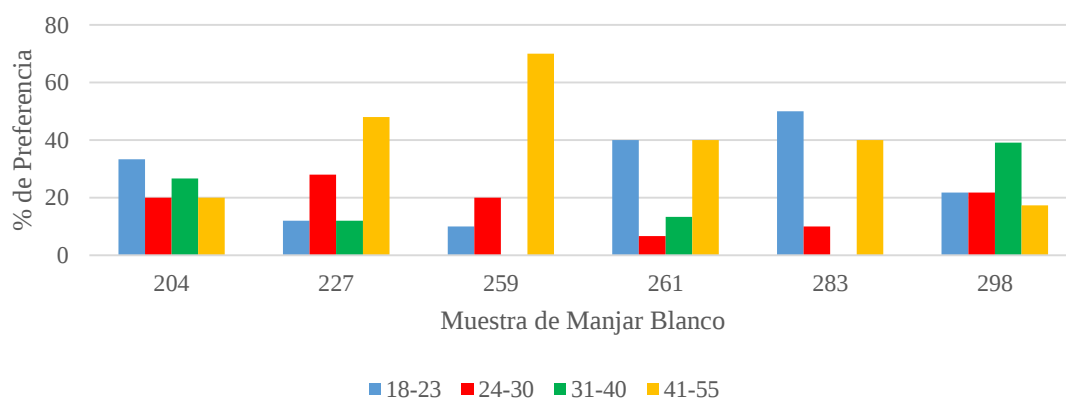


Figura . Diferencias entre formulaciones de Manjar Blanco según edades *

* 204: 100%-0%, 227: 70%-30%, 259: 50%-50%, 261: 30%-70%, 283: 0%-100%, 298: muestra comercial

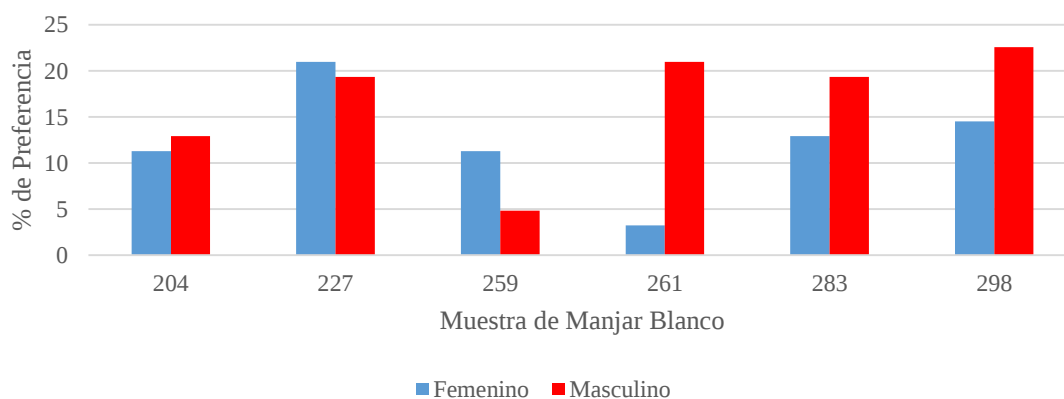


Figura . Diferencias entre formulaciones de Manjar Blanco según el género *

* 204: 100%-0%, 227: 70%-30%, 259: 50%-50%, 261: 30%-70%, 283: 0%-100%, 298: muestra comercial

5.3.2 Análisis de aceptación

El grado de aceptación de cada una de las formulaciones que fueron valuadas sensorialmente en cuanto a olor, color, sabor y textura por 108 panelistas, en la población de la Universidad del Valle y el concesionario Yanaconas Motor, usando escalas hedónicas de 5 puntos, se sintetizan en los rangos promedios determinados a través de la prueba de Friedman (Tabla 5), de igual forma se presentan los valores de la media y desviación estándar de las calificaciones asignadas por los panelistas.

A partir de la Tabla 6 se puede observar que la muestra 227 obtuvo los mayores rangos en olor (4,07), sabor (4,00) y textura (3,96), mientras que la muestra 298 presentó el mayor rango para el atributo de color (4,03). Todos los atributos presentaron diferencias significativas. En la Figura 11 se presenta el perfil sensorial de las muestras estudiadas, en la cual se puede realizar una comparación por superposición de los resultados obtenidos en la escala hedónica de 5 puntos.

Tabla . Estadísticos descriptivos y prueba de Friedman para los atributos sensoriales de cuatro marcas de leche evaluadas sensorialmente *

Formulación	Estadísticos descriptivos			
	Olor	Color	Sabor	Textura
204, X±DE	3,57±1,03	3,56±0,95	3,75±1,00	3,93±0,92
227, X±DE	4,04±0,85	3,87±0,77	4,15±0,85	4,22±0,81
259, X±DE	3,67±0,92	3,54±0,99	3,89±0,99	3,93±1,07
283, X±DE	3,61±1,03	3,57±1,05	4,00±0,89	4,17±0,82
261, X±DE	3,49±1,09	3,40±1,07	3,74±1,11	3,96±1,07
298, X±DE	3,78±1,04	4,03±0,92	3,74±0,98	3,24±1,14
Prueba de Friedman	Rango promedio			
204	3,26	3,23	3,20	3,48
227	4,07	3,89	4,00	3,96
259	3,47	3,33	3,51	3,58
283	3,35	3,40	3,67	3,90
261	3,16	3,11	3,34	3,55
298	3,68	4,03	3,28	2,53
F	13,706	17,108	11,201	32,559
p (5%)	0,018	0,004	0,048	0,000

* 204: 100%-0%, 227: 70%-30%, 259: 50%-50%, 261: 30%-70%, 283: 0%-100%, 298: muestra comercial

Del perfil sensorial se puede observar que en atributos como el color las muestras 227 y 298 indican una mayor aceptación por parte de los panelistas, sin embargo, la muestra patrón no satisface tanto como las muestras elaboradas. Para los atributos de olor y sabor la muestra 227 es la que presenta una mayor aceptación, y asimismo la textura en la muestra 283, no obstante, entre las diferentes muestras hay una mínima variación entre parámetros, así como diferencias significativas entre todas las formulaciones y la muestra patrón.

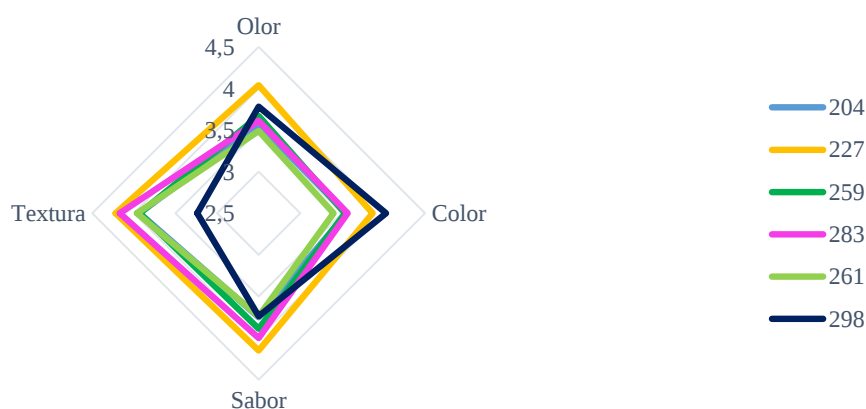


Figura . Perfil sensorial de las muestras de Manjar Blanco *

* 204: 100%-0%, 227: 70%-30%, 259: 50%-50%, 261: 30%-70%, 283: 0%-100%, 298: muestra comercial

Para determinar cuál de las muestras presenta los mejores atributos, se realizó la prueba de Wilcoxon, que permite un análisis más específico de los atributos analizados, en los cuales las diferentes formulaciones alcanzaron diferencias significativas, olor ($p=0,018<0,05$), color ($p=0,004<0,05$), sabor ($p=0,048<0,05$) y textura ($p=0,000<0,05$).

En la Tabla 7 se muestran los resultados de la prueba de signos de Wilcoxon. En ella se puede observar diferencias significativas para el contraste no paramétrico de dos muestras relacionadas, así el par 204/227 difiere significativamente en todos los atributos, 204/298, 259/298, 283/298, 261/298 en el color y la textura, 227/259 y 227/283 en el olor, 227/261 en el olor, color y sabor, y por último, 227/298 en el sabor y la textura.

Tabla . Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para los atributos sensoriales de las seis formulaciones de Manjar Blanco (incluyendo el patrón) evaluadas sensorialmente.

Formulación	Olor		Color		Sabor		Textura	
	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p
204/227	-2,868 ^b	0,00	-2,051 ^b	0,04	-2,439 ^b	0,01	-1,994 ^b	0,05
204/259	-0,625 ^b	0,53	-0,055 ^c	0,96	-0,784 ^b	0,43	-0,030 ^b	0,98
204/283	-0,084 ^b	0,93	-0,117 ^b	0,91	-1,616 ^b	0,11	-1,365 ^b	0,17
204/261	-0,653 ^c	0,51	-0,890 ^c	0,37	-0,117 ^c	0,91	-0,106 ^b	0,92
204/298	-1,479 ^b	0,14	-2,919 ^b	0,00	-0,149 ^c	0,88	-3,712 ^c	0,00
227/259	-2,510 ^c	0,01	-1,819 ^c	0,07	-1,753 ^c	0,08	-1,745 ^c	0,08
227/283	-2,487 ^c	0,01	-1,841 ^c	0,07	-1,181 ^c	0,24	-0,543 ^c	0,59
227/261	-3,159 ^c	0,00	-2,951 ^c	0,00	-2,533 ^c	0,01	-1,633 ^c	0,10
227/298	-1,418 ^c	0,16	-1,054 ^b	0,29	-2,557 ^c	0,01	-4,721 ^c	0,00
259/283	-0,257 ^c	0,80	-0,367 ^b	0,71	-0,783 ^b	0,43	-1,508 ^b	0,13
259/261	-1,198 ^c	0,23	-0,824 ^c	0,41	-0,963 ^c	0,34	-0,184 ^b	0,85
259/298	-0,812 ^b	0,42	-2,879 ^b	0,00	-0,907 ^c	0,36	-3,228 ^c	0,00
283/261	-0,770 ^c	0,44	-0,848 ^c	0,40	-1,623 ^c	0,10	-1,517 ^c	0,13
283/298	-0,917 ^b	0,36	-2,441 ^b	0,01	-1,617 ^c	0,11	-4,139 ^c	0,00
261/298	-1,464 ^b	0,14	-3,344 ^b	0,00	-0,038 ^c	0,97	-3,499 ^c	0,00

De las seis muestras, la 261 y 259 presentaron el color más claro de todas las formulaciones (incluyendo la muestra patrón), no obstante, de las formulaciones elaboradas la muestra 227 es la que tiene parámetros colorimétricos más cercanos (ver Tabla 3 sección 5.2) a los reportados por Novoa & Ramírez-Navas (2012). La muestra patrón obtuvo la calificación más alta para este atributo, sin embargo, según la prueba de Wilcoxon no hay diferencias significativas entre este par de muestras ($p=0,29 > 0,05$). Según Novoa & Ramírez-Navas (2012), el color representa el primer factor organoléptico que percibe el degustador y que es a través de éste que genera un criterio de calidad del alimento. Un producto aceptado será el que presente un aspecto atractivo en este particular parámetro. Incluso, se recomienda que el color del MB no debe ser muy oscuro [Ramírez-Navas, 2014].

Según lo observado, otro parámetro que es igual de importante al color en el momento de elegir un MB es la textura. De igual forma es la muestra 227 con mayor aceptación entre todas las formulaciones, por otro lado, se observa que la muestra patrón fue la que obtuvo una menor aceptación en este parámetro.

Finalmente, de la evaluación sensorial se puede inferir que no hay una discriminación clara entre un atributo u otro, puesto que el consumidor experimenta sensaciones que son producidas por la conjugación de distintos estímulos actuando como respuesta a la estimulación compleja. Entre más atributos sean calificados más complejo será el nivel de preferencia por una o más muestras [Ramírez-Navas, 2014].

5.4 DISEÑO DE UN AGITADOR PARA LA ELABORACIÓN DE MANJAR BLANCO

Para este diseño se eligió un agitador de turbina con 6 aspas inclinadas a 45° , capaz de generar dos tipos de flujos del fluido, axial y radial. Este tipo de agitadores son capaces de procesar líquidos que presentan una amplia diversidad de viscosidades, éste es similar al agitador de paletas, sólo que, en este caso, presenta aspas más cortas. El diámetro de la turbina está dado por las relaciones D_a/D_t con valores entre 0,3 a 0,5 [Geankoplis, 1998]. Las velocidades de rotación a las que opera este tipo de agitador, comprenden rpm entre 30 y 500. Para evitar el efecto de vórtice en la mezcla de MB, es recomendable la utilización de Baffles o deflectores, que además producen flujos verticales por la desviación de las corrientes radiales al chocar con las paredes [Brennan *et al.*, 1980].

El impulsor de turbina (Anexos 3) es utilizado con frecuencia para homogeneizar mezclas y mejorar la transferencia de calor con las paredes o serpentines dispuestos en el interior del tanque, ventaja que puede ser utilizada si se busca un tanque con la capacidad de calentarse por medio eléctrico. El rango de viscosidades a las que trabaja este tipo de agitador puede ser

menor o igual a 100 Pa-s (100000 cP) [Castillo, 2013]. Los parámetros de diseño del tanque están dados por las relaciones descritas por [Castillo, 2013; Geankoplis, 1998] (Anexos 3).

Para el cálculo del número de Reynolds y el número de potencia se tuvo en cuenta la variación del contenido de sólidos solubles conforme al aumento del tiempo y la temperatura de elaboración del MB, a su vez, se observó la dependencia de la viscosidad y la densidad respecto a las dos variables mencionadas anteriormente. En las Figuras 12 a 14 se presenta la relación y dependencia entre las propiedades fisicoquímicas y las variables tiempo-temperatura.

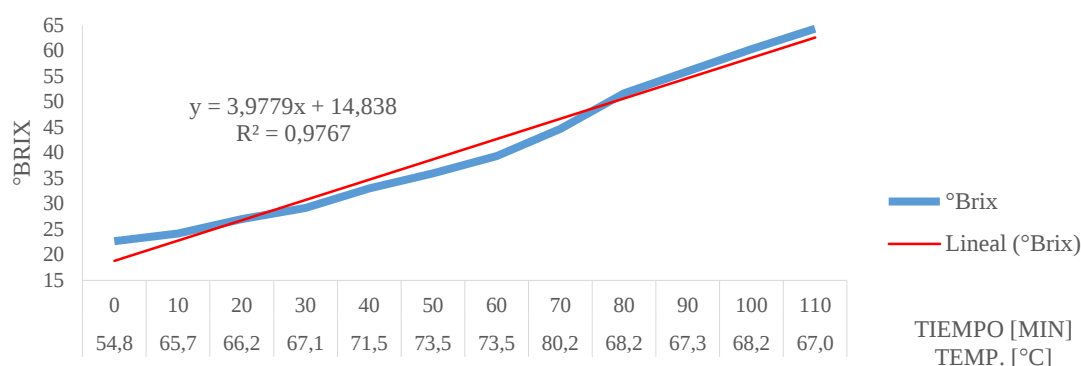


Figura . Variación de los grados Brix (°Bx) respecto al tiempo y temperatura de elaboración de Manjar Blanco

A partir de la Figura 12 se observó una relación entre el contenido de sólidos solubles y las variables de tiempo y temperatura, pues durante la elaboración de MB, a medida que se concentra a mayores temperaturas la mezcla, disminuye la cantidad de agua presente en la solución (en la leche) y aumenta el contenido de sólidos solubles. El índice de correlación R^2 (próximo a 1) muestra una dependencia directamente proporcional entre este parámetro y las dos variables de control en la elaboración del dulce.

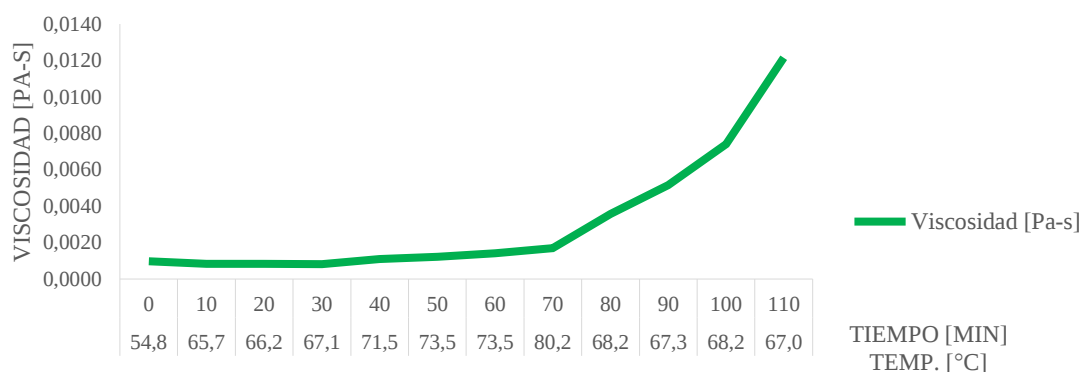


Figura . Variación de la viscosidad [Pa-s] respecto al tiempo y temperatura de elaboración de Manjar Blanco

En la Figura 13 la relación existente entre la viscosidad y las variables de tiempo y temperatura es proporcional de manera que, al finalizar la mezcla del dulce, la viscosidad es mayor respecto al valor inicial, ésta incrementa gradualmente con el tiempo transcurrido y la temperatura a la que es sometida para la concentración de sólidos solubles. Sin embargo, en los primeros 30 minutos de operación la viscosidad disminuye, después de este punto la misma incrementa conforme aumenta el tiempo (y la temperatura). Cabe resaltar que esta curva está dada para valores de viscosidad de soluciones azucaradas a distintas concentraciones ($^{\circ}\text{Bx}$) y que se hace una analogía para poder determinar los requerimientos del agitador.

Por otro lado, Novoa & Ramírez-Navas (2013) caracterizaron el comportamiento del MB como un fluido pseudoplástico y tixotrópico, el cuál concuerda con el incremento de sólidos solubles de la manera en que la concentración de partículas al eliminarse gran cantidad de agua durante la etapa de evaporación. Así, al aumentar la concentración, la separación que hay entre partículas inicialmente irán desapareciendo de manera que queden juntas unas de otras a lo largo del tiempo de elaboración, esto facilita la formación de grumos y la capacidad de la mezcla para la formación de agregados.

En la Figura 14 se observa el incremento de la densidad conforme pasa el tiempo y aumenta la temperatura, relación que se observa no sólo en la concentración de sólidos solubles sino también en la viscosidad del fluido. Sin embargo, en un rango de temperaturas entre los 80 y 68 $^{\circ}\text{C}$ hay una pequeña disminución de la densidad, que puede verse reflejada por la disminución de temperatura, justo antes de finalizar el proceso de agitación y llegar a los 65 $^{\circ}\text{Bx}$.

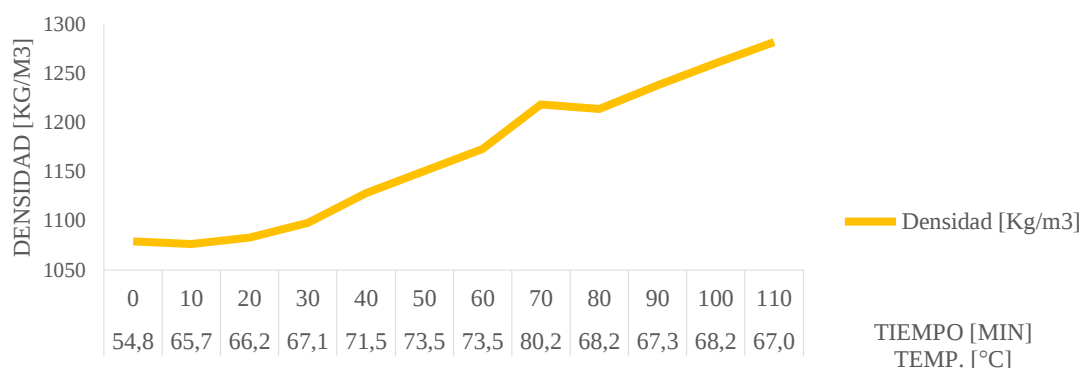


Figura . Variación de la densidad [kg/m³] respecto al tiempo y temperatura de elaboración de Manjar Blanco

Para ilustrar la relación entre las variables y las propiedades fisicoquímicas mencionadas anteriormente, se utilizaron los datos reportados por Hidalgo & Motato (2017), Zabaleta (2010) y Spencer & Meade (1967) (Anexos 3), además, se consideró la mezcla de azúcar, leche y almidón, como una solución azucarada para observar el comportamiento de la viscosidad y la densidad en relación con la temperatura y el tiempo.

De las Figuras 13 y 14, se determinó un valor crítico para la viscosidad y la densidad, se determinó una velocidad de 150 r.p.m, y se calculó el número de Reynolds, por medio de las correlaciones de potencia (con la curva 3 turbina abierta de seis aspas a 45°C y cuatro deflectores) se estableció un $N_p=1.25$ para finalmente encontrar la potencia requerida por el agitador (reemplazando en la ecuación 8). Los datos obtenidos se presentan en la Tabla 8.

Tabla . Datos obtenidos para las condiciones finales del agitador

N [rpm]	150
N [rev/s]	2,5
°Brix mezcla máximo	64
Viscosidad [cP] máxima	12,16
Viscosidad [Pa-s] máxima	0,012
Densidad [kg/m3] máxima	1281,7
Núm. Reynolds	29041,34
N_p	1,25
P [W]	100,94
P [kW]	0,10

Por lo tanto, la potencia requerida por el agitador es de 0,1 kW que se encuentra en el rango de agitación y mezclado suave.

6 CONCLUSIONES

El pH y la acidez no son parámetros ideales en el momento de seleccionar una formulación, pues no tienen efectos adversos en el producto terminado, para prueba de ello la no existencia de diferencias significativas arroja como resultado diferentes muestras con parámetros fisicoquímicos muy similares entre ellas. Sin embargo, estos parámetros influyen en la determinación de la calidad del producto, pues el no cumplimiento de los mismos, daría como resultado un producto que no cumple con las especificaciones y/o referencias halladas en diferentes investigaciones.

El color es un parámetro muy importante en la calidad final del MB, y a pesar de que las muestras obtenidas, tienen valores por debajo a los obtenidos por Novoa & Ramírez (2013), la formulación de la muestra B es la que más se aproxima al color característico del MB, no obstante, todas las formulaciones tienden a ser brillantes y con tonalidades que se inclinan hacia el rojo y al amarillo. A la hora de seleccionar un producto, el atributo que genera mayor aceptación por parte del consumidor es el color, sin embargo, la muestra 298 obtuvo menor puntaje en el parámetro textura y fue la muestra 227 la de mayor aceptación entre todas las muestras, lo que indica que para preferir una muestra será importante la combinación de los demás atributos y el estímulo sensorial que perciba el consumidor.

La textura es el segundo atributo de mayor importancia en la calidad sensorial del producto, hecho que se atribuye a la consistencia que brinda el almidón adicionado (o la combinación de dos) en sinergia con el azúcar, sin embargo el consumidor prefiere un MB que sea suave al paladar, razón por la cual predomina la preferencia por aquellas muestras en las que hay una combinación de ambos almidones (227-259-283) sobre las que son netamente hechas a partir de harina de arroz o de fécula de maíz.

A pesar de que la cantidad de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Bx}$) presenta diferencias significativas, todas las formulaciones cumplen con los valores característicos de este parámetro, en comparación con resultados obtenidos por Novoa & Ramírez (2013). Adicionalmente, se podría pensar que la adición de fécula genera un producto más estable, hecho que puede ser atribuido a su mínima variación entre los duplicados de cada una de las muestras, o también, por la biodisponibilidad de almidones y la organización de las cadenas de amilosa y amilopectina presentes en el maíz. A diferencia de las muestras A, B, C, D, la muestra E, mostró no solo una mayor viscosidad, sino también una textura más compacta y con mayor cuerpo.

En el análisis sensorial, el consumidor muestra la tendencia de preferir un MB con buen olor, sabor y textura, y no solo preferir un dulce que a primera vista se vea bien, incluso siendo el color el atributo que genera el primer estímulo. Por esto, un MB realizado con la formulación de la muestra B, será un producto que cumple con los parámetros fisicoquímicos y una aceptación ideal por parte del consumidor, que lo hará fuerte al momento de competir en el mercado.

Un agitador de turbina operado a una potencia de 0.1 kW, permite un mezclado suave y constante, para obtener un MB con una apariencia uniforme y con las mismas características del producto elaborado de manera tradicional. El uso de un agitador que tiene una solo componente en la velocidad, genera flujos en una sola dirección, ocasionando remolinos y atrapamiento de aire, que además provoca el no aprovechamiento de la potencia del equipo.

7 RECOMENDACIONES

Para la selección de un almidón como espesante en la elaboración de MB, se recomienda hacer un estudio más exhaustivo de las propiedades reológicas del mismo, teniendo en cuenta factores como la temperatura, la densidad y la concentración de sólidos solubles, conforme pasa el tiempo, además de la utilización de un viscoamilógrafo para tener una caracterización y/o perfil de las muestras según el almidón y la proporción utilizada.

Para futuros estudios, realizar en lo posible una experimentación del proceso con leche fresca y su posterior caracterización, para tener condiciones reales de elaboración, teniendo en cuenta que el MB sigue siendo un producto artesanal.

Con el fin de transformar un proceso artesanal a uno totalmente industrializado, se puede pensar en el diseño de un equipo más completo, el cuál además de garantizar la agitación constante, tenga un sistema de intercambio de calor.

8 REFERENCIAS

- ACOSTA, R. El cultivo del maíz, su origen y su clasificación. El maíz en Cuba. Gaveta postal 2009.
- AGAMA-ACEVEDO, E., JUÁREZ-GARCÍA, E., EVANGELITA-LOZANO, S., ROSALES-REINOSO, O. Y BELLO-PÉREZ, L. Características del almidón de maíz y relación con las enzimas de su biosíntesis. *Agrociencia*, 2013, vol. 47, no. 1-12.
- BELLO, J. *Ciencia Bromatológica. Principios generales de los alimentos*. Ed. Díaz de Santos, 2000.
- BRENNAN, J.G., BUTTERS, J.R., COWELL, N.D. Y LILLY, A.E. *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. 2 ed.: Acribia Zaragoza, 1980.
- CASTAÑEDA, R., MUSET, G., CASTELLS, L., ARANIBAR, G., MURPHY, M., RODRÍGUEZ, G. Dulce de leche argentino variedad tradicional-Su caracterización. Instituto Nacional de Tecnología Industrial, 2004, p. 1-3.
- CASTILLO, V. Diseño y cálculo de un agitador de fluidos. En: Universidad del Bio-Bio, 2013.
- CASTRO, L.M. Y JULIO-SIERRA, J.E. Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de postres y dulces típicos. En, 2013, p. 34.
- CIFUENTES, A. Elaboración de dulce de leche: una alternativa de bajo costo para aprovechar excedentes. *El campesino*, 1982, vol. 113, no. 5, p. 28-33.
- CHEN, M., BERGMAN, C.J., PINZÓN, C. Y FJELLSTRON, R. Waxy gene haplotypes: Associations with apparent amylose content and the effect by the environment in a international rice germplasm collection. *Journal of Cereal Science*, 2007, vol. 47, no. 2008, p. 536-545.
- EL PAÍS, D. El Manjar Blanco, el rey de la mesa en diciembre. En: *El País*. 2010.
- ENRIQUEZ, F.A. Y SILVA, L.F. Utilización de Extracto Acuoso y en Polvo de Soya. En, 2015.
- ESPINAL, C.F. *Manual de elaboración de dulces y panelitas de leche*. Editado por ICTA. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 1993.
- FAO/OMS. Los carbohidratos en la nutrición humana. En: *Estudio FAO Alimentación y Nutrición*. Roma: FAO, 1999.
- FAYLE, S., GERRARD, J. *La Reacción de Maillard*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, 2002.
- FIA. Elaboración de productos con leche de cabra. En: AGRICULTURA. Santiago de Chile, Chile: Fundación para la Innovación Agraria, 2000.
- GEANKOPLIS, C.J. *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias* México, 1998.
- HIDALGO, J. Y MOTATO, S. Evaluación de la sustitución total o parcial de la sacarosa en el dulce Manjar Blanco. En, 2017.
- HORMAZÁBAL, M. Incorporación de avellana chilena (Gevuina avellana Mol) a manjar amoldado artesanal. En. Chillán: Facultad de Ingeniería Agrónoma 2005.
- ICONTEC. NTC-399. Productos Lácteos. Leche Cruda. En. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2002.

- ICONTEC. NTC-3757. Arequipe o dulce de leche y manjar blanco. En.: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2008.
- ICONTEC. NTC-573. Azúcar. Terminología. En. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2013.
- INDUSTRIAL, I.N.D.T. *Producto Lácteos. Elaboración de Dulce de Leche*. Editado por KURLAT. Buenos Aires, Argentina: INTI, 2010.
- INEN. NTE INEM 0700: Manjar o dulce de leche. Requisitos. En. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización 2011.
- INFOLACTEA. INFOLACTEA. En., 2014.
- JULIANO, B.O. Nutritive Value of Rice and Rice Diets En: *Rice Chemistry and Quality*. Manila, Philippine Rice Research Institute 2007, p. 131-378.
- KUSANO, M., FUKUSHIMA, A., FUJITA, N.O., KOBAYASHI, M., OITOMEN, F., EBANA, K. Y SAITO, K. Deciphering Starch Quality of Rice Kernels Using Metabolite Profiling and Pedigree Network Analysis. *Molecular Plant*, 2012, vol. 5, no. 2, p. 442-451.
- LOAIZA DE LA PAVA, J.K. Evaluación del contenido de amilosa en arroz mediante espectroscopia de infrarrojo cercano-NIRS. En. Palmira, 2016, p. 17-20.
- MARTÍNEZ, C., CUEVAS, F. Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz. En., 1989.
- MÉNDEZ, A. Extracción de almidón de banano verde (*Musa sapientum* variedad Cavendish) producto de desecho de las industrias bananeras y evaluación de su función como excipiente en la formulación de comprimidos. En., 2010.
- MONTERO, R. Proyecto Manjarblanco. ITDG-Perú, 2000, p. 31.
- NOVOA, D. Y RAMÍREZ-NAVAS, J.S. Manjar Blanco del Valle: un dulce de leche típico colombiano. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 2012, vol. 68, p. 48-52.
- NOVOA, D. Y RAMÍREZ-NAVAS, J.S. Caracterización reológica de Manjar Blanco del Valle del Cauca. En., 2013.
- NOVOA, D., RAMÍREZ-NAVAS, J. S Caracterización colorimétrica de Manjar Blanco del Valle. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial* 2012a, p. 54-60.
- NOVOA, D., RAMÍREZ-NAVAS, J. S Manjar Blanco del Valle: un dulce de leche típico colombiano. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 2012b, vol. 68, p. 48-52.
- PAMPLONA, J. *Enciclopedia de los alimentos y su poder curativo. Tratado de bromatología y dietoterapia*. Sar, 2006.
- PATIÑO, G. Fogón de negros: cocina y cultura en una región latinoamericana. Convenio Andrés Bello, 2007.
- QUEZADA, J.T. Efecto de la concentración de iota-carragenina y sacarosa en el color, textura, y características organolépticas de manjar sólido. En. Chillán, 2009.
- QUINTANA TUKASAKI, D.F. Diseño de una máquina automática para elaboración de Manjar Blanco. En. Lima, 2015.
- RAECKER, M.O., GAINES, C.S., FINNEY, P.L. Y DONELSON, T. Granule size distribution and chemical composition of starches from 12 soft wheat cultivars. *Cereal Chemistry*, 1998, vol. 75, p. 721-728.
- RAMÍREZ-NAVAS, J.S. Espectrocolorimetría: caracterización de leche y quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 2010, no. 61, p. 52-58.

- RAMÍREZ-NAVAS, J.S. Análisis de aceptación y preferencia del Manjar Blanco del Valle. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 2014, p. 20-27.
- REVILLA, A. *Tecnología de la leche*. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, 2000.
- RODRÍGUEZ, J.F. Y ARAUJO, K.J. Porcentajes de sacarosa y harina de banano (*Musa paradisiaca*) en la calidad del Manjar a base de lactosuero como alternativa de aprovechamiento. *En.*, 2016.
- ROJAS, P. Y TREGUEAR, W. Tecnología del Dulce de Leche, proceso de elaboración y defectos. 2004. Disponible en:<www.geocities.com/CollagePark/Lab/2960/Manjarb>.
- ROVEDO, C.O., VIOLLAZ, P. E, SUAREZ, C. The effect of pH and the temperature on the rheological behavior of Dulce de Leche, a typical dairy Argentine product. *Journal of Dairy Science*, 1991, vol. 74, no. 5, p. 1497-1502.
- SANTOS, A. Manual de Elaboración de Productos Lácteos. *En.*, 2001, p. 133.
- SPENCER, E. Y MEADE, G. *Manual del azúcar de caña*. Traducido por MENOCAL. Barcelona, España: Montaner y Simon, S. A, 1967.
- TOVAR, T. Caracterización morfológica y térmica del almidón de maíz (*Zea mays* L) obtenido por diferentes métodos de aislamiento. *En.*, 2008.
- WILLIAMS, D. La increíble historia de los bocadillos 2013.
- YUAN, R.C., THOMPSON, D.B. Y BOYER, C.E. Fine structure of amylopectin in relation to gelatinization and retrogradation behavior of maize starches from three wx-containing genotypes in two inbred lines. *Cereal Chemistry*, 1993, vol. 70, p. 81-89.
- ZABALETA, R. Preparación de jarabes de sacarosa mediante mediciones volumétricas. *ACTA NOVA*, 2011, vol. 5, no. 1, p. 110-137.

9 ANEXOS

9.1 ANEXO 1: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Tabla . Resultados ANOVA

Parámetro	F	Sig.
a*	76,708	0,000
b*	11,498	0,001
L*	1,850	0,196
C*	15,013	0,000
H*	176,750	0,000
FP	1,846	0,197
ΔE	2,964	0,074
Acidez	3,445	0,051
°Bx	4,718	0,021
Viscosidad	147,754	0,000

Tabla . Resultados test de Tukey^a

Parámetro	Muestras	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
a	5,00	3	7,690			
	3,00	3		8,605		
	1,00	3			10,415	
	4,00	3			10,525	10,525
	2,00	3				11,285
	Sig.		1,000	1,000	0,990	0,062
b	5,00	3	30,160			
	3,00	3	31,700	31,700		
	4,00	3		33,550	33,550	
	1,00	3		33,640	33,640	
	2,00	3			34,450	
	Sig.		0,283	0,129	0,730	
L	4,00	3	29,495			
	2,00	3	29,705			
	5,00	3	30,090			
	1,00	3	30,145			
	3,00	3	31,515			
	Sig.		0,175			
C	5,00	3	31,123			
	3,00	3	32,847	32,847		
	4,00	3		35,160	35,160	
	1,00	3		35,217	35,217	
	2,00	3			36,250	
	Sig.		0,234	0,066	0,624	

Parámetro	Muestras	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
H	2,00	3	1,253			
	1,00	3		1,270		
	4,00	3		1,270		
	3,00	3			1,307	
	5,00	3				1,320
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
FP	4,00	3	33,070			
	2,00	3	33,310			
	5,00	3	33,740			
	1,00	3	33,803			
	3,00	3	35,340			
	Sig.		0,174			
ΔE	3,00	3	13,850			
	1,00	3	14,147			
	2,00	3	14,313			
	4,00	3	14,743			
	5,00	3	15,843			
	Sig.		0,065			
Acidez	3,00	3	0,327			
	2,00	3	0,340	0,340		
	4,00	3	0,350	0,350		
	1,00	3	0,373	0,373		
	5,00	3		0,400		
	Sig.		0,287	0,121		
Brix	5,00	3	66,500			
	3,00	3	69,500	69,500		
	4,00	3	69,500	69,500		
	1,00	3		71,000		
	2,00	3		72,000		
	Sig.		0,249	0,401		
Viscosidad	1,00	3	685000			
	3,00	3		1145000		
	4,00	3		1190000		
	2,00	3		1241500		
	5,00	3			2120000	
	Sig.		1,000	0,534	1,000	

HSD Tukey

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

9.2 ANEXO 2: FORMULARIO PARA ANÁLISIS SENSORIAL

Figura . Formatos de evaluación sensorial.


Universidad del Valle

Trabajo de grado: Estudio del efecto de la mezcla de harina de arroz y fécula de maíz sobre los parámetros de calidad del manjar blanco del Valle.

Estudiantes: Fernando Prado
Juan Manuel Prieto

Nombre: _____ **Sexo:** _____ **Edad:** _____

Fecha: _____

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan cuatro muestras de Manjar Blanco. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, empezando 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 enjuagar la boca con agua eliminando cualquier sabor residual y continúe con la siguiente muestra.

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

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOUR	SABOR	TEXTURA
227				
259				
283				
261				

Finalmente, haga un círculo al número de la muestra que prefiere. Usted debe escoger una muestra, aunque no esté seguro.

227 259 283 261

¡Gracias por su colaboración!

9.3 ANEXO 3: DISEÑO DE AGITADOR

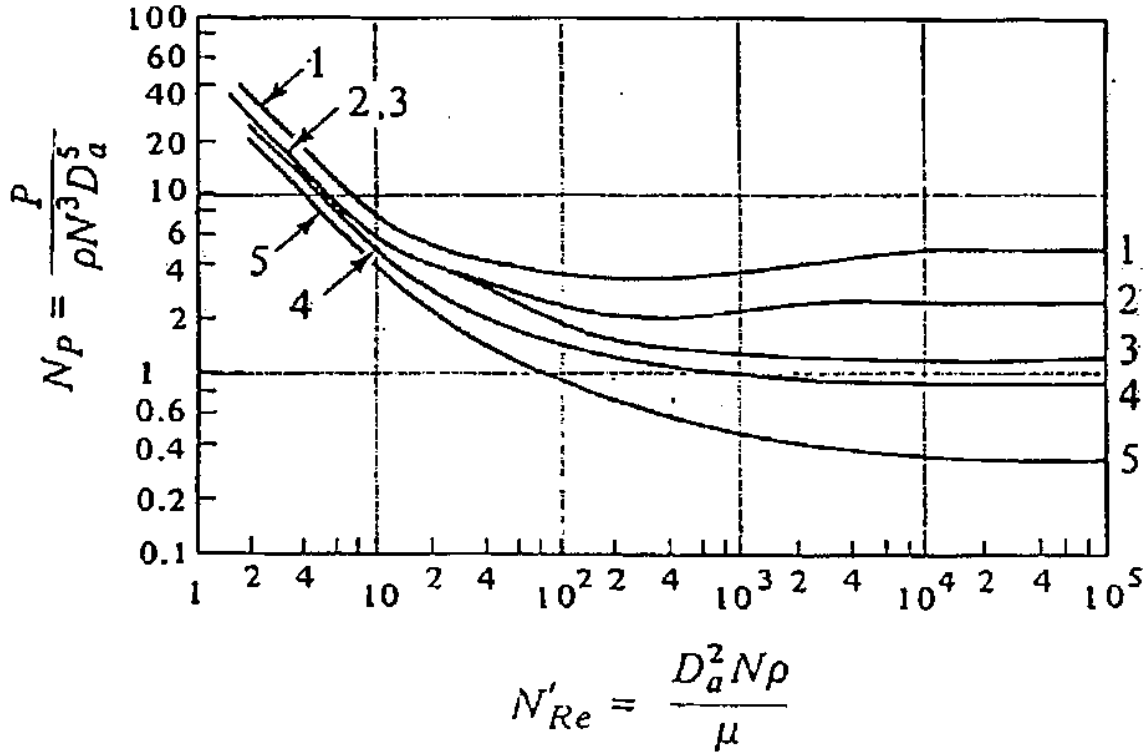


Figura . Correlaciones de potencia para diversos impulsores y deflectores

Curva 1. Turbina de seis aspas planas; $D_a/W = 5$; cuatro deflectores cada uno con $D_t/J = 12$.

Curva 2. Turbina abierta de seis aspas planas; $D_a/W = 8$; cuatro deflectores con $D_t/J = 12$.

Curva 3. Turbina abierta de seis aspas a 45° ; $D_a/W = 8$; cuatro deflectores con $D_t/J = 12$.

Curva 4. Propulsor; inclinación 20° , cuatro deflectores con $D_t/J = 10$; también es válida para el mismo propulsor en posición angular y desplazado del centro sin deflectores.

Curva 5. Propulsor; inclinación $= D_a$, cuatro deflectores con $D_t/J = 10$; también es válida para un propulsor en posición angular desplazada del centro sin deflectores.

Fuente: Geankoplis, 1998.

$$\frac{D_a}{D_t} = 0.3 \text{ to } 0.5 \quad \frac{H}{D_t} = 1 \quad \frac{C}{D_t} = \frac{1}{3}$$

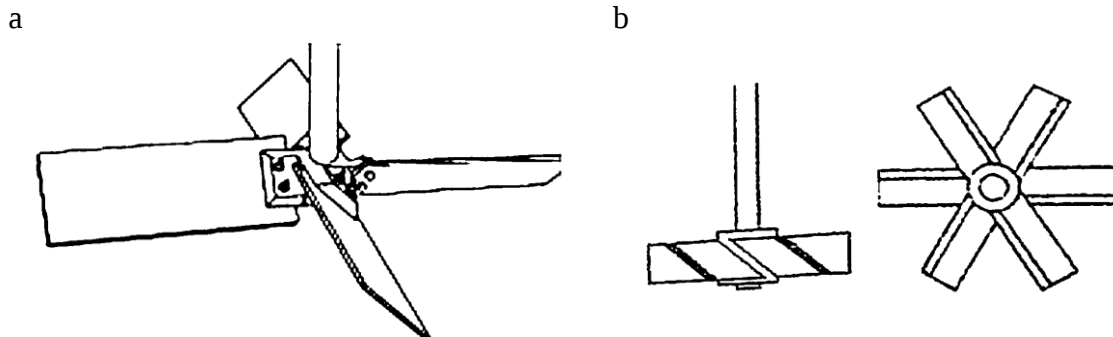
$$\frac{W}{D_a} = \frac{1}{5} \quad \frac{D_d}{D_a} = \frac{2}{3} \quad \frac{L}{D_a} = \frac{1}{4} \quad \frac{J}{D_t} = \frac{1}{12}$$

Figura . Proporciones geométricas para un sistema de agitación

Fuente: Geankoplis, 1998.

Tabla . Parámetros de diseño para el sistema de agitación de Manjar Blanco

Dt (Diámetro Tanque) [m]	1,01
Da (Diámetro agitador) [m]	0,33
H (Altura de llenado) [m]	1,01
H/Dt	1
W/Dt	0,10
C/Dt	0,30
Da/Dt	0,33
J/Dt	0,10
C/Dt	0,33
L/Da	0,25
f/Dt	0,02
W/Da	0,20
W (Alt. aspa) [m]	0,07
C (Alt. Fondo-Agit) [m]	0,33
L (Largo aspa)	0,08
J (Ancho Deflector)	0,10
f (Separación Def-Tanque)	0,02

**Figura . (a) Agitador de tipo turbina con 4 aspas inclinadas (b) Agitador de tipo turbina con 6 aspas inclinadas***Fuente: Geankoplis, 1998.*

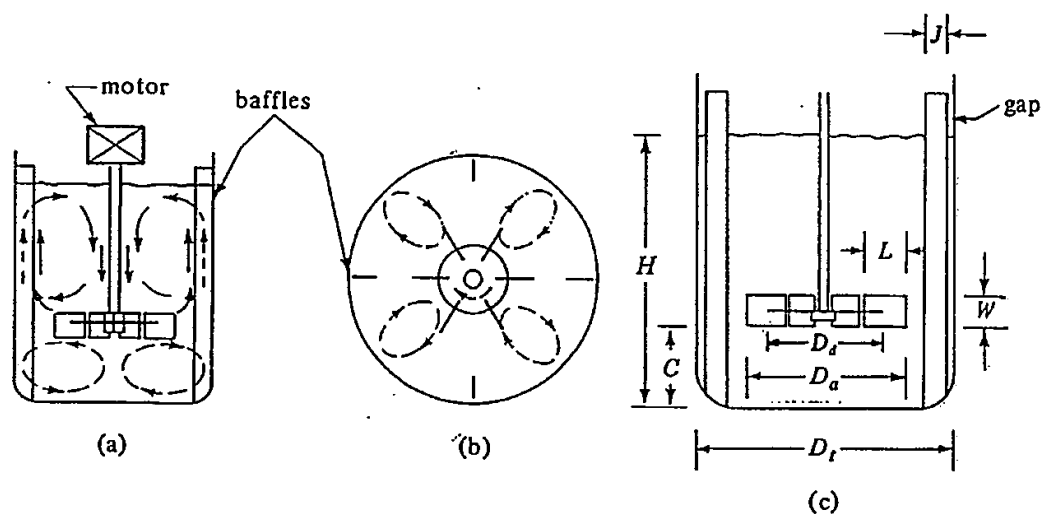


Figura . Sistema de agitación con agitador de turbina de seis aspas. (a) patrones de flujo (b) vista superior (c) dimensiones de la turbina y el tanque.

Fuente: Geankoplis, 1998.

Tabla . Información sobre MB y soluciones azucaradas.

Temperatura [°C]	Tiempo [min]	°Brix	Viscosidad [Pa·s]	Densidad [Kg/m ³]
54,8	0	23	0,0010	1079,20
65,7	10	24	0,0008	1076,60
66,2	20	27	0,0008	1083,00
67,1	30	29	0,0008	1098,10
71,5	40	33	0,0011	1128,20
73,5	50	36	0,0012	1150,70
73,5	60	39	0,0014	1173,20
80,2	70	45	0,0017	1218,20
68,2	80	52	0,0036	1213,90
67,3	90	56	0,0052	1237,90
68,2	100	60	0,0074	1260,30
67,0	110	64	0,0122	1281,70

Fuente: (Hidalgo & Motato, 2017)[Zabaleta, 2011] (Spencer & Meade, 1967)