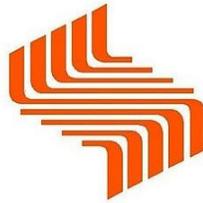


UNELLEZ
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA
Y PROCESOS INDUSTRIALES
PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR
SAN CARLOS-VENEZUELA



**EVALUACIÓN DEL LACTOSUERO, HARINA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)
Y REMOLACHA (*Beta vulgaris*) SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DE UN
PRODUCTO (TORTA).**

San Carlos, julio de 2018.

**UNELLEZ
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA
Y PROCESOS INDUSTRIALES
PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR
SAN CARLOS – VENEZUELA**



**EVALUACIÓN DEL LACTOSUERO, HARINA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)
Y REMOLACHA (*Beta vulgaris*) SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DE UN
PRODUCTO (TORTA).**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agroindustrial.**

Autores:

Br. José Herrera C.I. 24.244.758

Br. Stailer Duque C.I. 22.096.284

Tutor: Jacovelín Morales

San Carlos, julio de 2018.

UNELLEZ
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA
Y PROCESOS INDUSTRIALES
PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR
SAN CARLOS-VENEZUELA



ACTA DE APROBACIÓN

El Trabajo de Grado titulado “EVALUACIÓN DEL LACTOSUERO, HARINA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) Y REMOLACHA (*Beta vulgaris*) SOBRE LACALIDAD SENSORIAL DE UN PRODUCTO (TORTA).” presentado por, José R. Herrera y Stailer Duque, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agroindustrial, fue aprobado en fecha: ____ de _____ de 2018, por el siguiente jurado:

Prof. _____
C.I.

Prof. _____
C.I.

Prof. _____
C.I.

C.I. _____

Tutor.

DEDICATORIA

Primeramente a Dios Todopoderoso por permitirme llegar a este mundo, por darme la fe, el conocimiento, la perseverancia, la paciencia e inteligencia necesaria para lograr culminar con éxito mi carrera, impulsando mi vida de esta manera permitiéndome lograr este gran sueño.

A mi madre Ana Cristina Díaz, por ser mi motivación en todo momento para salir adelante y conseguir la meta de ser profesional.

A mi padre José Herrera por brindarme todo su apoyo para alcanzar de manera eficaz esta meta.

A toda mi familia, por haber sido parte importante en este camino lleno de aprendizaje. Cada uno me apoyo con sus conocimientos y fortalezas para salir adelante día a día.

A mis amigos, Jesús Morales, Jordán Acosta, Jesús Rivas, Albino Mejías, Stailer Duque. Que también han sido parte importante en este logro. Ustedes con sus consejos, me motivaron para continuar mi lucha y culminarla con éxito.

Herrera D. José R.

DEDICATORIA.

A Dios primeramente que siempre guía mis pasos, a mi padre Antonio Duque que desde el cielo guía mis pasos, y me ha iluminado en los momentos de oscuridad, mostrándome el camino del bien y de la vida, y a mi madre María Isabel Duque Salas, quien me inculco los valores necesarios para generar amistades, quien en medio de la dificultad me enseñó a salir adelante, a darle valor a las cosas, es vivo ejemplo de lucha y constancia, fuente de inspiración y empuje para alcanzar este logro.

Al resto de mi familia, por creer siempre en la posibilidad de llegar lejos, hoy hemos llegado juntos donde no pensábamos, presentes de una forma u otra en medio de todo esto, sin prejuicios, testigos del esfuerzo, y dando el apoyo con sus consejos tan sabios en momentos de adversidades.

Pero sobre todo a mis verdaderos amigos que siempre han estado conmigo en las altas y bajas, en las buenas y malas, en momentos de luz y en momentos de oscuridad, pero siempre allí aconsejándome para el camino del bien.

Gracias a todos desde mi corazón.

Duque Stailer A.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fortaleza, iluminar mis pasos y cuidarme en cada momento de mi vida.

A mi esposa Krismar Matute, por su gran apoyo incondicional.

A la UNELLEZ, mi alma mater, por formarme como profesional y brindarme los conocimientos necesarios.

A los profesores, que en cada semestre de mi carrera me impartieron los conocimientos necesarios para alcanzar mi sueño.

A mi tutora académica, Prof. Yacovelin Morales, por su gran apoyo.

A los profesores: Yelismar Crespo, Graviel Cravo y Jorman Pérez, por impartirme sus conocimientos.

A todos gracias...

Herrera D. José R.

AGRADECIMIENTO

A Dios, mi padre todopoderoso gracias por la vida, por el don de la ciencia, por permitirme terminar con éxito este trabajo. Sin mucho que decir; nada de esto y nada en la vida es posible sin tu consentimiento.

A mi madre, por creer en mí, que con su esfuerzo, su paciencia, sus buenos consejos y todo el apoyo incondicional me motivo a seguir adelante en los momentos más difíciles, con ella a mi lado las adversidades me fortalecen.

A mis abuelos, porque en todo momento conté con sus manos, su apoyo, su preocupación, sus oraciones y su cariño, haciendo de mi mejor persona cada día.

A mi familia, y amigos especialmente a los que formaron parte importante de este logro, aportando un granito de arena para ayudarme a lograr todas mis metas.

A mi tutora, la Profesora Yacovelin Morales por brindarme todo su apoyo.

Agradezco el apoyo de los profesores que me instruyeron en cada uno de los subproyectos.

¡A todos muchísimas gracias!

Stailer Duque.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
I.1. EL PROBLEMA	
	I.1.1. Planteamiento del problema
	4
I.1.2. Formulación de objetivos	
6	I.1.2.1. Objetivo general
	6
I.1.2.2. Objetivos específicos	
6	
I.1.3. Justificación e importancia de la investigación	
6	I.1.4. Alcances y Limitaciones
	7
I.1.5. Hipótesis de la investigación	
7	
I.1.5.1. Hipótesis alternativa (Ha)	
7	
I.1.5.2. Hipótesis nula (Ho)	
8	
I.1.6. Ubicación geográfica	
8	
CAPÍTULO II	
II.1. MARCO TEÓRICO	
II.1.1. Antecedentes de la investigación	9

II.1.2. Bases teóricas
10

CAPÍTULO III

III.1. MARCO METODOLÓGICO

III.1.1. Modalidad de la investigación

21

III.1.2. Diseño de la investigación
22

III.1.3. Materia, Materiales y Equipos
34

CAPÍTULO IV

IV.1. Resultados de la investigación
37

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
1. Composición del lactosuero dulce y ácido. 11	
2. Contenidos de vitaminas del lactosuero. 11	
3. Composición en aminoácidos esenciales (g/100 g de proteínas). 12	
4. Composición química y nutricional para cada 100 g de porción comestible. 14	
5. Pesos del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) después de la precocción. 26	
6. Pesos del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) laminado. 26	
7. Formulación para la elaboración de una torta a base de lactosuero, harina de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) y remolacha (<i>Beta vulgaris</i>). 29	
8. Cantidades respectivas de la harina de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) y la del lactosuero en cada tratamiento. 30	

9. Características físico-químicas del lactosuero.	37
10. Composición nutricional del lactosuero.	38
11. Composición nutricional de la harina de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).	39
12. Composición nutricional de la remolacha (<i>Beta vulgaris</i>).	
13. Matriz “D” y las respuestas tecnológicas medidas a la torta a base de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>), lactosuero y remolacha (<i>Beta vulgaris</i>).	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Diagrama del proceso para la elaboración de la obtención de harina de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).	28
2. Esquema tecnológico para la elaboración de una torta a base de harina de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>), lactosuero y remolacha (<i>Beta vulgaris</i>).	32

3. Planilla de evaluación sensorial para la aceptación de una torta a base de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*), lactosuero y remolacha (*Beta vulgaris*).
34
4. Cooptimización multirespuestas para respuestas obtenidas.
42
5. Red neuronal artificial, condiciones de entrenamiento y bondad de ajuste.
43
6. Parámetros del modelo genérico de la red neuronal artificial.
44
7. Visual de la bondad de ajuste de los modelos de red neuronal artificial para $Y1=$ H, $R^2 = 96,75$.
46
8. Visual de la bondad de ajuste de los modelos de red neuronal artificial para $Y2=$ pH, $R^2 = 98,20$.
47
9. Visual de la bondad de ajuste de los modelos de red neuronal artificial para $Y3=$ Volumen, $R^2 = 98,15$.
48
10. Representación gráfica del comportamiento de la variable color en un producto tipo torta a base de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*), lactosuero y remolacha (*Beta vulgaris*).
49
11. Representación gráfica del comportamiento de la variable olor en un producto tipo torta a base de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*), lactosuero y remolacha (*Beta vulgaris*).
50
12. Representación gráfica del comportamiento de la variable sabor en un producto tipo torta a base de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*), lactosuero y remolacha (*Beta vulgaris*).
51
13. Representación gráfica del comportamiento de la variable textura en un producto tipo torta a base de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*), lactosuero y remolacha (*Beta vulgaris*).
52
14. Representación gráfica de la aceptación global de un producto tipo torta a base de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*), lactosuero y remolacha (*Beta vulgaris*).
53

UNELLEZ
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA
Y PROCESOS INDUSTRIALES
PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR
SAN CARLOS-VENEZUELA



RESUMEN

**“EVALUACIÓN DEL LACTOSUERO, HARINA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)
Y REMOLACHA (*Beta vulgaris*) SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DE UN
PRODUCTO (TORTA)”.**

Autores:

Br. José Herrera C.I.

Br. Stailer Duque C.I.

Tutor: Prof. Jacovelín Morales.

La harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) es un producto de suma importancia en lo que respecta al empleo de materias poco aplicadas para tales fines, razón por la que se considera un constituyente del avance de la agroindustria. En atención a esta motivación, se pretende desarrollar la evaluación del lactosuero, harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y remolacha (*Beta vulgaris*) sobre la calidad sensorial de un producto (torta). Para este propósito, se caracterizó fisicoquímicamente el lactosuero, así como también su composición nutricional (proteína, hierro, zinc, vitamina A y vitamina C) y la de la harina de frijol y la remolacha, seguidamente se formuló un alimento agroindustrial a base de dichos rubros mediante la aplicación del diseño del arreglo de tratamientos optimales hipercubo latino escalables y en último lugar, se evaluó el análisis sensorial del producto terminado; como resultado se obtuvo una concentración óptima en un

producto con 65,41 % de humedad, 7,31 de pH y 42,8 cm³ de volumen. En base a las observaciones anteriores se puede concluir que el empleo del lactosuero, la harina de frijol y la remolacha aportan características favorables a un producto tipo torta, propicias al sentido del olor, olfato, gusto y tacto, las cuales son aceptables por el consumidor.

Palabras claves: Lactosuero, frijol, remolacha, calidad sensorial.

INTRODUCCIÓN

La alimentación humana es un proceso indispensable para la vida, el cual, al paso de los años se ha considerado de manera diferente desde diversos puntos de vista de cada individuo. En ciertas culturas ha sido un grave error asociar necesariamente la alimentación con el placer y el exceso, en cuestiones relacionadas a los sentidos. En efecto, mientras mayor estimulación reciben nuestros sentidos, más novedad de acumulación de estímulos se requerirán para producir placer. Es evidente que esto funciona tanto para los placeres visuales como auditivos o del gusto, creer que las cuestiones de alimentación, salud y placer, no se relacionan armónicamente, lo cual suele traer como consecuencia, importantes alteraciones en muchos campos de la salud humana.

En el marco de las observaciones anteriores, los alimentos desde la perspectiva nutricional están destinados a cumplir con tres fines: función plástica (renovación y formación de los tejidos y estructuras del organismo), función energética (proporcionar la energía que necesita el organismo para realizar sus procesos metabólicos y mantener sus funciones vitales) y función reguladora (suministrar elementos que actúan modulando las reacciones bioquímicas que tienen lugar en los procesos metabólicos y de utilización de los diferentes nutrientes).

De acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando, la nutrición es un mecanismo de alimentación, donde la ingesta de alimentos está dada por la necesidad fisiológica del hambre y donde el ser humano

establece que la clase de alimentos que consume son o no saludables para su organismo. Para la nutrición es imprescindible conocer los alimentos que se consumen diariamente, los cuales pueden ser benéficos o no para el desarrollo normal del ser humano y aún para la digestión de estos.

Significa entonces que de la clase de ingredientes que cada persona mezcle en sus raciones de alimentos diarias, depende el buen o mal funcionamiento de su sistema óseo, muscular, cardíaco, glandular y cerebral. A los efectos de esta condición, en búsqueda de nuevos sabores y presentaciones de alimentos, surge la necesidad de emplear productos innovadores que suplan las necesidades de los consumidores. Es por ello que mediante procesos de transformación de materias primas, las harinas a base de granos constituyen un producto que ofrece la oportunidad de generar otros productos de gran interés. Por lo tanto, la harina frijol bayo (*Phaseolus vulgaris*), instituye una potencialidad considerable que aporta características favorables a alimentos tipo torta, tomando en cuenta que esta clase de frijol es accesible en la región, por otra parte, el lactosuero es un subproducto que corresponde a la fracción líquida obtenida durante la coagulación de la leche en el proceso de elaboración de quesos y de la caseína, después de la separación del coágulo o fase micelar, cuya composición consta de sustancias como proteínas y calcio, las cuales son trascendentes para el cuerpo humano, razón por la que es importante aprovecharlo como parte de un alimento nutritivo; así mismo la remolacha (*Beta vulgaris*), es una hortaliza rica en fibra que posee propiedades que le confieren la capacidad de producir anticuerpos para evitar efectos patógenos.

Dadas las condiciones que anteceden, el empleo de dichos ingredientes como materia prima para la elaboración de tortas proporciona mayor valor nutritivo a un producto final y a su vez se genera un aprovechamiento de estos rubros los cuales no son utilizados comúnmente

en la fabricación de estos tipos de productos que son parte de las recetas de repostería (término que se utiliza para denominar al tipo de gastronomía que se basa en la preparación y decoración de platos dulces tales como tortas, pasteles, galletas, budines). Por lo que resulta oportuno que la elaboración de una torta a base de harina de frijol bayo (*Phaseolus vulgaris*), lactosuero y remolacha (*Beta vulgaris*) representa una alternativa rentable que promueve el empleo de ingredientes poco usuales para la producción de nuevos alimentos, siendo esto un avance en lo que respecta a la formulación de productos alimenticios mediante la aplicación de los conocimientos que manan de la agroindustria. La investigación experimental es dada a conocer a través de capítulos:

Capítulo I, El Problema: Incluye lo concerniente al planteamiento del problema y formulación, el objetivo general y específicos, la justificación e importancia, alcances y limitaciones, hipótesis de la investigación y ubicación geográfica del lugar en el que se llevó a cabo la investigación.

Capítulo II, Marco Teórico: Contiene la información ofrecida por medio de las bases teóricas y los antecedentes.

Capítulo III, Metodología: Representa el tipo, el diseño, las técnicas y los procedimientos empleados en los que se desarrolló la investigación.

Capítulo IV, Presentación de Resultados: Refleja los resultados y su respectiva discusión, los cuales fueron reportados a lo largo de la investigación, las conclusiones, recomendaciones y por último las referencias en las que se sustenta la investigación.

CAPÍTULO I

I.1. EL PROBLEMA

I.1.1. Planteamiento del Problema

En toda dieta se tiene que contar con elementos orgánicos, que son esenciales para aportar los nutrientes que el organismo necesita para poder funcionar correctamente, y las proteínas es uno de ellos; éstas se definen como sustancias orgánicas que contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; compuestas de aminoácidos, algunos de los cuales son esenciales para el organismo del ser humano. Al respecto, (Carbajal, 2013), resume su importancia de esta manera: Las proteínas son el constituyente principal de las células y son necesarias para el crecimiento, la reparación y la continua renovación de los tejidos corporales y esto determina su continua necesidad. Por ejemplo, el tejido epitelial del intestino es reemplazado cada 3 o 4 días. También proporcionan energía (4 kcal/gramo) pero, por razones fisiológicas y económicas, es poco recomendable utilizarlas para este fin. Sin embargo, si en la dieta no hay suficiente cantidad de grasas o hidratos de carbono, la proteína se usará para

proporcionar energía. Esto es lo que ocurre, por ejemplo, en la inanición. (p. 1)

Hechas las consideraciones anteriores, se observa lo esencial de innovar en el área agroindustrial con el objetivo de optimizar los productos que sirven de alimento, de manera que proporcionen los requerimientos nutricionales para el ser humano mediante la aplicación de técnicas de producción, manejo y procesamiento de materias primas de origen vegetal y animal.

Mucha de la materia prima utilizada para elaborar ciertos productos proporciona la base para otras innovaciones e incrementan el valor nutricional de los alimentos. Respecto a la industria láctea, Marcola (2015), reporta que ésta da origen a “la proteína de lactosuero”, que es conocido como un “subproducto del proceso de fabricación del queso”; de la misma manera Parra (2009), establece que el “90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero “.

Entre las características del lactosuero se tiene que retiene cerca del 55% del total de componentes de la leche como la lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales. Según Parra (2009), en el caso de Venezuela, más del 85 % de la producción de leche se transforma en queso, como ha sucedido históricamente en el país, en tal sentido es de fácil obtención, sea para producirlo o adquirirlo como cliente.

Cabe agregar que en el campo agroindustrial, los desechos corresponden un alto porcentaje de la materia prima adquirida para la producción de las empresas, por ello la necesidad de crear sub productos de estos desechos para disminuir las pérdidas de costos por mermas, y así de esta manera se logra darle una utilización comercial a este desecho, incrementando las ganancias y asegurando la inversión. Destaca Solís (2013), que una forma de usar este subproducto como materia prima es al incorporarlo en la elaboración de otros productos como en el caso de las

industrias panaderas para ayudar así a disminuir considerablemente los efectos que conllevan al ser desechados; además permite crear alimentos cuando se alterna con otros.

En base a lo anterior expuesto, mediante la presente investigación se pretende emplear el lactosuero como ingrediente de una torta, considerando que según Marcola (2015), este subproducto impulsa el sistema inmunológico, mediante un antioxidante llamado glutatión, siendo este un componente esencial para el desarrollo de las células y eliminación de las toxinas del cuerpo; y la carencia de este en el organismo podría causar envejecimiento prematuro, enfermedades cardíacas, cataratas, degeneración macular, la esclerosis múltiple, la infertilidad, el Alzheimer, el Parkinson, el autismo, la fatiga crónica, cáncer, entre otras. Por otro lado, la incorporación de la harina de frijol bayo (*Phaseolus vulgaris*) y la remolacha (*Beta vulgaris*) proporcionarán a dicho producto mayor valor nutritivo, ya que esta materia prima brinda aminoácidos, vitaminas y minerales que necesita el organismo del ser humano, donde particularmente la remolacha aporta el color natural y parte del azúcar.

I.1.2. Formulación de Objetivos

I.1.2.1. Objetivo General

Evaluar la aplicación del lactosuero, harina de frijol bayo y remolacha sobre la calidad sensorial de un producto (torta)

I.1.2.2. Objetivos Específicos

Caracterizar fisicoquímicamente el lactosuero.

Caracterizar la composición nutricional del lactosuero, harina de frijol y la remolacha. (Proteína, hierro, zinc, vitamina A y vitamina C).

Formular un alimento agroindustrial a base de lactosuero, harina de frijol y remolacha.

Evaluar el análisis sensorial del producto obtenido.

I.1.3. Justificación e Importancia de la Investigación

Como necesidad de nuevas fuentes de proteínas, carbohidratos, calcio, hierro entre otros; se está desarrollando nuevas tecnologías para descubrir productos innovadores para satisfacer la demanda de nutrientes, vitaminas y proteínas para una mejor calidad de vida. Al mismo tiempo, por la problemática existente en el ámbito económico así como de productos, se debe buscar alternativas para sustituir ciertos ingredientes por otros, pero sin disminuir la calidad, ni presentar una baja de nutrientes en el producto.

Para ello se tiene como herramienta la experimentación, que no solo permite detallar un proceso en un laboratorio, sino que mide las condiciones del producto, lo que asegura mantener un buen resultado sin pérdida en los valores nutricionales, incluso se deja la posibilidad de estudios desde otra perspectiva, como estrategia para garantizar la nutrición de la sociedad actual venezolana.

Por otra parte, se tiene que la presente investigación se enmarca en el Plan General de Creación Intelectual UNELLEZ 2014-2019 (PGCIUNELLEZ) vigente en esta casa de estudio; dentro del Área Ciencias del Agro y Ambientales la cual tiene como propósito, promover acciones que respondan al acceso oportuno a los alimentos, en la calidad y cantidad necesaria para satisfacer los requerimientos de toda la población. Desarrollando las capacidades científicas y tecnológicas para el manejo adecuado y seguro de los organismos genéticamente modificados; en el Sub-Área Sistemas de producción agrícola vegetal.

I1.4. Alcances y Limitaciones

En la investigación se busca elaborar un producto innovador, con contenido proteico-vitamínico, y de buen sabor para las personas que hacen vida en San Carlos; dirigido a la población en general, observantes de la dieta balanceada. Y dar a conocer a otros la posibilidad de obtener un buen alimento sin experimentar grandes gastos. Para ello, se aplicó la técnica de deshidratación, entre otros aspectos.

Se utilizó como espacio físico Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de los Alimentos (LITA), por lo se debe prestar a las normas que allí se manejan. En relación al proceso de deshidratación se tiene que apagar la luz en horas nocturnas genera cambios en lo que se está llevando a cabo, así como escasos recursos fisicoquímicos.

I1.5. Hipótesis de la investigación

I1.5.1. Hipótesis alternativa (Ha)

Las concentraciones de la mezcla de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*), lactosuero y remolacha (*Beta vulgaris*), influyen significativamente en el proceso de elaboración de una torta.

I1.5.2. Hipótesis nula (Ho)

Las concentraciones de la mezcla de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*), lactosuero y remolacha (*Beta vulgaris*), no influyen significativamente en el proceso de elaboración de una torta.

1.1.6. Ubicación Geográfica

La investigación se lleva a cabo en el Laboratorio de Ingeniería y

Tecnología de los Alimentos (LITA) del Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales (VIPD), (laboratorio de investigación) en la ciudad de San Carlos vía Manrique kilómetro 4, Estado Cojedes-Venezuela.

CAPÍTULO II

II.1. MARCO TEÓRICO

II.1.1. Antecedentes de la Investigación

Los antecedentes son definidos por Arias (2006), como “estudios previos y tesis de grados relacionados con el problema planteado”, (pág. 106), por tal motivo se presenta a continuación los trabajos precedentes que sustentan a la investigación, en primer lugar se cita a:

Solís (2013), realizó el trabajo titulado “Efecto del uso de lactosuero dulce en el rendimiento y en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de pan blanco”. El objetivo del estudio fue determinar el efecto del uso de lactosuero dulce en el rendimiento y en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de pan blanco. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro tratamientos (0, 30, 50 y 70% de sustitución de agua por lactosuero) y tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales con dos medidas repetidas en el tiempo (días cero y cinco). Se realizó un análisis de varianza y separaciones de medias Tukey y Lsmeans.

Se determinaron características de calidad (pH y grados Brix) del lactosuero; se determinó rendimiento, color, textura, pH y aceptación sensorial de los tratamientos. El lactosuero de queso Zamorella de la Planta de Lácteos Zamorano puede ser utilizado como un ingrediente estandarizado en panificación. Se puede sustituir hasta un 50% de agua por lactosuero sin influir negativamente en el rendimiento de pan blanco. Los tratamientos con adición de lactosuero presentaron mayor firmeza que el control. La sustitución del agua parcialmente por lactosuero dulce redujo el pH del pan blanco, resultó en una coloración amarilla-roja en su miga y mayor coloración roja en su corteza. La sustitución de lactosuero dulce hasta un 70% del agua no influyó en la aceptación sensorial de los panes blancos.

Así mismo, Caiza (2017), llevó a cabo el estudio denominado “Aprovechamiento de las propiedades nutricionales de la remolacha (*Beta vulgaris*), para la formulación de un alimento agroindustrial dirigido a niños”. Este proyecto se desarrolló en la Universidad Estatal de Bolívar. En la misma se obtuvo un alimento tipo gomita obtenido a partir de la deshidratación de la remolacha variedad Boro F1, en la misma se evaluaron 2 factores, el factor A “remolacha deshidratada” en los porcentajes 60%, 70% y 80 % y el

factor B “grenetina” en porcentajes 20%, 30% y 40%

Se realizó una evaluación de humedad por el método tradicional utilizando la balanza de humedad, así obteniéndose un valor de 7,7% el cual cumplió con el rango máximo de 14% establecida por la norma INEN 1375 del año 2014. También se realizó un análisis bromatológico en el que destacó el contenido de proteína de 13,05% y hierro de 26 mg/100 g; lo cual al ser destinada para niños representa un nivel nutricional favorable.

Se realizó la evaluación sensorial de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad en una escala de 1 a 5; fue realizada a 12 niños de la “Unidad Educativa “Santa Rosa” de la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Ambato, de esta evaluación mediante el criterio aceptabilidad se obtuvo que el tratamiento A1B1 (60% remolacha + 40% grenetina) fue el mejor por obtener una puntuación máxima de 4,5 correspondiente a “muy aceptable”.

Se determinó la relación costo beneficio del producto final, para lo cual se tomó como referencia de cálculo la materia prima utilizada para obtener al alimento, estableciéndose los costos directos e indirectos, para finalmente obtener una relación costo beneficio de \$ 3,33 UDS por kg.

II.1.2. Bases Teóricas

II.1.2.1. Lactosuero.

El lactosuero es definido como “la sustancia líquida obtenida por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso” (Foegeding y Luck, 2002). Es un líquido translúcido verde obtenido de la leche después de la precipitación de la caseína. Existen varios tipos de lactosuero dependiendo principalmente de la eliminación de la caseína, el primero denominado dulce, está basado en la coagulación por la renina a pH 6,5. El segundo llamado ácido resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína como en la elaboración de quesos frescos (J elen, 2003). En la Tabla 1 se puede detallar

la composición nutricional del lactosuero dulce y ácido, observándose que el dulce tiene mayor lactosa y mayor proteína respecto al ácido. La composición del lactosuero dulce y ácido se refleja en la tabla 1.

Tabla 1. Composición del lactosuero dulce y ácido.

Componentes	Lactosuero dulce (g/L)	Lactosuero ácido (g/L)
Sólidos totales	63,0-70,0	63,0-70,0
Lactosa	46,0-52,0	44,0-46,0
Proteína	6,0-10,0	6,0-8,0
Calcio	0,4-0,6	1,2-1,6
Fosfatos	1,0-3,0	2,0-4,5
Lactato	2,0	6,4
Cloruros	1,1	1,1

Fuente: Parra, (2009).

En la Tabla 2 se registran los contenidos de vitaminas, su concentración y necesidades diarias, encontrándose con que el ácido pantoténico presenta la mayor concentración con 3,4 mg/ml seguido de ácido ascórbico con 2,2 mg/ml.

Tabla 2. Contenidos en vitaminas del lactosuero.

Vitaminas (mg)	Concentración (mg/ml)	Necesidades diarias
Tiatina	0,38	1,5
Riboflavina	1,2	1,5
Ácido nicotínico	0,85	10-20
Ácido pantoténico	3,4	10
Piridoxina	0,42	1,5
Cobalamina	0,03	2
Ácido ascórbico	2,2	10-75

Fuente: Linden y Lorient, (1996).

II.1.2.2. Importancia de las proteínas de lactosuero.

No constituyen la fracción más abundante, sin embargo, es la más interesante en los terrenos económico y nutricional. Representa una rica y variada mezcla de proteínas secretadas que poseen amplio rango de propiedades químicas, físicas y funcionales. Concretamente, suponen alrededor del 20% de las proteínas de la leche de bovino, siendo su principal componente la β -lactoglobulina (β -LG) con cerca de 10% y α -lactoalbúmina con 4% de toda la proteína láctea, además, contiene otras proteínas como, lactoferrina, lactoperoxidasa, inmunoglobulinas, y glicomacropéptidos.

La β -LG es secretada en leches de rumiantes con alta resistencia a la digestión gástrica, lo que origina intolerancia y/o alergenidad en seres humanos, sin embargo, tratamientos industriales como esterilización, calentamiento o presión hidrostática alta y la hidrólisis mejoran la digestibilidad de la β -LG presente en el lactosuero. Las proteínas de este subproducto de la industria quesera desempeñan un importante papel nutritivo como una rica y balanceada fuente de aminoácidos esenciales ~26%, además, son de alto valor biológico (por su contenido en leucina, triptófano, lisina y aminoácidos azufrados), tienen una calidad igual a las del huevo y no son deficientes en ningún aminoácido, esto puede ser observado en la Tabla 3 donde se relaciona el contenido de aminoácidos que contiene el lactosuero respecto al huevo, encontrándose que la leucina y lisina son los aminoácidos que se encuentran en mayor cantidad, además, parecen ejercer determinados efectos biológicos y fisiológicos, in vivo, potenciando la respuesta inmune, tanto humoral como celular. A continuación se encuentra representada la composición en aminoácidos esenciales (g/100g de proteínas) del lactosuero.

Tabla 3. Composición en aminoácidos esenciales (g/100g de proteína).

Aminoácido	Lactosuero	Huevo	Equilibrio recomendado por la FAO
------------	------------	-------	-----------------------------------

Treonina	6,2	4,9	3,5
Cisteína	1,0	2,8	2,6
Metionina	2,0	3,4	2,6

Continuación de la tabla 3. Composición en aminoácidos esenciales (g/100g de proteína).

Valina	6,0	6,4	4,8
Leucina	9,5	8,5	7,0
Isoleucina	5,9	5,2	4,2
Fenilalanina	3,6	5,2	7,3
Lisina	9,0	6,2	1,7
Histidina	1,8	2,6	1,7
Triptófano	1,5	1,6	1,1

Fuente: Linden y Lorient, (1996).

II.1.2.3. Frijol (*Phaseolus vulgaris*)

Phaseolus vulgaris es la especie más conocida del género *phaseolus* en la familia Fabaceae. Sus semillas, y por extensión la propia planta, reciben en el mundo hispanohablante diversos nombres según el país o la región, pero los más comunes son frijol, habichuela, poroto, judía y alubia. Es una especie anual nativa de Mesoamérica y Sudamérica, y sus numerosas variedades se cultivan en todo el mundo para el consumo, tanto de sus vainas verdes como de sus semillas frescas o secas.

Los beneficios de la harina de frijoles blancos son resumidos por Guerzoni (2013), al señalar que la proteína faseolamina reduce la absorción de carbohidratos y solo se preserva en la harina de frijoles blancos; pues inhibe la absorción de carbohidratos en aproximadamente 20%, es decir, reduce considerablemente las calorías ingeridas y ayuda a bajar de peso.; igualmente aportan minerales como calcio, hierro, potasio, así como vitamina E y K, y por no tener gluten es apta para celíacos.

II.1.2.4. Remolacha (*Beta vulgaris*)

La remolacha se cultiva principalmente por sus raíces, las cuales

tienen un alto valor nutricional y aporta increíbles beneficios a la salud. Además, las raíces de la remolacha exhiben un alto capacidad antioxidante, que se asocia con el pigmento betalaina. (Katarzyna, 2015). La remolacha tiene una raíz profunda, grande y carnosas que crece en la planta del mismo nombre. pertenece a la familia de los Chenopodiaceae que comprende unos 1400 especies de plantas casi todas herbáceas, ya que son propias de las zonas costeros o de terrenos salinos templados.

II.1.2.5. Taxonomía y Morfología de la remolacha (*Beta vulgaris*)

Es una hortaliza perteneciente a la familia Chenopodiaceae, genero Beta, especie vulgaris. Es una planta bianual, es decir, que el primer año se forma la parte comestible y en el segundo ocurre la emisión de tallos florales y la consiguiente formación de frutos y semillas. El tallo es corto durante el primer año y forma la corona de la planta; de esta nacen numerosas hojas anchas, que tienden a tener una coloración violácea cuando la planta está próxima a madurar.

II.1.2.6. Composición química y valor nutricional de la remolacha (*Beta vulgaris*)

La remolacha es un alimento de gran importancia para el ser humano, de origen vegetal, ya que la utilización de esta hortaliza brinda muchos beneficios ya que poseen un alto contenido nutricional y medicinal, es muy útil como desintoxicante y depuradora de la sangre, es rica en hierro porque ayuda a fomentar la producción de los anticuerpos que combaten las enfermedades. (Moreira, 2013). Seguidamente se presenta la tabla 4, donde se encuentra la Composición química y nutricional para cada 100 gramos de porción comestible.

Tabla 4. Composición química y nutricional para cada 100 gramos de porción comestible de remolacha (*Beta vulgaris*).

Composición	Cantidad
Agua	87,5 g
Energía	43 Kcal
Vitamina	0,300 mg
Grasa	0,17 g

Continuación de la tabla 4. Composición química y nutricional para cada 100 gramos de porción comestible de remolacha (*Beta vulgaris*).

Proteínas	1,61 g
Hidratos de carbono	9,56 g
Fibra	2,58 %
Potasio	325 mg
Sodio	78 mg
Fósforo	40 mg
Calcio	16 mg
Magnesio	23 mg
Hierro	0,91 mg
Zinc	0,35 %
Vitamina C	4,9 mg
Vitamina A	36 IU
Vitamina B2	0,040 mg
Niacina	0,334 mg
Folacina	109 mcg

Fuente: Caiza, (2017).

II.1.2.7. Calidad sensorial de los alimentos

El aspecto sensorial de un producto alimenticio es uno de los pilares a tener en cuenta en el control de calidad del mismo, tan importante como el

aspecto fisicoquímico, el funcional y el microbiológico. Un individuo, el consumidor, posee sus sentidos como únicas herramientas para evaluar las características de un producto. A partir de allí, decide la aceptación o rechazo del mismo, conforme al impacto que causa en uno o más de sus sentidos.

Tales características, llamadas atributos, dependen de la naturaleza del producto, de su composición y de las interacciones que se den entre los distintos componentes. El individuo capta los atributos y, de acuerdo a su sensibilidad e impacto, experimenta una sensación y formula una respuesta. La respuesta puede ser de aceptación o rechazo, ligada estrechamente a sus gustos y preferencias, es decir a su subjetividad.

Entre los atributos que impactan los sentidos se destacan: aspecto o apariencia, olor, color, gusto, sabor y textura; cada uno de ellos identificados por diferentes términos denominados “descriptores”, los que varían con el tipo de producto. Para poder ofrecer al mercado productos con calidad constante, que cumplan con las expectativas de los consumidores, el fabricante debe conocer cuáles son las características sensoriales que demanda el mercado y adecuar sus productos en función de ello; estableciendo las especificaciones de calidad sensorial de los mismos.

En esta instancia juega un rol muy importante el panel de evaluadores Entrenados: conjunto de individuos con demostrada capacidad para captar, diferenciar y cuantificar atributos y/o descriptores de atributos sensoriales, en forma objetiva. Entre sus actividades en la industria de alimentos, se destaca evaluar las características que identifican al producto y su encuadre dentro de las especificaciones establecidas, con el propósito de asegurar y mantener la calidad del mismo. No menos importante, y relacionado con ello, es la determinación del período de aptitud de un alimento lo que permite optimizar las condiciones de elaboración y de almacenamiento del mismo.

Cabe destacar que el análisis sensorial es una disciplina ligada a otras como Fisiología, Psicología y Sociología que se encargan de estudiar la interacción del individuo con el producto, en este caso alimentos, en función de la naturaleza del mismo y de las sensaciones que puede experimentar el individuo en función de su condición fisiológica, psicológica y sociológica; en base a lo cual formulará una respuesta.

La evaluación sensorial subjetiva, la que realizan los consumidores, requiere cualquier ambiente en el que se pueda captar un número de individuos que sea representativo del sector de la población al que se dirige el producto, o por lo menos con interés manifiesto en el consumo del mismo. En cambio, la evaluación sensorial objetiva, la que realiza el panel de evaluadores entrenados, requiere lugar y ambientación adecuada, según los requisitos establecidos en la Norma correspondiente. También existen diferentes procedimientos normalizados para la selección, entrenamiento y evaluación de los integrantes del panel sensorial.

II.1.2.8. Margarina

Es una grasa comestible compuesta esencialmente de un aceite vegetal, agua, colorante, sabor especial a leche. Se emplea para casi todos los trabajos de pastelería. Debe tener buena consistencia y ser fina al tacto.

II.1.2.9. Cacao en polvo

Es la parte del cacao desprovista de su manteca. El cacao en polvo se elabora por medio de la reducción de la manteca mediante el uso de prensas hidráulicas y disolventes alimentarios especiales, que suelen ser álcalis, hasta lograr una textura pulverulenta. El cacao en polvo suele tener contenidos grasos por debajo del 20 % de manteca de cacao. No es lo mismo cacao en polvo que cacao en polvo. La cacao es polvo del fruto del cacao, que ha sido industrializado y acidificado para su uso comercial en alimentos, mientras que el cacao es el fruto del cacao que solo ha sido

pulverizado pero no tiene ni el mismo sabor ni la textura de la cacao, ya que no ha sido procesado, acidificado ni purificado como la cacao.

Nutricionalmente el polvo de cacao es un alimento muy calórico con aporte de proteínas, pocos carbohidratos de carbono y una cantidad de grasa que depende del preparado y que, en parte, es saturada. Aporta vitaminas del grupo B, vitamina A y vitamina E. El aporte de minerales es variado siendo fuente de potasio, fósforo, hierro, sodio, magnesio, calcio, cobre, manganeso, zinc y selenio. Las mayores bondades del cacao son su alto contenido en antioxidantes, su aporte de alcaloides estimulantes y su aporte de feniletilamina con efecto euforizante. Es importante consumir cacao en polvo procedente de cultivo ecológico para evitar el consumo de contaminantes o de organismos modificados genéticamente.

II.1.2.10. Azúcar

El azúcar está presente en la pastelería con la misma importancia que la harina y también puede encontrarse de varios tipos, como los contenidos en la harina, la lactosa (procedente de la leche), la fructosa (contenida en las frutas) o la sacarosa (extraída de la caña de azúcar y la remolacha), y que cuando está cruda presenta un color amarillento oscuro (lo que conocemos como azúcar moreno) y que cuando se refina y se le quita la melaza pasa a ser de color blanco (lo que conocemos como azúcar blanco).

El azúcar se caracteriza por endulzar, aromatizar y contribuir con la conservación del bizcocho (además de a las frutas abrillantadas), y también cumple una función decoradora si se emplea espolvoreada o mezclada con otros ingredientes, como la clara de huevo, para formar decoraciones tridimensionales (flores, figuras, etc).

En el mercado puede encontrarse el azúcar de diferentes formas:

- Azúcar granulado: el que empleamos en las recetas de forma usual.

- Azúcar glass: un azúcar pulverizado, de gran importancia para la repostería, pues se usa en multitud de recetas y también como elemento decorativo.
- Terrones de azúcar: empleados normalmente para servir con el café o el té.
- Azúcar líquido: usado también para endulzar el café.

Es importante saber que añadir pequeñas cantidades de azúcar a la masa de un postre, produce una fermentación más activa, es decir, la sacarosa se descompone transformándose en glucosa y fructosa, elementos que alimentan a la levadura. Ésta los utiliza para producir dióxido de carbono, que es retenido por el gluten de la harina, lo que hace crecer la masa. Si echamos más cantidad de azúcar de la necesaria, provocaremos el efecto contrario, frenando la fermentación y haciendo que nuestra masa quede bloqueada, hundida y cruda.

II.1.2.11. Huevos

En repostería se utilizan los huevos de gallina, ya que permiten mejorar el aspecto y gusto de un producto, además de añadirle valor nutritivo. Además, posee propiedades emulsionantes que actúan como unión en las masas fermentadas, además de aportarles más volumen, haciendo que el producto quede más esponjoso. Pueden utilizarse frescos o productos ya pasteurizados que pueden encontrarse en las cámaras refrigeradas de los supermercados. También es posible encontrar clara de huevo en polvo, pero su capacidad espumante es menor, ya que el huevo, en este caso, se encuentra deshidratado.

II.1.2.12. Hipercubo latino escalable

El muestreo de hipercubo latino (LHS) es un método estadístico para generar una muestra casi aleatoria de valores de parámetros de una distribución multidimensional. El método de muestreo se usa a menudo para construir experimentos de computadora o para la integración de Monte Carlo.

El LHS fue descrito por McKay en 1979. Eglājs propuso una técnica independientemente equivalente en 1977. Fue elaborado más por Ronald L. Iman y coautores en 1981. Códigos informáticos detallados y manuales fueron publicados más tarde.

En el contexto del muestreo estadístico, una cuadrícula cuadrada que contiene posiciones de muestra es un cuadrado latino si (y solo si) solo hay una muestra en cada fila y cada columna. Un hipercubo latino es la generalización de este concepto a un número arbitrario de dimensiones, donde cada muestra es la única en cada hiperplano alineado con el eje que lo contiene.

II.1.2.13. Microsoft Excel

El software de Microsoft Excel se considera una hoja electrónica que permite construir planillas, cuadros estadísticos, registros de asistencias de notas, entre otros. Así mismo, es un programa que es parte del paquete de Microsoft Office. Este programa es capaz de crear y editar hojas de cálculo que son guardadas en archivos con extensión XLS. Sus aplicaciones generales incluyen cálculos de celdas, tablas dinámicas y varias herramientas de gráficos.

Excel se utiliza principalmente en cualquier actividad relacionada con finanzas, aunque no se limita solamente a esto ya que literalmente puede tener usos ilimitados. Por otra parte, Excel también se usa ampliamente

para la organización y seguimiento de información común como una lista de ventas, informes de estado de un proyecto, listas de contacto, actividades de facturación, creación de Macros Excel, entre otros.

Por último, Excel es una herramienta útil para el análisis estadístico y científico con grandes conjuntos de datos. Las fórmulas estadísticas de Excel y capacidad de crear gráficos pueden ayudar a realizar investigaciones de análisis de varianza, pruebas de chi-cuadrada, y el gráfico de datos complejos.

CAPITULO III

III. 1. MARCO METODOLÓGICO

III. 1.1 Modalidad de la Investigación

En atención a las características que presenta la investigación, la misma se encuentra enmarcada dentro de la investigación proyectiva. Según Hurtado (2012), la define como “aquella que propone soluciones a una determinada situación a partir de un proceso de indagación. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas” (p. 122).

La investigación es de carácter experimental y de campo, bajo condiciones controladas en el laboratorio. Apoyada en el estudio documental, con revisión bibliográfica relacionada con el control de los procesos, elaboración de la harina.

La investigación proyectiva se ocupa de cómo deberían ser las cosas, para alcanzar unos fines y funcionar adecuadamente. La investigación proyectiva involucra creación, diseño, elaboración de planes, o de proyectos; sin embargo, no todo proyecto es investigación proyectiva. Para que un proyecto se considere investigación proyectiva, la propuesta debe estar fundamentada en un proceso sistemático de búsqueda e indagación que requiere la descripción, el análisis, la comparación, la explicación y la predicción.

A partir del estadio descriptivo se identifican necesidades y se define el evento a modificar; en los estadios comparativos, analítico y explicativo se identifican los procesos causales que han originado las condiciones actuales del evento a modificar, de modo que una explicación plausible del evento permitirá predecir ciertas circunstancias o consecuencias en caso de que se produzcan determinados cambios; el estadio predictivo permitirá identificar tendencias futuras, probabilidades, posibilidades y limitaciones. En función de esta información, el investigador debe diseñar o crear una propuesta capaz de producir los cambios deseados. (Hurtado, 2012).

III. 1.2. Diseño de la investigación

III.1.2.1. Fase I. Caracterización físico-química del lactosuero (densidad, Ph, acidez, cenizas). Se realizó los análisis correspondientes, para determinar el estado físico-químico del lactosuero empleando lo establecido en la Normas Venezolanas COVENIN.

III. 1.2.1.1. Análisis de calidad realizados al lactosuero

A continuación se presenta el principio en el que se sustenta la conceptualización y metodología empleada en cada análisis de calidad realizado al lactosuero.

Densidad relativa: Es la relación entre las masas de volúmenes iguales del lactosuero y agua destilada ambas a 15°C. En cuanto a la obtención de este parámetro se aplicó la metodología recomendada por COVENIN 367-82.

pH: Sus siglas significan potencial de hidrógeno. Se trata de la acidez iónica en los alimentos líquidos, semisólidos y sólidos, es por ello que esta unidad sirve para establecer el nivel de acidez o alcalinidad de una sustancia. Este método consiste en introducir una muestra en una celda electrolítica, formada por dos electrodos, donde se genera un voltaje que es proporcional a la concentración de iones de hidrógeno de la solución, el cual es expresado en unidades de pH. En cuanto a la obtención de este parámetro se aplicó la metodología recomendada por COVENIN 1315-79.

Acidez titulable: Lo que habitualmente se denomina acidez de la leche involucra la acidez actual y la potencial. La acidez actual representa a los grupos H⁺ libres, mientras que la acidez potencial incluye todos aquellos componentes de la leche que por medio de la titulación liberan grupos H⁺ al medio. Para su determinación se agrega a la leche el volumen necesario de una solución alcalina valorada hasta alcanzar el pH donde cambia el color de un indicador, generalmente fenolftaleína, que cambia de incoloro a rosado a pH 8,3 (Singh et al., 1997). Para la recolección de este parámetro se desarrolló el método de COVENIN 658-1997.

III.1.2.2. Fase II. Caracterización de la composición nutricional del lactosuero, harina de frijol y la remolacha. En esta fase se determinó las proteína, hierro, zinc, vitamina A y vitamina C del lactosuero, harina de frijol

(*Phaseolus vulgaris*) y la remolacha (*Beta vulgaris*) para la evaluación sobre la calidad sensorial de un producto (torta).

Sobre la base de las consideraciones anteriores se tiene que la composición nutricional de un alimento se determina según su valor energético, que se exprime en calorías, y según la cantidad de nutrientes que lo componen. Estos nutrientes son los ácidos grasos saturados, las fibras alimentarias, los glúcidos, los lípidos, las proteínas, las sales minerales, los azúcares, el sodio y las vitaminas.

En este orden de ideas se puede señalar las siguientes terminologías:

Proteínas: Las proteínas son el principal componente estructural y funcional de las células y tienen numerosas e importantes funciones dentro del organismo que van desde su papel catalítico (enzimas) hasta su función en la motilidad corporal (actina, miosina), pasando por su papel mecánico (elastina, colágeno), de transporte y almacén (hemoglobina, mioglobina, citocromos), protección (anticuerpos), reguladora (hormonas). Para la determinación de este parámetro se procedió a lo estipulado por COVENIN 370:1997.

En el caso de la harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y la remolacha (*Beta vulgaris*), se aplicó la norma COVENIN 1195-80.

Cenizas: Se refiere a cualquier materia orgánica, como minerales, presentes en los alimentos. Se llama ceniza ya que es un residuo que queda después de que el calentamiento elimina el agua y los materiales orgánicos como la grasa y la proteína. En el caso del lactosuero, para la determinación de este parámetro se llevó a cabo el método presentado por COVENIN 368-97, mientras que para la remolacha (*Beta vulgaris*) y la harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) se determinó mediante el procedimiento estipulado por COVENIN 1456-90.

Vitamina A: Es un grupo de compuestos liposolubles que se pueden diferenciar en dos categorías, dependiendo de si la fuente alimenticia es un animal o una planta:

- La vitamina A presente en alimentos de origen animal se llama “vitamina A preformada” o “retinol”; siendo una de las formas más activas de esta vitamina.
- La vitamina A presente en las frutas y verduras se llama “carotenoide provitamina A, que puede convertirse en retinol en el organismo; el carotenoide “betacaroteno” es el que se convierte en retinol de forma más eficiente, lo cual lo convierte en una importante fuente de vitamina A.

Para esta se determinó teóricamente, debido a que no se contó con los equipos necesarios para realizar los procedimientos.

Vitamina C: Conocida como “ácido ascórbico”, es un nutriente hidrosoluble que se encuentran en ciertos alimentos (mayormente en las frutas cítricas y verduras). El cuerpo actúa como antioxidante al ayudar a proteger las células contra los daños causados por los radicales libres (compuestos que se forman cuando el cuerpo convierte los alimentos que consumimos en energía), produce colágeno proteína necesaria para la cicatrización de heridas, mejora la absorción del hierro presente en los alimentos de origen vegetal y contribuye al buen funcionamiento del sistema inmunitario para proteger el cuerpo contra las enfermedades.

En el caso del lactosuero se aplicó el procedimiento estipulado en la norma COVENIN 1295-82.

Hierro: Es un mineral necesario para el crecimiento y desarrollo del cuerpo. La función principal del hierro es participar en el transporte y almacenamiento de oxígeno. El hierro forma parte de la estructura de las

proteínas sanguíneas que se encargan de transportar el oxígeno desde los pulmones a los tejidos (hemoglobina) y de almacenarlo en los músculos (mioglobina).

Zinc: Es un nutriente que necesitan las personas para estar sanas y se encuentra en las células de todo el cuerpo. Ayuda al sistema inmunitario a combatir bacterias y virus que invaden el cuerpo y se necesitan para producir proteínas y ADN, lo cual indica que es el mismo material genético de las células.

III.1.2.3. Fase III. Formulación de un alimento agroindustrial a base de lactosuero, harina de frijol y remolacha. En esta fase se trabajó con un diseño experimental hipercubo latino escalable, un Arreglos de Tratamientos, con Espaciado Uniforme, se generó con el módulo DOE, diseños space filling, del software SAS JMP 8. A través de este software se establecieron ciertos parámetros para la implementación del mismo, donde se estudiaron dos variables las cuales son el mínimo y el máximo de la harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) (20%-50%) y del lactosuero (50%-100%), por medio de estos valores se pudo construir la matriz de diseño de distribución normal; la cual arrojó como resultado 12 tratamientos que fueron empleados para la elaboración del producto antes mencionado. Cabe destacar que el porcentaje de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) será complementado con harina de trigo; en el caso del lactosuero, con agua. A los efectos de éste se procedió a las siguientes etapas.

III.1.2.3.1. Etapa I: Llevar a cabo la obtención de la harina, mediante la deshidratación del frijol (*Phaseolus vulgaris*). A continuación se presenta la descripción del procedimiento realizado.

- **Recepción de materia prima:** Se recibe la materia prima y se pesa para conocer su masa inicial

- **Limpieza:** Se extrajo de la misma cualquier impurezas de la materia prima
- **Pesado:** Se realizó para conocer la cantidad inicial de materia prima sin impurezas la cual fue de 3kg
- **Acondicionamiento:** Se colocó en bandejas para posteriormente realizar la precocción.
- **Pesado:** Se pesó los granos en las bandejas.
- **Precocción:** Se realiza para suavizar los granos para el laminado. En la tabla 5 se muestra los pesos de la materia prima después de la precocción.

Tabla 5. Pesos del frijol (*Phaseolus vulgaris*) después de la precocción.

Materia Prima	Peso Después de la Precocción
Frijol Bandeja 1	1600gr
Frijol Bandeja 2	1500gr
Frijol Bandeja 3	1550gr

- **Pesado:** Se determina el peso ganado en la precocción.
- **Laminado:** En este proceso se redujo la superficie del grano mediante la aplicación de presión con un rodillo para facilitar el secado. A continuación se presentan los valores de los pesos del frijol (*Phaseolus vulgaris*) laminado.

Tabla 6. Pesos del frijol (*Phaseolus vulgaris*) laminado.

Materia Prima	Peso
Frijol Bandeja 1	1500gr
Frijol Bandeja 2	1400gr
Frijol Bandeja 3	1500gr

- **Secado:** Se realizó mediante el uso de un deshidratador que trabaja con circulación de aire forzado (deshidratación convencional), a una velocidad de aire constante donde se introdujeron las bandejas al secador para extraer la mayor cantidad de agua presente en las semillas ralladas, y así construir una curva de secado de las mismas. El secado se realizó durante 6 horas continuas a una temperatura de 75 °C.
- **Pesado:** Este procedimiento se realizó periódicamente durante el tiempo del secado con un intervalo una hora.
- **Molienda:** Es una operación que se realizó mediante el uso de un molino eléctrico de manera que se obtenga como producto final la harina en polvo.
- **Pesado:** Se realiza el pesado para conocer la cantidad de harina obtenida después de ser sometido al proceso de molienda.
- **Tamizado:** En este segmento, se utilizó un equipo llamado “tamizado vaivén”, que actúa mediante vibración, dispuesto de 7 tamices cuyo diámetro de poros es diferentes, en la prácticas estos se ubican uno sobre otro (el tamiz de poro mas grande y de poro menor en la parte más baja), este proceso se realiza para purificar la harina obtenida.
- **Pesado:** Este se realiza para determinar el rendimiento total del

producto.

- **Almacenamiento:** Se realiza en bolsas con cierre hermético para evitar la entrada de humedad al producto.

A continuación en la figura 1 se muestra el diagrama de proceso para la obtención de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*).





Figura 1. Diagrama del proceso para la obtención de la harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

III.1.2.3.2. Etapa II. Elaboración de la torta a base de lactosuero, harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y remolacha (*Beta vulgaris*) para la evaluación de la calidad sensorial del producto terminado. En esta fase se realizaron 12 muestras distintas en las cuales hubo varianza en los porcentajes empleados de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y lactosuero; la primera de (20%-50%) con respecto a la harina de trigo y la siguiente de (50%-100%) en relación a la cantidad de agua. Seguidamente se resumen la formulación para la elaboración de la torta, en la tabla.

Tabla 7. Formulación para la elaboración la torta de lactosuero, harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y remolacha (*Beta vulgaris*).

Ingredientes	Cantidad (%)
Harina de (frijol y trigo)	20.69
Lactosuero y agua	16.97
Remolacha	12.42
Azucar	23.69

Mantequilla	9.93
Huevo	11.38
Cacao en polvo	4.13
Polvo de Hornear	0.27
Vainilla	0.52

Seguidamente se resumen los pasos para la elaboración de la torta.

III.1.2.4. Descripción del proceso para la obtención de la torta.

- **Recepción de materia prima:** Se recibió los ingredientes y fueron evaluado para determinar la calidad de los mismos.
- **Corte:** En este segmento se logró la reducción de tamaño de la remolacha (*Beta vulgaris*) para facilitar el cocinado y aumentar la superficie de contacto.
- **Cocinado:** Se procedió a la cocción de la remolacha por medio de inmersión en una olla de acero inoxidable, con la finalidad de generar ablandamiento en dicha hortaliza para facilitar el rayado e intensificar su pigmentación.
- **Pelado:** En este procedimiento se le retiro mediante un cuchillo de acero inoxidable la cubierta de la remolacha (*Beta vulgaris*).
- **Reducción de tamaño:** En esta etapa se rayó la remolacha (*Beta vulgaris*) con un rayador casero con la finalidad de tener en proporciones más pequeña para facilitar la integración con los demás ingredientes.
- **Pesado:** Se procedió al pesado de los ingredientes: azúcar, mantequilla, cacao en polvo, remolacha, polvo de hornear, bicarbonato, huevo, estos valores fueron constante en los 12

tratamiento.

Seguidamente se muestran las cantidades respectivas de harina de frijol y las del lactosuero en cada tratamiento, en la tabla 8.

Tabla 8. Cantidades respectivas de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y las del lactosuero en cada tratamiento.

Tratamiento	Cantidad de harina de frijol (gr)	Cantidad de lactosuero (ml)
1	47.27	59.64
2	39.09	55.91
3	30.91	52.18
4	25.45	78.27
5	44.55	44.73
6	36.36	70.82
7	50	74.55
8	20	67.09
9	22.63	48.45
10	33.64	41
11	41.82	82
12	28.18	63.36

- **Tamizado:** Todos los ingredientes solidos (harina de trigo, harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*), azúcar, cacao en polvo, polvo de hornear, bicarbonato), fueron sometidos a esta operación para así tener una mejor homogenización en el mezclado. Posteriormente se le agregó la mantequilla.

- **Mezclado:** Se efectuó para homogenizar los ingredientes y obtener una mejor emulsión, para esto se mezclaron los ingredientes previamente tamizado y se le incorporo la margarina en trozos pequeños, Se Utilizó una batidora de Mano Marca Oster de 6 velocidades motor de 250 Watt. Se empieza con una velocidad baja por 30 segundos. Después+ se le incorpora 1 huevo y 2,5ml de vainilla, se sigue batiendo a velocidad +baja, mientras la mezcla tenga una textura seca se le agrega la remolacha y se mezcla por 10segundo, se le adiciona agua y lactosuero según el tratamiento, a temperatura de 70°C para ayudar a resaltar más el color de la remolacha. Se mezcla a velocidad baja y después a velocidad alta por 2 minutos para tener una mejor estructura.
- **Moldeado:** Para ello, se incorporó 60ml de la mezcla en cada molde de cupcakes para dar forma durante el homeado. En este paso se debe introducir previamente en los moldes los capacillos para evitar que la mezcla se adhiera a los moldes, de manera que se logre conferir una mejor apariencia al producto terminado.
- **Homeado:** La mezcla se introduce al horno a una temperatura de 175°C por 20 minutos.
- **Enfriado:** Este segmento inicia desde el momento en el que se desincorporan las mezclas del horno y se dejan en reposo por 30 minutos.
- **Desmoldado:** Consiste en retirar las tortas de los moldes de manera cuidadosa para evitar dañar la apariencia de los mismos.
- **Almacenamiento:** Se usó una bolsa plástica de cierre hermético para evitar la pérdida de humedad y se mantuvo a 15°C aislado de la luz. Y así prolongar su vida útil.

A continuación, el proceso para la preparación de una torta a base de lactosuero, harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y remolacha (*Beta vulgaris*).

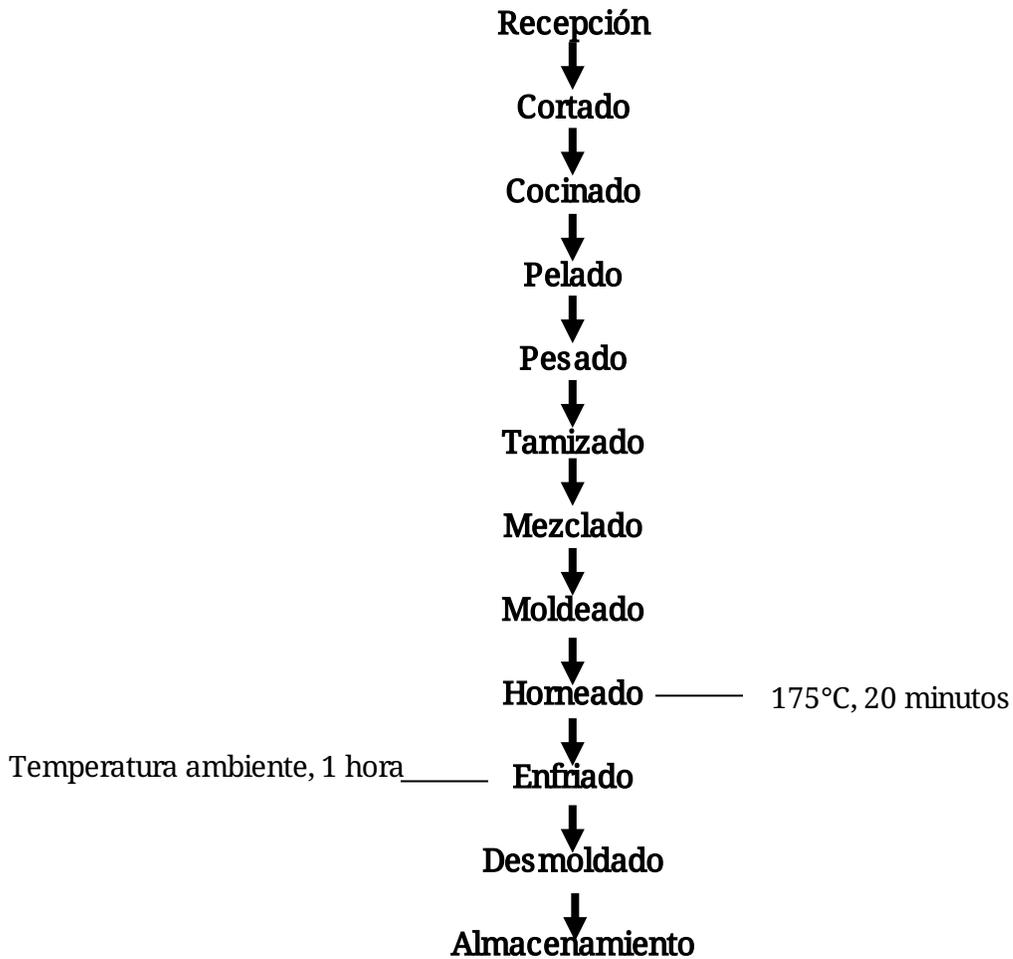


Figura 2. Esquema tecnológico para la elaboración de una torta a base de lactosuero, harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y remolacha (*Beta vulgaris*).

III.1.2.5. Metodología para la recolección de los datos.

Para llevar a cabo esta etapa de la investigación, se presenta una metodología que se basa en los análisis fisicoquímicos establecidos por las normas COVENIN para conocer las composiciones de los tratamientos

realizados según de la matriz de diseño, donde se determinó las variables de todas las unidades experimentales, que fueron objeto de estudio para la torta a base de lactosuero, harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y remolacha (*Beta vulgaris*), (pH, Humedad, Volumen), utilizando los métodos de análisis fisicoquímicos que se mencionan a continuación:

- **pH:** Se determinó mediante la metodología establecida por la Norma Venezolana COVENIN N° 1315 - 1979.
- **Humedad:** Se estimó de acuerdo a lo estipulado por COVENIN N° 0704 – 2003.

Los resultados fueron calculados mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$\%m.s \frac{(P.final - P.cap)}{Peso\ muestra} \times 100$$

Peso muestra

Dónde:

% m.s: masa seca

P.final: peso final

P.cap: peso de la cápsula

$$\% Humedad = 100\% - \%m.s$$

➤ **Volumen.**

Este parámetro se determinó haciendo uso del procedimiento que se utiliza para reportar el volumen de pan, según la norma COVENIN.

III.1.2.4. Fase IV: Evaluación del análisis sensorial del producto terminado. Esta evaluación fue realizada por un panel semientrenado de 41 personas, las cuales cataron los los 12 tratamientos de forma aleatoria. Para la catación cada convensal consumió una ración de cada muestra, donde

luego de cada catación debía tomar agua para no confundir los sabores. Este proceso se realizó con la finalidad de estimular la aceptabilidad del producto en base a las consideraciones dadas por los catadores. Los datos adquiridos fueron estudiados mediante la aplicación del programa Microsoft Excel en búsqueda de las respuestas arrojadas de acuerdo a los criterios del panel evaluador. La planilla de evaluación sensorial para la aceptabilidad del producto se muestra a continuación:

Tratamiento	Olor			Sabor				
	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo		
Aceptación Global	Excelente			Bueno				

Figura 3. Planilla de evaluación sensorial para la aceptabilidad de una torta a base de lactosuero, harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y remolacha (*Beta vulgaris*)

III.1.3. Materia, Materiales, Equipos y Reactivos.

III.1.3.1. Materia prima.

Lactosuero.

Frijol bayo (*Phaseolus vulgaris*).

Remolacha (*Beta vulgaris*).

III.1.3.2. Materiales

Balón aforado (500 ml).

Papel aluminio.

Varilla angular de vidrio.

Piseta.

Pipetas.

Beaker (100 ml, 250 ml).

Bata de laboratorio.

Gorros.

Tapa bocas.

Guantes.

Gotero.

Tirro.

Marcador.

Soporte universal.

Cilindro graduado (100 ml, 250 ml).

III.1.3.3. Equipos:

Deshidratador.

Balanza.

Molino.

Estufa de esterilización.

Tamiz vaivén.

Mufla.

Nevera.

pH metro.

Plancha de calentamiento.

III.1.3.4. Reactivos:

NaOH (Hidróxido de sodio).

H₂SO₄ (Ácido sulfúrico).

Agua destilada.

CAPÍTULO IV

IV.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se despliega la perspectiva concisa acerca del análisis de datos. Se representan de manera significativa algunos elementos de cuadros, gráficos y estadísticos imprescindibles a lo que respecta a los resultados de la investigación.

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos por los análisis físico-químicos realizados al lactosuero dulce.

Tabla 9. Características físico-químicas del lactosuero.

Análisis	Descripción
Densidad	1,024g/cm ³
pH	6,47 [+H]
Acidez titulable	0,12%

En base a los resultados reflejados en la tabla anterior se tiene que: la densidad del lactosuero dulce es 1,024g/ml, este valor se encuentra dentro del intervalo (1,024 g/ml \pm 0,010g/ml), establecido por Miranda, M. O. *et al*, (2009).

Por otra parte, el pH del lactosuero dulce es 6,47, dicho parámetro está comprendido en el rango de valores 5,8 – 6,6, reportado por Linden y Lorient, (1996), el cual coincide con la estipulación establecida por Riquelme, (2010), siendo la misma (5,8-6,6.), tomando en cuenta que la composición del lactosuero depende principalmente de la leche utilizada y del pH al que se separa de la cuajada.

Igualmente, el porcentaje de la acidez obtenido del lactosuero es 0,12%, siendo el mismo señalado por González, (2008), los cuales determinaron la composición fisicoquímica del suero lácteo obtenido de la elaboración de queso Gouda (del cual también se obtiene suero dulce). Así

mismo, este valor se ubica en el rango de aceptación (0,10% – 0,20%), señalado según Linden y Lorient, (1996), siendo esto un indicativo de un lactosuero de buena calidad, debido a que el incremento de la acidez deteriora las propiedades sensoriales del producto y exige su aprovechamiento rápido en términos de calidad.

Tabla 10. Composición nutricional del lactosuero.

Análisis	Descripción
Proteínas	0,75g/ml
Cenizas	0,68%
Vitamina A (*)	12 IU
Vitamina C	2,2-4,4 mg/ml

(*) Calculado por diferencia.

De acuerdo a la tabla 5, el valor que se obtuvo de las proteínas fue 0,75 g/ml, cantidad que concuerda con el promedio señalado por Dragone *et al.* (2009), siendo este 0,60-0,100g/ml. La importancia de esta variable radica en su valor nutritivo como una rica y balanceada fuente de aminoácidos esenciales; además han favorecido propiedades funcionales como solubilidad, (Ibrahim *et al.*, 2005), la emulsificación, retención de agua/grasa, espumado, espesantes y propiedades de gelificación, además, que hacen del producto un interesante ingrediente alimenticio.

Además, el porcentaje de cenizas del lactosuero, encontrado fue de 0,7%, favorecido según los parámetros que rigen la norma COVENIN 903-93,

ya que el rango que ésta establece es 0,7-0,8.

En igual forma, el análisis de vitamina C arrojó una cantidad de 2,25 mg/ml, en comparación con el resultado determinado por Linden y Lorient, (1996) que es 2,2mg/ml-4.4mg/ml, concuerdan eficientemente.

Tabla 11. Composición nutricional de la harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Análisis	Descripción
Proteínas	21,50 %
Cenizas	3,4%
Vitamina A (*)	64,03 µg/100g
Vitamina C (*)	528 mg/100g

(*) Calculado por diferencia.

En cuanto a las proteínas de la harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*), el valor obtenido fue de 21,50 % un poco inferior al señalado por Muñoz de Chávez, (2002) que fue de 22,73%, sin embargo se ajusta al porcentaje afirmado por Pamplona, (2002), al ser 16-33 %

Por otro lado, se tiene que la harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) posee 3,4% de cenizas, este parámetro coordina en los porcentajes (2,9% - 4,5%), considerados por Maldonado, (2002).

Tabla 12. Composición nutricional de la remolacha (*Beta vulgaris*).

Análisis	Descripción
----------	-------------

Proteínas	1,5 %
Cenizas (*)	1,06 g/100g
Vitamina A (*)	0,040 mg/100g
Vitamina C (*)	4,9 mg/100g

(*) Calculado por diferencia.

En relación al resultado de proteínas reportado, es de 1,5 %, cercano a la cantidad concertada por Duke, (1983) que es de 1,6%

Igualmente se tiene que la remolacha (*Beta vulgaris*) posee 1,06g/100g, valor que se acerca al reportado según Duke (1983), el cual es de 1,08g/100g. Así mismo encontró que esta hortaliza contiene 0,040 mg/100g de vitamina A y 4,9 mg/100g de vitamina C (1983).

Seguidamente se encuentra la presentación de los datos obtenidos mediante la aplicación del programa de diseño “Hípercubo latino escalable”, direccionado a la formulación de un alimento agroindustrial a base de lactosuero, harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y remolacha (*Beta vulgaris*).

A continuación se presentan los datos obtenidos en el laboratorio (tabla 13), el cual muestra la matriz “D” de diseño de tratamientos, con dos repeticiones y las respectivas respuestas tecnológicas medidas, para cada tratamiento.

Tabla 13. Matriz “D” y las respuestas tecnológicas medidas a la torta a base de frijol (*Phaseolus vulgaris*), lactosuero y remolacha (*Beta vulgaris*).

N° de	X1 harina	X2	Y1	Y2	Y3
-------	-----------	----	----	----	----

muestra	de frijol (g)	lactosuero (ml)	pH	%de humedad	Volumen en cm3
1	47,27	59,64	6,98	37,27	43,84
2	39,09	55,91	7,18	36,09	43,3
3	30,91	52,18	6,98	33,85	42,8
4	25,45	78,27	7,31	34,59	42,7
5	44,55	44,63	7,05	32,39	43,8
6	36,36	70,82	6,82	31,85	43,5
7	50	74,55	6,93	35,28	43,6
8	20	67,09	7,25	36,66	43,2
9	22,73	48,45	6,84	38,77	43,1
10	33,64	41	6,57	35,18	43,5
11	41,82	82	6,81	27,78	43,5
12	28,18	63,36	7,02	32,66	43,84

En la figura 4. Se muestra una co-optimización multirespuesta vía simulación de la matriz generada del diseño hipercubo latino con 12 tratamientos experimentales donde se evidencian las condiciones alcanzadas para maximizar las respuestas Y_1 : volumen, Y_2 : pH y Y_3 : humedad donde las condiciones experimentales son: X_1 : 39,33 gramos harina de frijol; X_2 : 17,56 de SUERO.

Para obtener así un volumen de 43,41%, un Ph de 6,84 y una humedad de 66,31% con un nivel de deseabilidad de 98%

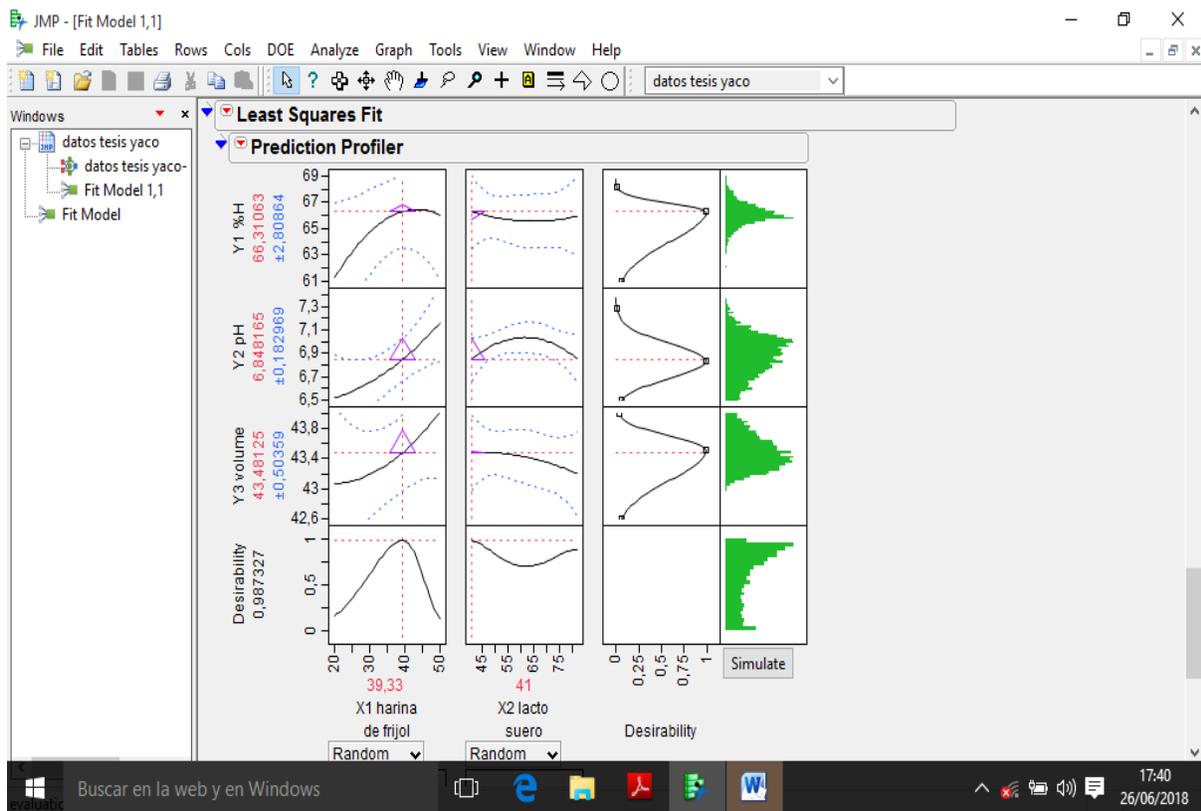


Figura 4. Cooptimización multirespuestas para respuestas obtenidas.

IV.1. Exploración Vía Simulación Bajo Redes Neuronales.

Como una forma de contrastar los resultados, se procesaron los datos con una red neuronal, previamente entrenada

a. Para ello en la figura 5, se muestra que las condiciones experimentales de entrenamiento virtual del modelo fueron: 6 nodos ocultos, 0,01 de penalidad de sobre ajuste, 16 número de tour, 75 interacciones máximas, un criterio de convergencia de 0,00001, sin validación cruzada. Así mismo, se observó que los r-cuadrados se encontraban por encima del 95% lo que refleja que la bondad del ajuste del modelo empleando red neuronal les permite a las variables (Humedad, pH y volumen) puedan explicar el desarrollo del producto obtenido.

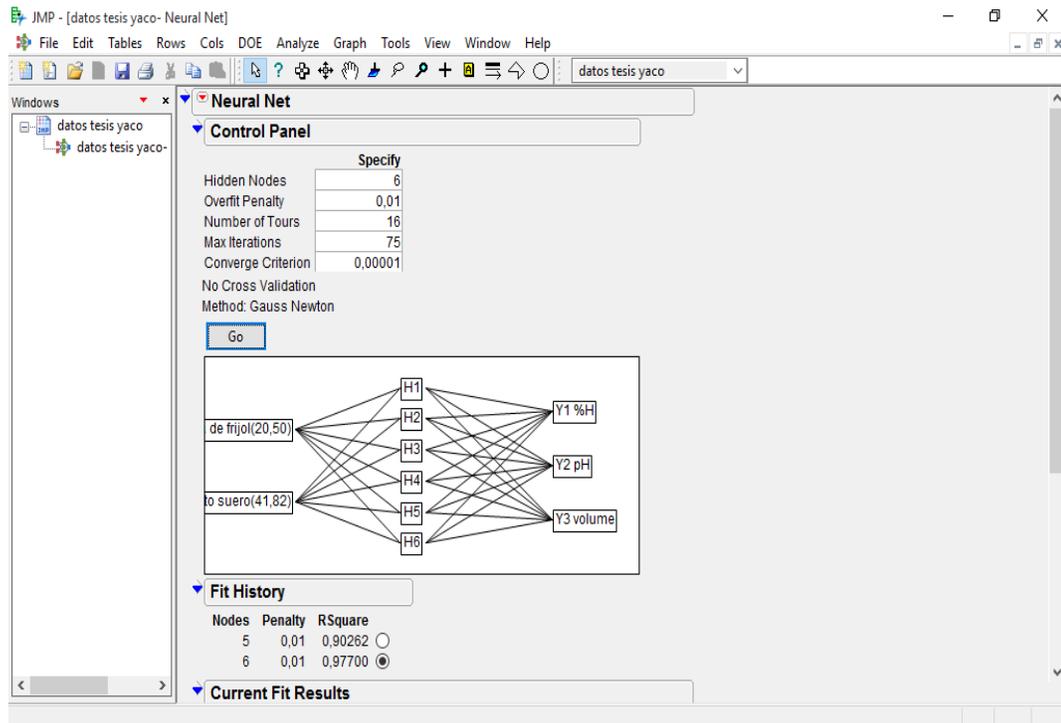


Figura 5. Red neuronal artificial, condiciones de entrenamiento y bondad de ajuste.

Current Fit Results

Objective	3	Converged At Best
SSE	1,1041103453	10 Converged Worse Than Best
Penalty	3,3380162726	0 Stuck on Flat
Total	4,4421266179	0 Failed to Improve
N	17	3 Reached Max Iter
Nparm	39	

Y	SSE	RMSE	SSE Scaled	RMSE Scaled	RSquare
Y1 %H	1,9272681031	0,43900662	0,5194899808	0,22792323	0,9675
Y2 pH	0,0109312616	0,03306246	0,2881331055	0,16974484	0,9820
Y3 volume	0,0517866754	0,07194906	0,296487259	0,17218805	0,9815

[Parameter Estimates](#)
[Actual by Predicted Plot](#)
[Residual by Predicted Plot](#)

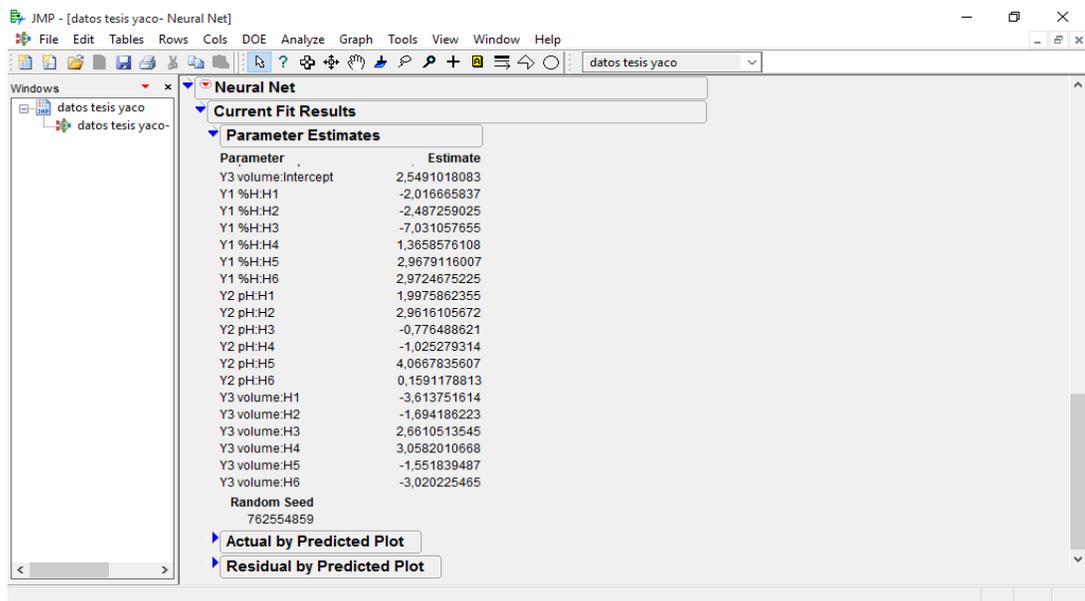
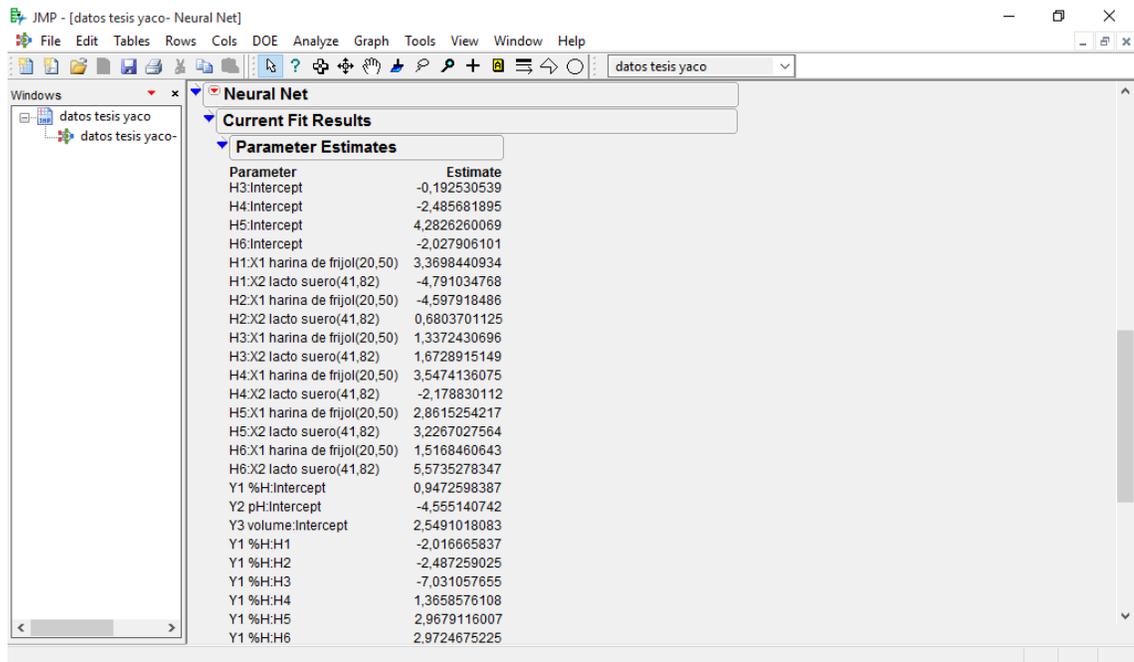


Figura 6. Parámetros del modelo genérico de la red neuronal artificial.

Una vez ajustado los modelos (uno para cada respuesta), se comprobó sus supuestos básicos de los errores de predicción: $e_i \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

1. Normalidad: los datos obtenidos en cada nivel del factor se ajustaron razonablemente a una distribución Normal de Gauss.

2. Homocedasticidad: la variabilidad de los datos en cada nivel del factor es similar (contraste de igualdad de varianzas)
3. Linealidad: los residuos (diferencia de los datos a su media, en cada nivel del factor) se distribuyen alrededor del cero (gráfico de residuos).
4. Independencia: las observaciones se realizan de forma independiente unas de otras.

En la figura 7 se refleja a continuación lo siguiente: R-cuadrado 96,75%. Aunado a esto, se muestra un análisis de varianza para el modelo hipercubo latino seleccionado actualmente. En este caso, los 2 efectos tienen los p-valores inferiores a 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero al 95,0% de nivel de confianza. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 96,75% de la variabilidad en humedad.

También se arrojó un r-cuadrado de 96,75% lo que indica que el modelo seleccionado se ajustó perfectamente a los datos, y Chacín, (2000) establece que los modelos con predicciones de más del 80% se consideran buenos.

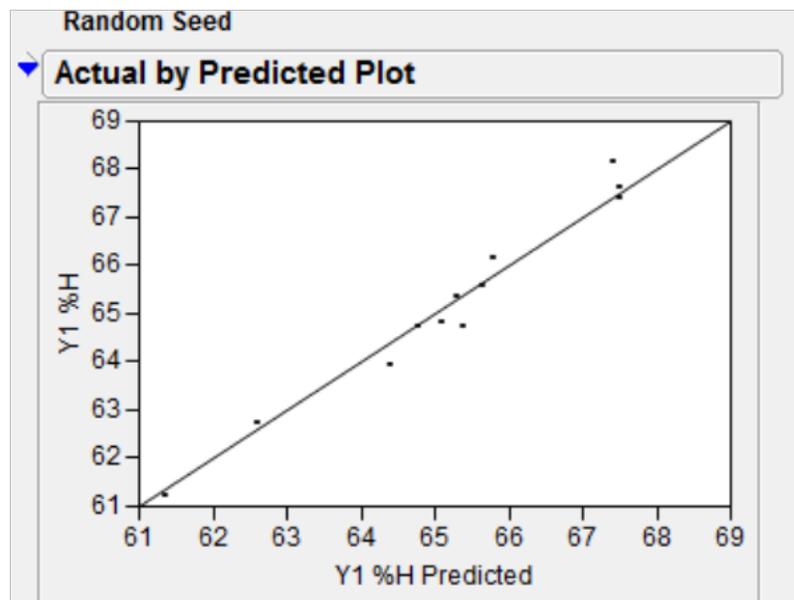


Figura 7. Visual de la bondad de ajuste de los modelos de red neuronal artificial para Y1= H, $R^2 = 96,75$.

En la figura 8 se refleja a continuación lo siguiente: R-cuadrado 98,20%. Aunado a esto, se muestra un análisis de varianza para el modelo hipercubo latino seleccionado actualmente. En este caso, los 2 efectos tienen los p-valores inferiores a 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero al 95,0% de nivel de confianza. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 98,20% de la variabilidad en pH

También se arrojó un r-cuadrado de 98,20% lo que indica que el modelo seleccionado se ajustó perfectamente a los datos, y Chacín, (2000) establece que los modelos con predicciones de más del 80% se consideran buenos

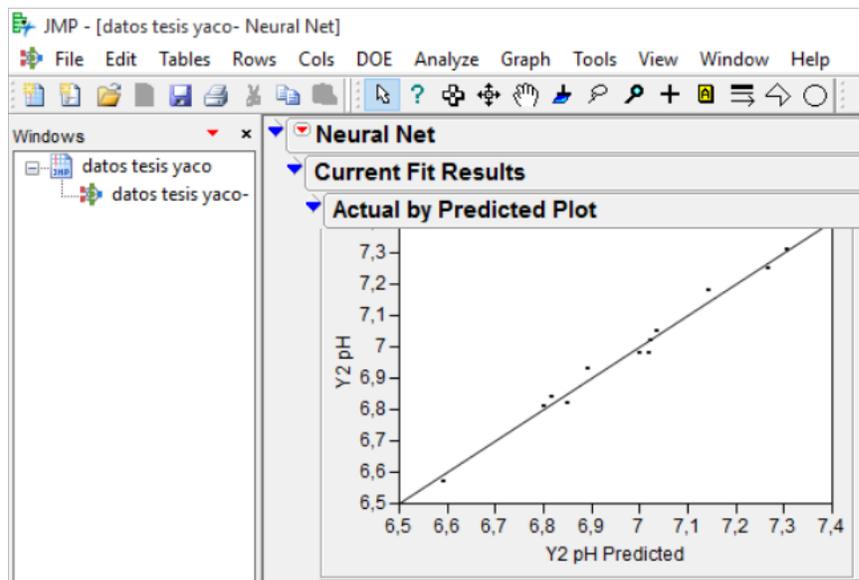


Figura 8. Visual de la bondad de ajuste de los modelos de red neuronal artificial para $Y_2 = \text{pH}$, $R^2 = 98,20$.

En la figura 9 se refleja a continuación lo siguiente: R-cuadrado 98,15%. Aunado a esto, se muestra un análisis de varianza para el modelo hipercubo latino seleccionado actualmente. En este caso, los 2 efectos tienen los p-valores inferiores a 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero al 95,0% de nivel de confianza. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 98,15% de la variabilidad volumen.

También se arrojó un r-cuadrado de 98,15% lo que indica que el modelo seleccionado se ajustó perfectamente a los datos, y Chacín, (2000) establece que los modelos con predicciones de más del 80% se consideran buenos.

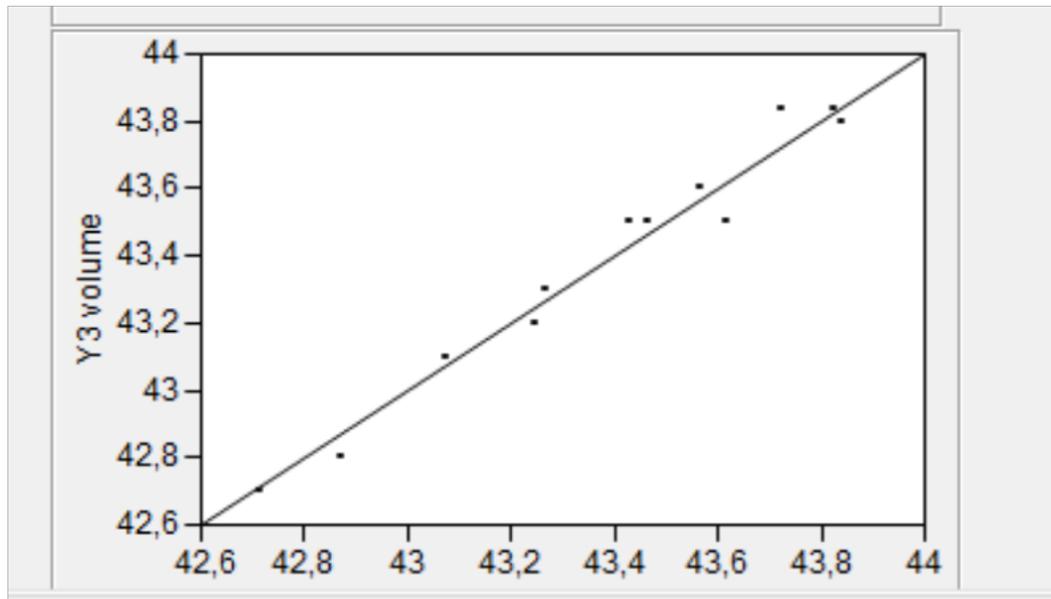


Figura 9. Visual de la bondad de ajuste de los modelos de red neuronal artificial para

Y3= Volumen, $R^2 = 98,15$.

A continuación se muestra los gráficos y resultados obtenidos en el análisis sensorial de un producto tipo torta a base de lactosuero, harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y remolacha (*Beta vulgaris*) estudiado según las consideraciones genéricas del software de Microsoft Excel para dar respuestas a los criterios establecidos por los catadores involucrados en la afirmación de aceptación del producto terminado. Su representación fue dada mediante un gráfico de radar o también conocido como diagrama de araña que es una herramienta muy útil para mostrar visualmente las tendencias entre el estado actual y el estado ideal.

Sobre la base de las consideraciones anteriores se precisan las representaciones gráficas de las variables color, olor, sabor, textura y aceptación global.

Atributo color:

La figura 7 refleja el comportamiento gráfico de la variable “color”

cuando se someten las respuestas técnicas emitidas por un panel de captación semientrenado, a través del sentido de la vista. Se deduce que se obtuvo un alto porcentaje de aceptabilidad permitiendo afirmar un resultado por el orden de 90,17%, tomando en cuenta la influencia de ingredientes (cacao en polvo y la remolacha (*Beta vulgaris*)) presente en la fórmula; proporcionándole ciertas características propias en las que figura un color marrón rojizo (bermejo). Se observa claramente un descenso en los tratamientos 10 y 11, razón que se resume por el contraste de temperatura durante el proceso del horneado.



Figura10. Representación gráfica del comportamiento de la variable color.

Atributo olor.

En la figura 8 se muestra la representación del comportamiento de las respuestas formuladas por los catadores, donde surge la importancia de destacar el desempeño del sentido del olfato. Se puede percibir una casi totalidad de aceptación en los 12 tratamientos. Cabe agregar que el olor

característico predominante fue el del chocolate, olor agradable y dulce que resultó por la adición de las sustancias aromáticas presentes en el producto. El porcentaje de aceptabilidad de los productos estuvo enmarcado en el siguiente rango: como valor mínimo un 79,6% en el tratamiento 11 y valor máximo un 95,12% en el tratamiento 9 y un promedio total de aceptabilidad 87,53%

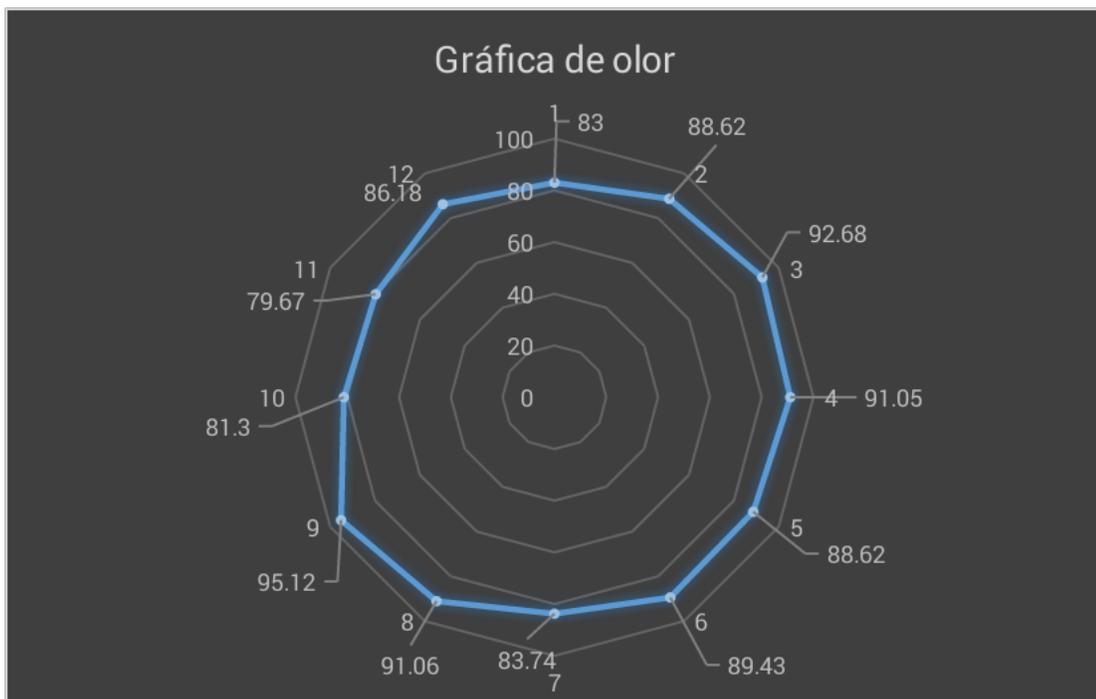


Figura 11. Representación gráfica del comportamiento de la variable olor.

Atributo sabor.

La figura 9 muestra la superficie de acción de control del análisis del atributo sabor, percibida mediante el sentido del gusto. En la misma se demostró una disparidad entre las respuestas obtenidas, medidas según un valor mínimo y máximo de (65,85% y 97,56%), de los cuales emerge un promedio de 79,2%

En este propósito, el sabor predominante fue el chocolate. En

consecuencia, aquellos tratamientos en los que la harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) era mayor a 35%, presentaron una menor valoración, ya que el sabor astringente de esta leguminosa era un poco más perceptible en estos tratamientos.



Figura 12. Representación gráfica del comportamiento de la variable sabor.

Atributo textura.

La representación gráfica de la variable textura se refleja en la figura 10, en la que se presencié un rango promedio de 77,2% en base a los dos tratamientos evaluados, mostrando como valor máximo el tratamiento 4, teniendo un 93,49% de aceptación y como valor mínimo un 60,97% en el tratamiento 11. Es evidente entonces que las tortas en donde cuya concentración de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) era mayor, emitieron una tendencia menor a las demás; tal condición es producto del principio de que la harina de leguminosas cuenta con un alto contenido de fibras, así como también carece de gluten, por lo que su estructura es más compacta y menos blanda.

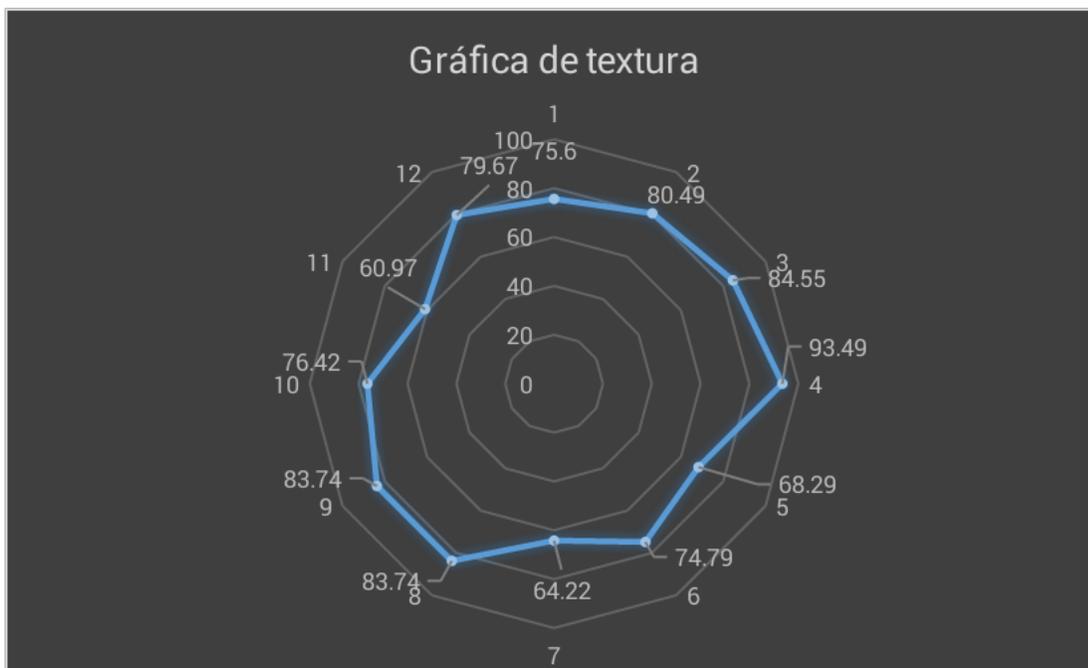


Figura 13. Representación gráfica del comportamiento de la variable textura.

Aceptación global.

Los resultados arrojados en cuanto a la aceptación del producto final, están plasmados en la figura 11. Dadas las consideraciones del panel catador, se puede presenciar altos porcentajes de la aceptación global con un promedio de 82,1%, destacando que el valor máximo se obtuvo en el tratamiento 4 al ser de un 96,74% demostrando estadísticamente que fue el más aprobado por los panelistas.



Figura 14. Representación gráfica de aceptación global.

De acuerdo a las consideraciones que anteceden se puede subrayar que se evidenció que los atributos color, olor, sabor y textura así como la aceptación global influyeron significativamente en el nivel de aprobación por parte del consumidor.

CONCLUSIONES

En atención a los resultados obtenidos mediante el desarrollo de la presente investigación, se concretan las siguientes conclusiones:

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carbajal, A. (2013). Proteínas. Manual de Nutrición y dietética. Universidad Complutense de Madrid. [Documento en Línea] En: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-5-proteinas.pdf> [Consultado: 31 de Octubre 2017]
- Dragone G, Mussatto SI, Oliveira J M, Teixeira J A (2009) Characterisation of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation. Food Chem. 112: 929-935.
- Duke, J.A. 1983. The quest for tolerant germplasm. p. 1-61. In: ASA Special Symposium 32, Crop tolerance to suboptimal land conditions. Am. Soc. Agron. Madison, WI.
- González, M. (2008). Efecto antibacteriano del extracto de una fermentación láctica de pulpa de banano sobre *Listeria innocua* y bacterias psicrófilas pertenecientes a la flora normal de palmito y en la sobrevivencia de estas bacterias durante el almacenamiento en refrigeración del palmito fresco. Tesis para licenciatura de tecnología de alimentos. Universidad de costa rica, Escuela de Tecnología en Alimentos. San Jose.
- Guerzoni, F. (2013). Beneficios de la harina de frijoles blancos para tu nutrición y salud. [Documento en Línea] En: <http://www.que.es/salud-en-tu-plato/201310310800-beneficios-harina-frijoles-blancos-para-cont.html> [Consultado: 31 de Octubre 2017]
- Ibrahim, F., E. Babiker, N. Yousif and A. Tinay. 2005. Effect of fermentation

on biochemical and sensory characteristics of sorghum flour supplemented with whey protein. Food Chemistry 92(2): 285-292.

Linden, G; Lorient D. (1996) "Bioquímica Agroindustrial: revalorización alimentaria de la producción agrícola. Editorial Acribia" pag. 454. <http://www.agro.unalmed.edu.com/publicaciones/revistas/docs/art.lactosuero/importanciaenlaindustria2.pdf>.

Miranda, M. O. et al. Características físico-químicas de suero de quesos dulces y ácidos producidos en el combinado de quesos de Bayamo, Bayamo, Cuba. Revista Cubana de Alimentación y Nutrición, 19: 1, 2009.

Riquelme, L. 2010. Desarrollo por ultrafiltración de un concentrado proteico a partir de lactosuero. Trabajo de grado en tecnología de alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Programa interfacultades instituto de ciencia y tecnología de alimentos. Bogotá D.C.

Singh H., McCarthy O.J. y Lucey J.A. (1997). Physico-chemical properties of milk. En:Advanced dairy chemistry. 3. Lactose, water, salts and vitamins. Fox P.F., ed. Chapman & Hall,Londres, pp 470v-518.

Solís, K. (2013). Efecto del uso de lactosuero dulce en el rendimiento y en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de pan blanco. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. [Documento en Línea] En: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1800> [Consultado: 31 de Octubre 2017].