Universidad de La Salle
Ciencia Unisalle

Ingeniería de Alimentos | Facultad de Ingeniería

2015

Evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de una salchicha estándar con adición de harina de mango Mangifera indica L.

Camila Andrea León Fonseca
Universidad de La Salle, Bogotá

Yenny Paola Sarmiento Daza
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos

Part of the Engineering Commons, and the Food Microbiology Commons

Citación recomendada

León Fonseca, C. A., & Sarmiento Daza, Y. P. (2015). Evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de una salchicha estándar con adición de harina de mango Mangifera indica L.. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/141

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería de Alimentos by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DE UNA SALCHICHA ESTÁNDAR CON ADICIÓN DE HARINA DE MANGO (*Mangifera indica L.)*

CAMILA ANDREA LEÓN FONSECA

YENNY PAOLA SARMIENTO DAZA

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Bogotá D.C.

2015

EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DE UNA SALCHICHA ESTÁNDAR CON ADICIÓN DE HARINA DE MANGO (*Mangifera indica L.)*

CAMILA ANDREA LEÓN FONSECA

YENNY PAOLA SARMIENTO DAZA

Trabajo de grado para optar al título de:

Ingeniero de Alimentos

Director (a):

FABIÁN RICO RODRÍGUEZ

Ingeniero de Alimentos; MSc.

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Bogotá D.C.

2015

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a:

Dios por brindarnos la sabiduría para finalizar este gran logro y el inicio de un nuevo camino para cada una de nosotras.

A nuestros padres, gracias por brindarnos su apoyo incondicional en cada uno de los momentos necesarios para lograr esta gran meta, ya que cada tropiezo que se presentaban allí estaban apoyándonos para seguir adelante.

Nuestros hermanos, quienes sin su ayuda y colaboración este logro no se habría cumplido, siempre están a nuestro lado brindándonos una palabra de aliento y confianza para no desfallecer en los momentos más críticos de toda la carrera.

A mi compañera de tesis, gracias por su paciencia, dedicación y amistad durante todo el tiempo que hemos compartido en este camino que comenzamos juntas.

Camila Andrea León Fonseca y Yenny Paola Sarmiento Daza.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean expresar sus agradecimientos a:

Al Ingeniero Fabián Rico Rodríguez, director de nuestro proyecto de grado; por su conocimiento, sugerencias, paciencia y apoyo para la elaboración de nuestro proyecto.

El Ingeniero Milton Rodríguez, por brindarnos sus conocimientos y ayudarnos con sus consejos y asesorías de nuestro proyecto.

Luis Miguel Triviño, Coordinador de planta piloto de cereales de la Universidad De La Salle, por la colaboración brindada en la elaboración de nuestro proyecto.

Juan Carlos Poveda, Laboratorista de Química, por su ayuda y explicación en la realización de la parte experimental durante la elaboración de nuestro proyecto.

RESUMEN

Con el transcurso del tiempo el desarrollo de la vida ha tenido un ritmo acelerado, lo que ha llevado a desarrollar un sin número de tecnologías que nos permitan tener una mayor accesibilidad y reducción de tiempo en cada tarea. La industria alimentaria no es ajena a esta realidad, buscando optimizar los procesos en la elaboración de los productos logrando así un mayor rendimiento de los procesos, prolongación de la vida útil y reduciendo cambios físicos y sensoriales durante su almacenamiento.

Un ejemplo de ello es el mango que se cultiva en grandes cantidades y al ser un fruto climatérico que tiene diversos usos para la producción, es considerado un fruto popular para el consumo, por lo que se hace necesario realizar una transformación de este a partir de la elaboración de los diferentes productos (jugos, mermeladas, pulpas, entre otros), lo que a su vez genera grandes cantidades de residuos, entre ellos el afrecho, que en su mayoría son desechados causando un incremento de residuos orgánicos los cuales a su vez generan un aumento de biomasa. De ahí la importancia de obtener subproductos a partir de estos residuos ricos en compuestos como antioxidantes y fibra, compuestos que ayudaran a mejorar las funciones tecnológicas dentro de la matriz del producto siendo aquellos productos que al ser añadidas a los alimentos mejora las propiedades físicas, sensoriales, conservación, aumentar su valor nutritivo, haciéndolo a su vez un alimento funcional.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente estudio pretendió realizar la evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de una salchicha estándar adicionada con diferentes concentraciones de harina de mango frente a una salchicha estándar con harina de trigo; para ello se llevó a cabo la metodología realizando las siguientes actividades: obtención de harina, elaboración de la salchicha estándar, pruebas fisicoquímicas y microbiológicas para harina y salchicha, panel sensorial de la salchicha para consumidores.

Se obtuvo harina de afrecho de mango con alto contenido de fibra y antioxidantes, que permitieron su uso en la elaboración de salchichas. Además, se encontró que es posible realizar la sustitución de harina de trigo por harina de afrecho de mango hasta en una concentración de 50%, máxima concentración aceptada sensorialmente por los consumidores. La carga microbiana de las salchichas se encontró conforme a las disposiciones legales vigentes, de igual manera, los parámetros fisicoquímicos estuvieron

dentro de la norma. Hubo una reducción en el contenido de grasa y de almidón, debido a las características conferidas por la harina de afrecho de mango. El contenido de antioxidantes fue alto en la harina, sin embargo en la salchicha su aporte no fie significativo debido posiblemente a que los antioxidantes se consumieron en procesos oxidativos propios de los productos cárnicos cocidos.

El presente trabajo logro emplear un subproducto de la industria de frutas como sustituto de un ingrediente en la elaboración de salchichas tipo estándar, logrando un aporte para el sector cárnico colombiano.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA 4
AGRADECIMIENTOS 5
RESUMEN 6
LISTA DE TABLAS 12
LISTA DE FIGURAS 13
LISTA DE GRAFICAS 14
GLOSARIO Y ABREVIATURAS. 15
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. 17
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA. 18
1.2 JUSTIFICACIÓN. 18
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA. 19
2 OBJETIVOS. 20
2.1 OBJETIVO GENERAL 20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 20
3 MARCO DE REFERENCIA. 21
3.1 CARNE. 21
3.1.1 Clasificación de los productos cárnicos. 22
3.2 FIBRA DIETÉTICA O FIBRA ALIMENTARIA. 24
3.2.1 Clasificación de la fibra. 25
3.2.2 Composición química de la fibra dietética. 25
3.3 ANTIOXIDANTES. 26
3.4 MANGO. 27
3.4.1 Variedad de mango cultivado en Colombia. 28

3.4.2 Composición nutricional del mango. 29
3.4.3 Valor nutricional y contenido de antioxidantes en el mango. 29
3.4.4 Proceso general de industrialización del mango. 30
3.4.5 Utilización de los residuos del mango 30
4 ANTECEDENTES. 33
5 MARCO LEGAL 36
6 METODOLOGÍA. 38
6.1 OBTENCIÓN DE LA HARINA. 38
6.2 CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA. 39
6.2.1 Caracterización fisicoquímica. 39
6.2.2 Análisis bromatológico. 40
6.2.3 Análisis microbiológico. 43
6.3 ELABORACIÓN DEL PRODUCTO. 44
6.3.1 Análisis bromatológico del producto cárnico. 45
6.3.2 Determinación de la capacidad de retención de agua (C.R.A). 45
6.3.3 Perfil de textura (TPA). 46
6.3.4 Fuerza al corte y esfuerzo al corte con Warner-Bratzler. 46
6.3.5 Caracterización microbiológica de la salchicha. 46
6.3.6 Evaluación sensorial. 47
6.4 CUANTIFICACIÓN DE ANTIOXIDANTES. 47
6.4.1 Preparación del extracto de afrecho de mango. 47
6.4.2 Preparación del extracto acuoso de harina de mango y salchicha. 48
6.4.3 Cuantificación de fenoles totales. 48
6.4.4 Capacidad antioxidante determinada por DPPH. 48
6.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO. 49

7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. 50
7.1 OBTENCIÓN DE LA HARINA 50
7.2 CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA. 50
7.2.1 Caracterización fisicoquímica. 50
7.2.2 Análisis bromatológico. 53
7.2.3 Análisis microbiológicos. 55
7.3 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO. 56
7.3.1 Caracterización Bromatológica. 56
7.3.2 Determinación de la capacidad de retención de agua (C.R.A). 60
7.3.3 Perfil de textura TPA 62
7.3.4 Fuerza al corte y esfuerzo al corte 66
7.3.5 Caracterización Microbiológica. 66
7.3.6 Análisis sensorial. 67
7.4 FENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE 69
7.4.1 Contenido de compuestos fenólicos totales 69
7.4.2 Capacidad antioxidante mediante DPPH 71
8 CONCLUSIONES 74
9 RECOMENDACIONES 76
10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 77
11 ANEXOS 85
ANEXO A. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de mango. 85
ANEXO B. Curva de calibración de glucosa para la determinación de almidón por el método de DNS. 86
ANEXO C. Diagrama de flujo para la elaboración del producto cárnico (Salchicha tipo estándar). 87
ANEXO D. Formato de evaluación del panel sensorial. 88

ANEXO E. Curva de calibración de concentración de ácido gálico para fenoles medido en una absorbancia de 760 nm. 89

ANEXO F. Curva de calibración de TEAC para determinación de DPPH a una absorbancia de 517nm. 90

ANEXO G. Curva de deshidratación del mango. 91

ANEXO H. Análisis Estadístico para la caracterización bromatológica del producto cárnico (Salchicha tipo estándar). 92

ANEXO I. Análisis estadístico de la capacidad de retención de agua por los métodos de cocción y goteo. 100

ANEXO J. Análisis estadístico para el perfil de textura TPA. 103

ANEXO K. Análisis estadístico para Warner-Bratlet. 112

ANEXO L. Análisis estadístico para el análisis sensorial. 115

ANEXO M. Análisis estadístico para antioxidantes para la determinación de fenoles totales. 118

ANEXO N. Análisis estadístico para antioxidantes para la determinación de DPPH. 120

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de la carne por 100g 21
Tabla 2. *Variedades de mango.* 28
Tabla 3 Composición nutricional del fruto del mango 29
Tabla 4. Composición aproximada(porcentaje de peso seco) de la cascara y almendra del hueso del mango 31
Tabla 5. Composición porcentaje graso de la almendra del hueso del mango. 32
Tabla 6. Formulaciones con variación en los porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de mango. 44
Tabla 7. Tamizado de partículas obtenido del afrecho con semilla de mango 51
Tabla 8. Caracterización fisicoquímica de la harina de mango. 52
Tabla 9. Composición de la harina de mango. 53
Tabla 10. Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de la harina de mango con otros residuos de fuentes vegetales. 54
Tabla 11. Análisis microbiológico de la harina de mango. 56
Tabla 12. Caracterización fisicoquímica de las salchichas tipo estándar con sustitución del 0%, 25%, 50% y 75% de harina de trigo. 56
Tabla 13. Resultados de perfil de textura (TPA) de la salchicha tipo estándar con sustitución del 25%, 50% y 75% de harina de trigo por harina de mango (T2, T3 y T4) y la salchicha patrón. (T1) 63
Tabla 14. Resultados de Warner-Bratzler de la salchicha tipo estándar con sustitución de harina de trigo por harina de mango y la salchicha patrón. 66
Tabla 15. Análisis microbiológico de la salchicha tipo estándar con sustitución del 25%, 50% y 75% de harina de trigo por harina de mango (T1, T2, y T3) y la salchicha patrón. (T1) .. 67
Tabla 16. Determinación de la concentración de compuestos fenólicos totales por el método de Acido gálico y la capacidad antioxidante por medio de DPPH en afrecho con semilla, harina de mango y salchicha (T1, T2, T3 y T4). 69
Tabla 17. Porcentaje de reducción de la capacidad antioxidante de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4) procesados con sustitución de harina de trigo por harina de mango. 72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema general de los componentes químicos de los materiales lignocelulósico. 28
Figura 2. Harina obtenida del proceso de despulpado y deshidratación.....50
Figura 3. Diagrama De Flujo Elaboración De Harina De Mango**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 4. Formato de evaluación del panel sensorial.....88

LISTA DE GRAFICAS

Gráfico 1. Peso de la harina obtenida en cada uno de los tamices. 51
Gráfico 2. Porcentaje de humedad, grasa, proteína y fibra en los 4 tratamientos de salchicha tipo estándar sustituidos con diferentes porcentajes harina de mango. 57
Gráfico 3. (*a*) Porcentaje de Cenizas en los tratamientos; (b) Porcentaje de Almidón en los tratamientos.....58
Gráfico 4. Pérdida de cocción y goteo de los 4 tratamientos de salchicha. 61
Gráfico 5. Efecto de la concentración de harina sobre la dureza y fracturabilidad de los 4 tratamientos de salchichas. 62
Gráfico 6. Efecto de la concentración de harina sobre la elasticidad, cohesividad y gomosidad de los 4 tratamientos de salchichas. 64
Gráfico 7. Efecto de la concentración de harina sobre la adhesividad de los 4 tratamientos de salchichas. 64
Gráfico 8. Efecto de la concentración de harina sobre la masticación de los 4 tratamientos de salchichas. 65
Gráfico 9. Panel sensorial de la salchicha patrón y con sustituciones del 25:75, 50:50 y 75:25 de harina de trigo por harina de mango (T1, T2, T3 y T4). 68
Gráfico 10. Concentración de compuestos fenólicos totales µg GA/g en el afrecho con semilla, harina de mango y los 4 tratamientos de salchichas (T1, T2, T3 y T4). 71
Gráfico 11. Capacidad antioxidante por medio de DPPH mM TEAC/g en el afrecho con semilla, harina de mango y los 4tratamientos de salchicha (T1, T2, T3 y T4).....72
Gráfico 12. *Curva de calibración de glucosa para medir DNS* 86
Gráfico 13. Diagrama de flujo elaboración de la salchicha tipo estándar. 87
Gráfico 14. Curva de calibración fenoles. 89
Gráfico 15. Curva de calibración para DPPH.....90
Gráfico 16. (a) Curva de deshidratación del afrecho y (b) curva de deshidratación semilla través del tiempo hasta llegar a peso constante. 91

GLOSARIO Y ABREVIATURAS.

- Antioxidante (A): Son todos aquellos compuestos o moléculas que tienen como función eliminar de un organismo los radicales libres producidos en las reacciones químicas que normalmente se presentan en dicho organismo.
- Agente emulsificante (AE): Compuesto que disminuye la tensión inter facial y forma una película en la inter fase. Se usa para promover la emulsificación durante la manufactura.
- Capacidad de retención de agua (CRA): Es la relación a la cantidad máxima de agua absorbida que es retenida y que se encuentra en equilibrio con un medio de potencial| químico.
- Estabilizante (E): Sustancia o mezcla de sustancias que favorecen y mantienen las características físicas de las emulsiones, suspensiones y soluciones.
- Extensores cárnicos (EC): Los extensores cárnicos son productos ricos en proteínas de elevado valor biológico que son capaces de sustituir proporciones variables de la parte de otra manera correspondiente a la carne en la formulación de derivados cárnicos de alta demanda, sin que ello signifique afectar la calidad nutricional del alimento finalmente obtenido.
- Fenoles (F): Incluye una amplia gama de compuestos con actividad antioxidante tales como hidroxicinamatos, derivados de los ácidos gálicos, flavonas y antocianinas.
- Fibra dietaría (FD): Sustancias que son resistentes a la digestión por hidrolisis de las enzimas, incluyendo componentes de la pared celular así como los polisacáridos endocelulares.
- Índice de absorción de agua (IAA): Es un parámetro que da idea a la absorción de agua de una harina y es un indicador de rendimiento de masa fresca.
- Mango (M): Es una fruta tropical original de Asia. Entre sus componentes, es rica en azucares, fibra, vitamina C y una de las frutas más ricas den betacarotenos.
- Trolox (TX): Nombre comercial para un sustituto de la vitamina E soluble en agua, utilizado para comparar actividad antioxidante.
- Propiedades fisicoquímicas (PF): Valor de los alimentos, caracterizado parcialmente por los parámetros de cenizas, humedad, proteína y grasa, existen propiedades de los

alimentos de igual importancia ya que hace que los alimentos sean consumibles y aceptables comercialmente con un valor adecuado.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Las áreas de cultivos de mango son muy diversas (Encuesta Nacional Agropecuaria, 2010), dentro de éstas, Cundinamarca produce 776.784 toneladas, seguido por Tolima con 76.034 y otros departamentos con 49.141 toneladas; de las cuales dos terceras partes están dirigidas al sector primario o venta en fresco y una tercera parte al procesamiento industrial, del cual el 80% es destinado a la elaboración de pulpas, jugos y néctares (Rural, 2010; INEGI, 2007, citado en Sumaya-Martínez, 2012, p.826).

Puesto que Colombia no cuenta con políticas adecuadas para el manejo de los desperdicios agrícolas (cascara, semilla, frutas y vegetales en estado avanzado de madurez y calidad), estos desperdicios son arrojados a los basureros y solo una pequeña parte es utilizada en subproductos de la industria de alimentos.

Mejía *et al* (2007) señalan sobre el aprovechamiento para residuo agroindustrial del mango común que:

> "Solamente en el departamento del valle del cauca se procesan aproximadamente 351,5 toneladas / semana de mango común en la parte agroindustrial de pulpas y jugos, generando un serio problema de contaminación ambiental con los residuos obtenidos. Solamente en el despulpado de mango se generan cerca de 50-55% de residuos, es decir, aproximadamente 193,32 toneladas/semana, representados en cascara, semillas, restos de pulpa y fibra" (p.4).

Según Carro y Gonzales (2009) "durante el procesamiento del mango se genera entre un 40-60% del total de la producción, de los cuales existe 15% en piel, 18-20% en semilla y 8-10% de fibra pulposa" (p. 6).

Por lo cual se hizo necesario buscar el aprovechamiento de los residuos generados a partir del procesamiento de mango (afrecho, semilla) las cuales permitan obtener subproductos tales como harina que puedan ser empleados en diversas industrias y que estos a su vez favorezcan a los productos elaborados con la misma.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

Debido a la cantidad considerable de desperdicios generados durante la elaboración de productos del mango (mermeladas, pulpas, jugos y néctares,) se hizo necesario proponer un sistema de aprovechamiento el cual permita utilizar estos residuos en distintas matrices alimentarias. Con base en lo anterior, el presente proyecto planteo la siguiente pregunta de investigación:

¿Será que las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la salchicha estándar elaborada con harina de trigo son diferentes de las características de aquellas adicionadas con diferentes concentraciones de harina de mango?

1.2 JUSTIFICACIÓN.

El incremento en la producción y transformación del mango (*Mangifera indica L),* en productos agroalimentarios ha sido significativo, de manera que los residuos generados en tales procesos han aumentado cuantiosamente, llegando a provocar problemas medioambientales, puesto que gran parte de la industria no tiene ningún convenio con empresas que reciban esos desechos y les den un manejo adecuado, y por consiguiente estos desperdicios son descartados de forma convencional propiciando problemas de salud pública, tales como enfermedades, malos olores y aparición de algunas plagas como roedores e insectos, además de constituir una pérdida valiosa de biomasa, nutrientes y costes económicos asociados (Torres et al, 2010 p).

Soong y Barlow, (2004) y Maisuthisakula y Gordon, (2009) han encontrado que la semilla del mango es una fuente importante de antioxidantes, inclusive más alta que en la pulpa misma, además aporta propiedades importantes (hidratación, viscosidad, carga iónica y capacidad de adsorción) para la estabilidad del producto en el que sea empleado.

Debido a que la harina está compuesta en su mayoría por fibra dietética la cual posee la ventaja de retener agua dentro de su matriz, gracias a sus numerosos grupos polares, se ve la importancia de relacionar la formulación y procesamiento de los alimentos altos en fibra consiguiendo de este modo que se obtenga un mayor rendimiento en los embutidos y en este caso particular en el mejoramiento de la salchicha estándar (Vergara, 2005).

Por este motivo se hizo importante el estudio de la transformación y aprovechamiento del afrecho con semilla de mango (Mangifera indica L) con el cual se pretendía dar mejor manejo a los residuos generados de subproductos, consiguiendo incrementar tanto su valor funcional como el valor nutricional del producto en el que fue empleado, siguiendo con la tendencia de alimentos funcionales, según Olagnero et al (2007), son aquellos en los que algunos de sus componentes afectan las funciones del organismo de manera positiva, promoviendo un efecto fisiológico más allá de su valor nutritivo tradicional; donde dicho efecto puede contribuir al mantenimiento de la salud y bienestar, a la disminución del riesgo de enfermar, o ambas cosas, promoviendo la salud de los consumidores.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.

En el presente proyecto de investigación se utilizó residuos generados del procesamiento de mango (afrecho, semilla) para la obtención de harina de esta y su utilización en la elaboración de una salchicha tipo estándar con sustituciones de harina de trigo por harina de mango (0%, 25%, 50% y 75%) y posterior evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial del producto cárnico y la capacidad antioxidante de la harina de mango durante su procesamiento.

2 OBJETIVOS.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar las Propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de una salchicha estándar adicionada con diferentes concentraciones de harina de mango.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente la harina de mango obtenida a partir de la deshidratación del afrecho del mango.
- Comparar fisicoquímica, microbiológica y sensorialmente la salchicha estándar con las salchichas elaboradas con diferentes concentraciones de harina de mango.
- Determinar el cambio en la capacidad antioxidante de la harina de mango durante su procesamiento.

3 MARCO DE REFERENCIA.

3.1 **CARNE.**

La carne se define como "todas las partes de un animal que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o se destinan para este fin". La carne se compone de agua, proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos. (FAO, 2013). La composición química media de la carne se describe en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Composición nutricional de la carne por 100g

Producto	Agua (%)	Proteína (%)	Grasas (%)	Cenizas (%)	Energía (KJ)
Carne de vacuno (magra)	75.0	22.3	1.8	1.2	116
Canal de vacuno	54.7	16.5	28.0	0.8	323
Carne de cerdo (magra)	75.1	22.8	1.2	1.0	112
Canal de cerdo	41.1	11.2	47.0	0.6	472
Carne de ternera (magra)	76.4	21.3	0.8	1.2	98
Carne de pollo	75.0	22.8	0.9	1.2	105
Carne de venado (ciervo)	75.7	21.4	1.3	1.2	103
Grasa de vaca (sub-cutánea)	4.0	1.5	94.0	0.1	854
Grasa de cerdo (tocino dorsal)	7.7	2.9	88.7	0.7	812

Fuente: (FAO, 2013)

La carne puede formar parte de una dieta equilibrada, aportando valiosos nutrientes beneficiosos para la salud; tanto la carne como los productos cárnicos contienen importantes niveles de proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes, esenciales para el crecimiento y el desarrollo del cuerpo. La elaboración de la carne supone una oportunidad para añadir valor, reducir los precios, fomentar la inocuidad alimentaria y ampliar la vida útil. Esto a su vez puede generar un aumento de los ingresos del hogar y una mejora de la nutrición. Mientras que el consumo de carne per cápita en algunos países industrializados es alto, en los países en desarrollo un consumo per cápita de carne inferior a 10 kg debe considerarse insuficiente y con frecuencia causa subnutrición y malnutrición. Asimismo, se estima que en el mundo más de 2.000 millones de personas sufren carencias de vitaminas y minerales fundamentales, en particular vitamina A, yodo, hierro y zinc. Dichas carencias se producen

cuando las personas tienen un acceso limitado a alimentos ricos en micronutriente como carne, pescado, frutas y hortalizas. (FAO, 2013).

3.1.1 Clasificación de los productos cárnicos.

La clasificación de los productos cárnicos según Díaz M, Duran F (2007, p 422-424) son:

- Crudo: En la elaboración de estos, la temperatura no supera los 30°C y como opción del proceso se contempla el ahumado. El ahumado de los productos cárnicos crudos pueden encontrarse en forma fresca (hamburguesas, albóndigas y algún tipo de chorizos) semimadurados (chorizos, longanizas cábanos madurados bajo condiciones naturales) y madurada (salami felino y milano y húngaro y jamones crudos madurados del tipo serrano y el parma). Los productos cárnicos crudos frescos poseen alto contenido de agua siendo necesario su almacenamiento bajo condiciones de refrigeración y/o congelación con alta humedad relativa (85-95%).
- Semimadurados y madurados: estos experimentan un proceso de fermentación anaeróbica dentro del ambiente natural o artificial en los cuales se controla básicamente la temperatura de (14-18°C) y la humedad relativa (70-80%). El poder de conservación y el desarrollo del aroma típico de estos productos están fundamentados en la reducción de contenido de humedad y la formación de ácido láctico logra dar durante los productos de secado y maduración. El ácido láctico lo producen inóculos iniciadores de ciertos microorganismos (*Peniobacillum plantarum, Micrococcus glutamicus* y *Pediococcus cerevisiae)* que compiten ventajosamente con los microorganismos patógenos y de descomposición, inhibiendo en condiciones de fermentación inducida por temperaturas medias, ante la etapa de calentamiento intenso y/o secado.
- Escaldado: Corresponden a la mezcla de ingredientes cárnicos y aditivos alimentarios, ya sea abajo la forma de las denominas emociones cárnicas (salchichas, mortadela y galantinas) o como simples ha agregado compactos (salchichones). Son productos que se consumen masiva mente por su bajo precio, su vida en aquel razonablemente larga y su facilidad para consumir sin necesidad de cocinarlos. Una vez preparar dichas pasta, cuyos ingrediente generales son carnes, grasas, hielo, especias, sal y componentes de curado se colocan en un cutter o equipo que reduce la

mezcla a una emulsión, se embuten en tripas naturales o sintéticas para someter luego a un tratamiento térmico en medio húmedo seco que se supera los 75°C hace que el producto adquiere una temperatura interna 68°C a 72°C, a la cual se garantiza su pasteurización el desarrollo de color, el sabor y la ecuación para el consumo humano directo. Los productos cárnicos escaldados deben almacenarse a temperatura de refrigeración (de 2 a 4 °C) y humedades relativa alta entre (85% y 90%).

- Salchicha Estándar: La salchicha tipo estándar es un producto cárnico procesado, cocido, embutido, elaborado a base de carne, con la adición de sustancias de uso permitido, introducido en tripas naturales o artificiales aprobadas, de diámetro máximo de 45 mm.
- Cocido: Dentro de este grupo se encuentran los productos cárnicos que contienen subproductos animales en su formulación (sangre, hígado y gelatina) y las denominadas especialidades cárnicas (jamones, chuletas, costillas, costilla y tocinetas ahumado, roast-beef, sobrebarriga enrollada, muchacho relleno y lechona etc.). Todos ellos sometidos a un tratamiento térmico a 80°C hasta que el producto alcanza una temperatura interna de 75°C. Los productos cárnicos cocidos que incluyen carne magra, grasa y sus productos animales se calan previamente en medio húmedos hasta alcanzar una temperatura de 68 ° C, para luego proceder a la fragmentación, mezcla y embutido. En el mercado se encuentra productos cocido de hígado (pates), de sangre (morcillas o rellena) o de gelatina (queso de cabeza). Estos pueden conservarse bajo condiciones de refrigeración y/o congelación empleando humedad reactiva alta en el sitio de almacenamiento.
- Enlatados: Comprenden las denominadas conservas las cuales se someten a tratamiento térmico entre 115°C y 130°C. Sin que se presenten alteraciones sensibles en sus características nutricionales y organolépticas, la vida útil de estos productos, que oscila entre 1 y 4 años a temperaturas entre 10°C a 25°C, está determinada por las destrucciones de microorganismos alterativos y toxinogénicos, incluyendo los que pero poseen esporas termorresistentes (*Clostridium* y *Bacillus*) por el aislamiento que proporciona la lata y por la inclusión de aditivos y persevantes en el líquido agregado.
- Salchicha: Las salchichas se clasifican como embutidos escaldados y en su elaboración se pueden usar carnes de muy diverso origen, lo que determina su calidad

y precio. Se prefiere carne recién sacrificada de novillos, terneras y cerdos jóvenes y magros, en vista que este tipo de carne posee fibra tierna y se aglutina y amarra fácilmente. Además, carece de grasa interna y es capaz de fijar gran cantidad de agua. Estos productos son de consistencia suave, elevada humedad y corta duración. (FAO, 2013).

3.2 FIBRA DIETÉTICA O FIBRA ALIMENTARIA.

Como menciona Alba C, *et al (2008*, p 40-41), aparte de los nutrientes, los alimentos están formados por sustancias no digeribles (la fibra).

> "La fibra dietética se puede definir como una sustancia procedente de las plantas que no puede ser digerida por las enzimas del tracto digestivo humano. Es el residuo orgánico de los alimentos de origen vegetal, que no es hidrolizado por los jugos digestivos del tracto gastrointestinal y que sólo puede descomponerse en parte en el intestino grueso. Debido que el organismo expulsa la mayoría de estos compuestos, se consideraba antes innecesaria. En la actualidad se denominan "hidratos de carbono no digestibles". Su función en la naturaleza es la del soporte de las paredes celulares y tejidos de las plantas. La fibra se encuentra presente en las hortalizas, las frutas, los frutos secos, los cereales integrales y las legumbres enteras. Son moléculas tan complejas y resistentes que no son capaces de digerirlas y llegan al intestino grueso sin asimilar.
>
> El principal compuesto de la fibra que ingerimos con la dieta es la celulosa, la cual es un polisacárido formado por largas hileras de celulosa fuertemente unidas entre sí. Es el principal material de sostén de las plantas, con el que forman su esqueleto se utiliza para hacer papel. Otros componentes habituales de la fibra dietética son la hemicelulosa, lignina y la sustancia pécticas.
>
> Algunos tipos de fibra retienen varias veces su peso de agua, por lo que son la base de una buena movilidad intestinal al aumentar el volumen y ablandar los residuos intestinales. Debido al efecto que provoca al retrasar la absorción de nutrientes, es indispensable en el tratamiento de la diabetes para evitar rápida subida de glucosa en sangre. También aporta algo de energía al absorber los ácidos grasos que se libera de

su fermentación bajo la acción de la flora intestinal. Por último sirve de lastre y material de limpieza del intestino grueso y delgado.

Consumir fibra favorece el estreñimiento crónico. También tiene la misión de favorecer la prevención de patógenos intestinales crónicos, incluso el cáncer de colon. Aunque los datos no son definitivos se recomienda consumir diariamente un nivel alto de fibra".

3.2.1 Clasificación de la fibra.

Según su composición la fibra dietética se puede clasificar en tres grandes grupos:

- Fibra verdadera o vegetal: la cual está integrada por los compuestos de la pared celular de las plantas como son la celulosa, la hemicelulosa y la lignina.
- Fibra dietética total: este tipo de fibra incluye a la totalidad de todos los compuestos, fibrosos o no, que no son digeribles por las enzimas intestino.
- Fibra bruta o cruda: es el residuo libre de cenizas que resulta del tratamiento en caliente con ácidos y bases fuertes. Constituyó el 20%-50 % de la fibra dietética total. Es un compuesto más químico que biológico.

3.2.2 Composición química de la fibra dietética.

Los elementos se la fibra dietética son polisacáridos estructurales de las plantas, siendo sus moléculas básicas de glucosa, la fructosa y otros monosacáridos (hexosas y pentosas). Se pueden distinguir:

- Celulosa: Polímero de glucosa que se encuentra en la cubierta de los cereales y en las verduras.
- Hemicelulosa: se encuentra en los mismos alimentos que la celulosa. No se digiere en el intestino delgado humano, aunque si se desdobla parcialmente en el colon por la acción de la flora microbiana.
- Pectinas: son sustancias que se encuentran en los tejidos blandos de la fruta. Tienen la propiedad de formar gelatina en presencia de azúcar, calor y un medio ácido débil.
- Lignina: forman la estructura de la parte más dura o leñosa en los vegetales como hacer la lechuga, acelga, cereales, etc. No es un polisacárido sino un polímero de cadena de fenilpropano. Es totalmente invisible in digerible.

- Rafinosa: es un trisacárido soluble y no se puede hidrolizar en el intestino por ausencia de las enzimas correspondientes. Su presencia en la alimentación es rara y se puede encontrar en la soya aunque en cantidad mínima.
- Estafinosa: es un tetrasacárido y tienes similares características con la Rafinosa.
- Gomas: las gomas son polisacáridos complejos que forman sustancias viscosas y que son segregadas por algunos vegetales.
- Musilago: los pentásanos, los hexosanos, el ácido ácidos urónico, etc. Son elementos que cuando están en contacto con agua formando y soluciones viscosas o también debido a su gran capacidad para retener agua pueden hinchar para formar una pseudo disolución gelatinosa. Son solubles y su hemicelulosa es neutra.

3.3 **ANTIOXIDANTES.**

Los antioxidantes son sustancias que evitan la autodegradación de las células. Dentro de este grupo encontramos la lecitina, los tocotrienoles y los tocofenoles (vitamina E), entre otros; estos contienen uno o más grupos hidroxilo (HO^-) las cuales actúan en la propagación de la oxidación cuando este cede un átomo de hidrogeno a los radicales ácido graso ($R^{-\cdot}$) y a los hidroperóxidos (ROO^-), restaurando el ácido (RH) y el hidroperóxido (ROOH), una vez el antioxidante cede un protón este se transforma en un radical que interactúa con su homólogo para regenerar el antioxidante y la quinonas. (Badui, 2006, p.289-290).

Como señalo Robles *et al,* (2007, p.229), las frutas son fuentes ricas en antioxidantes donde se reconoce que aparte de las vitaminas C y E, los carotenoides y polifenoles son de gran importancia, siendo complemento en la dieta.

En lo que respecta a los compuestos antioxidantes, el mango es una fuente rica en este tipo de compuestos, incluyendo al ácido ascórbico, carotenoides, y compuestos fenólicos.

Entre los compuestos fenólicos, se ha observado la presencia de flavonoides, xantonas, glicósidos, galotaninos, todos estos se han encontrado tanto en la pulpa, piel o cascara y semillas del mago; La presencia de compuestos fenólicos en la dieta humana está asociada a efectos protectores frente a algunas enfermedades crónicas relacionadas con el estrés oxidativo. Los flavonoides poseen una fuerte actividad antioxidante, anticancerígena y anteratogénica. La manguiferina, es una xantona- C-glicósido, ha llamado la atención por la

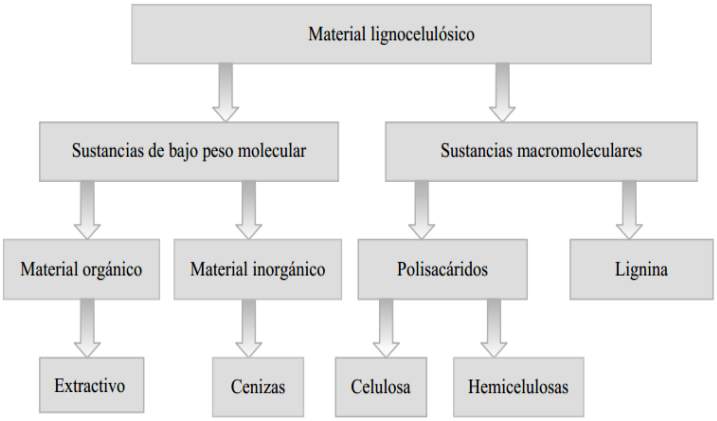
gran variedad de propiedades farmacológicas, además de su capacidad antioxidante, antitumoral y antiviral (Torres, *et al* 2010).

3.4 **MANGO.**

El mango (*Mangifera indica L.*), es originario de la India, pero una vez que fue introducido en Colombia tuvo adaptabilidad, gracias a las condiciones climáticas predominantes del país; en Colombia en el 2008 habían 18.000 hectáreas cultivadas de mango; los departamentos en donde hay mayores cultivos son: Tolima, Cundinamarca, Antioquia, Bajo Cauca, Bolívar, Cesar, Córdoba, Huila y Magdalena (CORPOICA, 2008). Es uno de los frutos más comerciales del trópico y es utilizado en una variedad de productos.

El mango pertenece a la familia Anarcadiaceae, que incluye alrededor de 600 miembros. Es una fruta popular, su temperatura optima de crecimiento es aproximadamente 24°- 27°C, en suelos cuyo pH esté alrededor de 5.5 - 7.5. El tamaño de la fruta varía entre 2.5 y 30 cm de largo. Su forma es sigmoide, con un hueso interior de tamaño significativo. Crece en árboles de hoja perenne. Presenta diversas variedades de tamaño y características propias del alimento. El color depende de la región donde se ha cultivado, pero abarca mezclas de verde, amarillo y rojo. En Colombia, se produce Mango en abundancia y es utilizado en gran proporción por la industria procesadora de alimentos. La cantidad de residuos industriales generados en el procedimiento y que se consideran desperdicios, pueden ser racionalmente empleado (Ospina, Hernández y Lozano. 2012, p 26).

El residuo de mango es un material vegetal que contiene gran cantidad de tejido lignocelulósico (Figura 1), el cuál puede ser aprovechado para la obtención de metabolitos fermentables, productos de la fermentación y obtención de fibra vegetal (Ospina, *et al* 2012, p 26).



Fuente: Ospina, et al 2012, p 27

Figura 1. Esquema general de los componentes químicos de los materiales lignocelulósico.

3.4.1 Variedad de mango cultivado en Colombia.

En Colombia existen variedades de mango cultivadas, las cuales reúnen algunas características como, tener buena producción, buena apariencia y color llamativo, buena calidad, resistencia a enfermedades y plagas.

En la *Tabla 2* se encuentra algunas de las variedades de mago a nivel mundial y las variedades cultivadas en Colombia.

Tabla 2. *Variedades de mango.*

VARIEDAD	FUENTE
Tommy Atkins*	CORPOICA, 2008
Comun	FAO. 2013
Manila*	CORPOICA, 2008
Ataulfo	FAO. 2013
Kent *	CORPOICA, 2008
Mariquiteño o Manzano *	CORPOICA, 2008
Haden*	CORPOICA, 2008
Heidi	FAO. 2013
Kaew	FAO. 2013
Filipino *	CORPOICA, 2008
Kaitt	FAO. 2013
Nam Dokmai	FAO. 2013
Azucar *	CORPOICA, 2008
* Variedades cultivadas en Colombia	

3.4.2 Composición nutricional del mango.

El mango es una fruta de alto consumo, y cuyo valor nutricional varía de acuerdo a su grado de madures en la *Tabla 3* se encuentra la composición del mango en el estado de madures óptimo para su consumo.

Tabla 3 Composición nutricional del fruto del mango

COMPOSICIÓN		
Componente	Cantidad por 100 g por porción comestible	Ingesta Recomendada
Agua (g)	82	-
Energía (kcal)	57	3000 – 2300
Proteínas (g)	0.60	54 – 41
Hidratos de carbono (g)	12.5	450 - 350 (a)
Lípidos (g)	0.45	90 - 80 (a)
Fibra		
Fibra total (g)	1.70	> 30 (a)
Soluble (g)	0.63	12 (a)
Insoluble (g)	1.07	18 (a)
Vitaminas		
Vitamina A	201	1000 – 800
Yodo (μg)	1.6	150
Magnesio (mg)	18	400 – 350
Zinc (mg)	0.1	15 – 12
Sodio (mg)	5	-
Potasio (mg)	170	-
Ácidos orgánicos		
Ac do cítrico (mg)	264	-
Acido málico (mg)	74	-
Acido o álico (mg)	36	-
Acido tartárico (mg)	81	-

Fuente: (Moreiras y col. 2001).

3.4.3 Valor nutricional y contenido de antioxidantes en el mango.

Mango (*Mangifera indica L.*) es una de las frutas tropicales más consumidas y con grandes volúmenes de producción. Debido a las atractivas características sensoriales del mango, la industria mundial ha venido explotando esta fruta no solo como producto fresco, sino también como producto procesado, obteniendo así una amplia variedad de productos procesados como mermeladas, salsas, zumos y bebidas refrescantes, entre otros.

La parte comestible del mango constituye entre 50 y 55% del fruto y su componente mayoritario es el agua (84%). El contenido en azúcar varía entre 10 y 20% y el contenido en proteínas es del 0,5%. El ácido predominante es el ácido cítrico, aunque también se encuentran los ácidos málico, succínico, urónico, tartárico y oxálico en menores cantidades.

Al igual que en la mayoría de las frutas y hortalizas, los carbohidratos son los macronutrientes mayoritarios en el mango después del agua, predominando entre ellos los azúcares simples (glucosa, fructosa y sacarosa), aunque en los mangos que presentan un menor grado de madures contienen una cierta cantidad de almidón, que va convirtiéndose en azúcares simples a medida que madura el fruto (Morillas y Delgado 2012).

Los frutos verdes son ricos en vitamina C y contienen una cantidad moderada de compuestos carotenoides, mientras que los mangos maduros son fuente importante de estos (principalmente en forma de β-carotenos), siendo moderado su aporte de vitamina C. Concretamente, un mango de 300 g de peso aporta el 70% de la cantidad diaria recomendada de vitamina A, y con 37 mg por cada 100 g de porción comestible de vitamina C, un mango de tamaño medio (300 g) cubre el 185% de las necesidades diarias de esta vitamina. También es una fuente importante de vitamina E y fosfatos, y aporta, en menor medida, otras vitaminas como B2 y niacina (Brend *et al* 1995).

La vitamina A es esencial para el mantenimiento de los tejidos epiteliales (piel y mucosas). Entre los minerales del mango destacan el potasio y el magnesio, aunque también aportan pequeñas cantidades de hierro, fósforo y calcio. También contiene fibra soluble (péctinas), ácidos orgánicos (cítrico y málico) y taninos, como parte de la fibra dietaría. (Torres, *et al* 2010).

3.4.4 Proceso general de industrialización del mango.

El proceso comienza con la recepción de la fruta procedente del empaque o del campo, que usualmente no cumple con la calidad necesaria para consumirse en fresco. Después de pasar la fruta se debe realizar un muestreo representativo del lote para determinar la calidad de la materia prima, lo cual permite decir si el embarque se acepta o se rechazan. Después de que se ha determinado que los frutos adquirido son de buena calidad, se lleva a cabo una selección, con base al grado de madurez. Esto determina qué frutos se destinaran para elaborar determinados productos. (Camacho, B, *et al* 2006. p. 86).

3.4.5 Utilización de los residuos del mango

Yahia, *et al* (2006), señala que la utilizacion de los residuos de mango como:

Cáscara: es fuente importante de nutrientes, como: azúcares, pectina, proteína y fibra. Del peso seco en la cáscara 13 % es péctinas, la cual es de buena calidad, por lo que

podría utilizarse para elaborar mermeladas, jalea y algunos productos farmacéuticos; también se han aislado algunos componentes que parece evitar el desarrollo de *Alternaria alternata*, el hongo que causa enfermedades conocidas como manchas negras del mango. El alto contenido de azúcar de la cáscara del mango ha despertado gran interés para utilizarla como fuente de carbono en los procesos de fermentación (p.178).

Tabla 4. Composición aproximada(porcentaje de peso seco) de la cascara y almendra del hueso del mango

Componentes	Cáscara	Almendra
Azúcares totales	48,1	8,0
Azúcares reductores	40,8	2,9
Almidón	2,9	57,8
Pectina	12,9	0,8
Proteína	3,9	7,1
Fibra cruda	8,4	3,0
Taninos	2,3	10,6
Cenizas	2,9	1,8
Grasa	-	13,7

Fuente: Yahia, *et al* 2006, p179

Hueso o semilla: La almendra del hueso se obtiene al romper la dura cubierta externa de éste. Se ha descubierto que la almendra es excelente fuente de proteína, grasa y almidón. De hecho, se extrae el almidón del hueso del mango para utilizar a gran escala en la industria del papel, textil, del yute, de la confitería y otras. También la grasa del hueso del mango parece ser excelente sustituto de la mantequilla de cacao. El hueso contiene casi el 11,6 % de grasa de la cual 96 % está formada por lípidos neutros, mientras que el 3,9% son lípidos polares. El ácido oleico es el principal ácido graso presente lo cual es beneficio para la salud. El contenido de proteína de la almendra varía entre 5,56% y 9,55% el cual está representado en 31% a 35% por aminoácidos esenciales, lo cual le da un alto potencial para que la almendra el hueso del mango se considere como ingrediente en la elaboración de complementos alimenticios de alto valor nutricional (Yahia, *et al* 2006, p.179).

Tabla 5. Composición porcentaje graso de la almendra del hueso del mango.

Ácidos grasos	Contenido
Mirísto	0,20
Palmítico	7,20
Esteárico	38,60
Oleico	43,40
Linoléico	6,00
Linolénico	1,40
Araquídico	3,20

Fuente: Yahia, *et al* 2006, p179

4 ANTECEDENTES.

Para la elaboración del presente anteproyecto se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos en estudios similares entre los que se encuentran:

El estudio realizado por Torres, *et al* (2010), en donde se evaluó la caracterización de subproductos agroindustriales (mango), determinando la capacidad antioxidante de cada uno de estos, encontrando que dichos compuestos contienen antioxidantes tales como: etil galato y el penta-O-galoil-glucosido; así mismo calcularon la eficiencia del secado al sol de semillas de mango, con respecto a secado en aire caliente, y obtuvieron una alta concentración de compuestos antioxidantes a partir de los extractos de la semillas de mango, secadas al sol, mucho mayor que aquellos extractos obtenidos a partir de semillas sometidas a diferentes tratamientos físicos.

Sumaya, *et al* (2004), investigaron sobre las propiedades nutricionales y funcionales del mango y los desechos generados durante su comercialización o su procesamiento, encontrando que son una fuente muy importante de compuestos bioactivos de alto valor agregado, en particular fibra dietaría, micronutrientes, polifenoles, carotenoides, entre muchos otros. Los cuales pueden valorizarse a través del trabajo multidisciplinario de investigación, innovación, transferencia de tecnología, desarrollo de estudios de mercado

A su vez el estudio realizado por Morilla y Delgado (2012), evaluó la composición de diferentes vegetales tanto en los parámetros clásicos de humedad, fibra, cenizas, proteínas, grasas y carbohidratos, como en la determinación de la actividad antioxidante y su composición en compuestos fenólicos totales. Encontrándose que en los análisis realizados a los alimentos de origen vegetal que tradicionalmente se cultivan en México muestran una composición nutricional con altos niveles de fibra y de compuestos fenólicos, junto a una elevada capacidad antioxidante, que hacen adecuado su consumo en la prevención de enfermedades crónicas.

Flórez, *et al* (2005), evaluaron textura y el nivel de agrado de la salchicha Viena adicionadas con diferentes concentraciones de fibra de avena y de trigo, siendo estas de: 0,5%, 1,0% y 1,5% respectivamente. Las salchichas fueron sometidas a un Perfil de Textura (TPA), encontrando que la adición de fibra a esta no afecta sus características en el nivel de agrado.

Sin embargo, los tratamientos que tuvieron mayor aceptación en el nivel de agrado, fueron aquellos que contaban con 1% de fibra de trigo, es decir, entre menor contenido de fibra era mayor era el grado de aceptación.

Por su parte el Hleap y Velazco (2010) realizaron la determinación de las características de textura en salchichas elaboradas a partir de tilapia roja con inclusión de harina de sagú; para ello realizó un seguimiento de 120 días en el que se evaluaron los parámetros de dureza, gomosidad, masticabilidad, elasticidad, cohesividad y adhesividad; resultando que los tres últimos no mostraron diferencia significativa durante el almacenamiento, y aunque se tuvieron variaciones en los parámetros de gomosidad y masticación se concluyó que los parámetros de textura no tienen una variación significativa durante su almacenamiento.

Así mismo Soong, *et al* (2003), evaluaron la relación entre la actividad antioxidante, el contenido fenólico y los diferentes grados de calentamiento de la semilla de mango, encontrando que estas muestran una actividad antioxidante mucho ms alta, en comparación con la pulpa y el afrecho de este mismo.

la investigación realizada por Xiaowei *et al* (2011) evaluaron el potencial antioxidante en ocho variedades de mango a partir de ensayos bioquímicos (DPPH, ABTS, ORAC, FRAP, SASR y MCC) y la prueba de su composición polifenólica y su contenido de vitamina C. demostrando que la capacidad antioxidante dependía de la variedad. Los contenidos de polifenoles totales y flavonoides mostraron una gran variedad entre los genotipos de mango y de gran correlación con la capacidad antioxidante total. Se concluye que existe diferencia genotípica significativa en la capacidad antioxidante total de frutos de mango. Ambos polifenoles totales y flavonoides son los principales contribuyentes a la capacidad antioxidante total en frutos de mango.

Hana *et al* (2009) investigaron las propiedades antioxidantes y antiproliferativos de la pulpa y piel del mango (Mangifera indica L.) encontrando que el extracto de la cáscara de mango exhibió capacidad más fuerte de los radicales libres en la captación de 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) y radicales alquilo que el extracto de pulpa de mango, con independencia del grado de madurez. Del mismo modo, el extracto de piel exhibió un efecto antiproliferativo significativo contra todas las líneas celulares de cáncer ensayadas, en comparación con la de extracto de pulpa, de una manera dependiente de la dosis. El resultado

también mostró que la actividad antiproliferativa de pulpa de mango y extractos de cáscara correlacionada con su contenido fenólico y de flavonoides. Concluyendo que la cáscara de mango, obtenida durante la transformación de productos de mango es un importante subproducto, mostrando una buena actividad antioxidante y puede servir como una potencial fuente de compuestos fenólicos con actividad anticancerígena.

Soong y Barlow (2004) estudiaron la capacidad y el contenido de antioxidantes fenólicos total de porciones comestibles y semillas de aguacate, sandía, mango y tamarindo. Además, investigaron la relación entre la actividad antioxidante, el contenido fenólico y los diferentes grados de calentamiento y del núcleo de la semilla de mango. Las semillas mostraron un contenido mayor en la actividad de antioxidantes fenólicos contenido en porciones comestibles. La contribución de todas las fracciones de semilla de fruta a la actividad antioxidante total y contenido fenólico fue siempre mayor al 70%. Se emplearon ensayos de radical-depuradores, FRAP, ABTS para la determinación de la actividad antioxidante; se utilizó el ensayo de FCR para medir el contenido de fenoles totales. La AEAC y FRAP de extractos etanólicos de productos MSKP aumentaron a un máximo después de calentar a 160 °C. El contenido fenólico total en extractos de productos MSKP aumentó 50,3 a 160 mg / g GAE con un aumento de la temperatura de calentamiento a 160°C.

Junto con las anteriores investigaciones se encontró en el estudio realizado por Isaza M, Restrepo y López, (2011), en el cual tenían como objetivo el determinar la evolución de la capacidad antioxidante en salchichas tipo Frankfurt adicionadas con extracto de cereza, empleando para ello los métodos de Folin Ciocalteu, pH diferencial, FRAP, ABTS y DPPH, durante dos meses de almacenamiento a 4 ± 1°C; se realizaron evaluaciones comparativas respecto a un producto testigo de igual formulación y proceso. Los resultados mostraron que no existe diferencia significativa en el contenido de antocianinas totales; mientras que los fenoles totales, el poder reductor y la actividad captadora de radicales fueron significativamente mayores en las salchichas con extracto de cereza, respecto a las salchichas testigo.

5 MARCO LEGAL

La presente investigación se basó en la evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de una salchicha estándar con harina obtenida del afrecho de mango (*Mangifera indica L.)* y comparando sus características frente a una salchicha estándar elaborada con harina de trigo. Por lo cual tendremos en cuenta la siguiente normatividad:

- Decreto 3075 de 1997 el cual tiene por objeto regular todas las actividades que incluyen la fabricación de alimentos, con el fin de proteger y controlar los alimentos para el consumo humano, buscando proteger la vida y la salud de las personas MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL 3075 (1997)

  Para la determinación del contenido de humedad, se empleará el método indirecto AOAC. 925.19 (1990); para la determinación de cenizas se utilizará el método indirecto AOAC. 923.03 (1990); para medir el contenido de proteína se aplicará la metodología descrita por la AOAC. 981.10 (1990) y por último se tendrá en cuenta para el tamaño de las partículas (granulosidad) el método AOAC. 965.2.
- Conjunto a ello se tuvo como guía la Norma Técnica Colombiana NTC 267 del 2007-09-26 para harina de trigo.
- En cuanto a la realización de los ensayos microbiológicos de la harina y la salchicha se siguió lo estipulado por la Norma Técnica Colombiana NTC 4458, microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Guía general para el recuento de *Coliformes*. Técnica de recuento de colonias.
- La Norma Técnica Colombiana NTC 4458 de 2007-12-12 microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de *Coliformes o Escherichia Coli* o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos.
- También se siguió la Norma Técnica Colombiana NTC 4132 de 1997. Guía general para el recuento de mohos y levaduras. Técnica de recuento de colonias a 25 °C; así como la Norma Técnica Colombiana NTC 4679, microbiología. Método horizontal para el recuento de *Bacillus Cereus* técnica de recuento de colonias.

- Además de estas pruebas se continuó con la Norma Técnica Colombiana para Industrias Alimentarias. Productos Cárnicos Procesados No Enlatados NTC 1325 (Quinta actualización) del 2008-08-20, donde se describe y reglamenta no solo las pruebas que deben ser realizadas, sino también toda la normatividad relacionada con la incorporación de extensores, aditivos, colorantes etc., junto con ello se seguirá la Norma Técnica Colombiana NTC 4574 de 2007-03-21 para la microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para la detección de salmonella *SPP*. y la Norma Técnica Colombiana NTC 4566, Productos Cárnicos. Método para determinar el contenido de almidón (Método de referencia).
- CODEX STAN 184-1993, Emd. 1-2005, corresponde a la norma del Codex Alimentarius para el mango.

6 METODOLOGÍA.

Para la realización del presente proyecto se plantearon las siguientes actividades las cuales son descritas a continuación.

6.1 OBTENCIÓN DE LA HARINA.

Para la obtención de harina de mango, se compró el fruto de mango (*Mangifera indica L.* var. Tommy Atkins) en el Centro de Abastos del Norte de Bogotá y se llevó a cabo el proceso de obtención de harina en la Planta Piloto de Frutas y Cereales de la Universidad de la Salle siguiendo las operaciones que se describen a continuación. El diagrama de proceso se muestra en el ANEXO A.

- Lavado: los frutos fueron lavados de forma manual con agua potable con el fin de retirar impurezas.
- Desinfección: fueron sumergidos por 5 min en una solución de ácido peracético al 1% v/v con el fin de reducir carga microbiana presentes en los frutos.
- Cortado: los frutos fueron cortados removiendo la mayor cantidad de fruto adherido a la semilla del mango.
- Despulpado: los frutos fueron introducidos en la despulpadora horizontal con el fin de separar la pulpa de la cáscara.
- Secado: el tejido fibroso y semillas fueron puestas en bandejas y llevado a un secador de aire forzado a 62°C hasta obtener peso constante.
- Tostado: este proceso solo se le realizó a las semillas, según el método empleado por Soong y Barlow (2004) llevando las semillas a un horno con una temperatura de 160 ± 2 ºC durante 20 min, con el fin de realizar la inactivación de las toxinas presentes en la semilla.
- Molienda y Tamizado: la molienda se realizó en el molino con el fin de disminuir el tamaño de partícula obteniendo la textura de la harina. Seguido de ello se realizó un tamizado empleando para ello el método propuesto 965.22 (AOAC, 2002) el cual refiere para la harina de trigo, consiguiendo de este modo tener las partículas de la harina de mango del mismo tamaño de partícula de la harina de trigo.

6.2 CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA.

6.2.1 Caracterización fisicoquímica.

- Rendimiento (fresco–deshidratado): para la determinación del rendimiento del proceso se empleó la siguiente formula:

$$\text{Porcentaje de rendimiento} = \frac{Kg\ de\ harina\ obtenida}{Kg\ de\ materia\ prima\ ingresada} \text{ x } 100 = \%$$

- Tamaño de las partículas (granulosidad): se siguió el protocolo 965.22 (AOAC, 2002) descrito para la harina de trigo. Donde el 98 % de las partículas de harina de trigo exige que pase por una malla o tamiz con abertura redonda de 212 µm; fue tenido en cuenta este parámetro para el análisis granulométrico de harina de mango. Para este análisis se pesaron 0.5 Kg de la muestra colocando en la seria de tamices 1650 µm, 850 µm, 710 µm, 300 µm, 250 µm, 212 µm y finalmente la base. Se realizó el proceso por 40 minutos; al final se pesó lo retenido en cada tamiz. Se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio.
- Índice de adsorción de agua: se siguió el método reportado por Fonseca, K. y Romero, J. (2012) pesando inicialmente 0,83±0,001 g de cada una de las muestras, las muestras fueron analizadas en tubos de centrifuga de 15 ml previamente secos a 60 ºC durante 30 min, se tuvo en cuenta el peso del tubo vacío, luego se le añadió 10 ml de agua destilada a una temperatura de 60 ºC, posteriormente se agitó suavemente. El tubo fue llevado a un baño de agua durante 30 min, una vez iniciado el calentamiento se agitó el tubo con una suspensión. Terminado el calentamiento se dejó enfriar los tubos y se procedió a centrifugar las muestras a 4900 rpm durante 30 min. Una vez separado el sobrenadante se procedió a pesar el sedimento final. Se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio. Los cálculos se realizaron siguiendo la fórmula propuesta:

$$\text{Índice de absorción de agua (AAI)} = \frac{peso\ del\ precipitado\ de\ harina\ (g)}{peso\ muestra\ harina\ (g)}$$

- Índice de solubilidad en agua: se siguió el método propuesto por Fonseca, K. y Romero, J. (2012) tomando una alícuota de 5 ml del sobrenadante obtenido de la prueba (índice de adsorción) llevándola a una estufa de secado a una temperatura de 100 ºC durante 12 h, se tomaron los pesos de la muestra al inicio y al final del secado. Se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio. Los cálculos se realizaron a partir de la fórmula propuesta:

$$\text{Indice de solubilidad en agua (ISA)} = \frac{\text{peso soluble (g)x } v_{\text{alicuota}} \text{x } 10}{\text{peso muestra harina (g)}}$$

6.2.2 Análisis bromatológico.

El análisis bromatológico de todas las muestras fueron realizadas en el laboratorio de química de la Universidad de la Salle en la sede norte.

- Humedad: se empleó el método gravimétrico indirecto 925.10, (AOAC 1990), se pesaron 5 g de muestra se colocaron en capsulas previamente tarado y posteriormente se colocaron en una estufa de secado a 130 °C durante 2 horas; las muestras fueron llevadas a un desecador y se dejaron enfriar por 30 min y finalmente fueron pesadas. Los ensayos fueron realizados por triplicado y se reportaron como promedio de desviación estándar. El porcentaje de humedad se calculó de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$Porcentaje\ de\ Humedad = \frac{peso\ final - peso\ inicial}{peso\ muestra} x100$$

- Contenido de cenizas: se empleó el método gravimétrico indirecto 923.03 (AOAC 1990), fue pesado 3 g de muestra, fueron colocados en crisoles previamente tarados; las muestras fueron llevadas a la mufla precalentada a 400 °C por 1 hora para realizar la combustión de la materia orgánica y luego se subió la temperatura a 500 °C y se dejaron por 2 horas, hasta obtener cenizas blancas; las muestras se dejaron enfriar en el desecador por 30 min y posteriormente fueron pesadas. Se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio de desviación estándar. El porcentaje de cenizas se calculó de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$Porcentaje\ de\ Cenizas = \frac{peso\ final - peso\ inicial}{peso\ muestra} x100$$

- Contenido de proteína cruda: se empleó el método Kjeldahl, 988.05 (AOAC 1990); se pesó 1g de muestra y se colocó en un tubo de digestión Kjeldahl, al cual se le adicionó 10 ml de ácido sulfúrico, una pastilla catalizadora (25 ml sulfato de potasio y 0,5 g de sulfato de cobre), los tubos fueron llevados a digestión por 2 horas o hasta que se complete la digestión; posteriormente se realizó la destilación de la muestra por arrastre de vapor, recogido sobre una solución de ácido bórico al 4%, la solución obtenida fue titulada con ácido clorhídrico estandarizado (0.1 N) hasta obtener viraje rosa tenue. Se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio de desviación estándar. El porcentaje de proteína se calculó de acuerdo con la siguiente ecuación, a partir del porcentaje de Nitrógeno obtenido.

$$Porcentaje\ de\ proteina\ = \frac{(ml\ HCL\ muestra - ml\ HCL\ blanco) * NHCL * 14 * F.P)}{peso\ miestra\ (g)} x100$$

Dónde:

ml HCL muestra: Cantidad de ácido Clorhídrico gastado en la muestra.

ml HCL muestra: Cantidad de ácido Clorhídrico gastado en el blanco.

N_{HCL}: normalidad del ácido clorhídrico.

14: gramos equivalentes del nitrógeno ($\frac{g}{eq}$)

F.P: factor de proteína 6.25

- Contenido de grasa: para la determinación de grasa se utilizó el método 920.39 (AOAC 2002), se introdujo la muestra a un dedal de papel de filtro y posteriormente introducidas en los tubos de extracción de Soxhlet y se adicionó solvente de (éter de petróleo) en un balón previamente tarado; se realizó la extracción de grasa con el solvente durante 4 horas mediante condensación; cuando se terminó la extracción se retiró el solvente en rota vapor, y los balones fueron llevados a estufa a 90 °C, hasta que se evaporo en su totalidad el éter de petróleo, por último se enfrió en desecador y se pesó. Se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio de desviación estándar. Se

analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio de desviación estándar.

- Contenido de azúcares y almidón: se realizó siguiendo el método espectrofotométrico DNS (ácido dinitro salisílico), propuesto por Ospina *et. al (2012)*; para ello se determinó azucares reductores y posteriormente el contenido de almidón. Se pesaron ± 0,5g de muestra en un tubo falcón con 10 ml de alcohol etílico al 80%, y se centrifugaron a 2.500 rpm durante 5min, se descartó el sobrenadante y se le agregó ácido perclórico y ácido acético al 52% y se dejó en incubación a 57°C durante 48h. Del sobrenadante obtenido se neutralizó con NaOH al 40% y se llevó a balones de 50 ml hasta llegar aforo. De la solución se sacó 1 ml de cada muestra y se agregó 1 ml de DNS, llevándolos a ebullición por 10 min y posteriormente 10 min en enfriamiento en un baño de hielo para finalmente tomarse la lectura de absorbancia a 540 nm. Además, se preparó el patrón de glucosa y se realizó la curva de calibración (ANEXO B). Se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio de desviación estándar.
- Determinación de fibra cruda: se empleó el método gravimétrico 962.09 (AOAC). se transfirió 1 g ± 0.1mg de muestra previamente desengrasada y se sometió a tratamiento con ácido clorhídrico durante 30 min; posteriormente la muestra fue lavada con agua destilada para eliminar impurezas; el residuo fue sometido a tratamiento con hidróxido de sodio durante 30 min, el residuo fue nuevamente lavado y filtrado, y reducido a cenizas para encontrar el valor de fibra cruda total. Se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio de desviación estándar. Los resultados de fibra cruda fueron expresados a partir de la siguiente formula:

$$\text{Porcentaje de fibra cruda en muestra molida (C)} \frac{(WPI) - (\text{WPB})}{W\ de\ muestra\ (g)} x100$$

Dónde:

WPI: pérdida de peso en la incineración

WPB: pérdida de peso del blanco de fibra cerámica

W: peso de la muestra

$$\text{Porcentaje de fibra cruda (base húmeda)} = \frac{\text{C x 100} - \text{\% Humedad muestra original}}{100}$$

6.2.3 Análisis microbiológico.

El análisis microbiológico de todas las muestras fue realizado con el fin de garantizar la calidad microbiológica de la materia prima, así como tener presente la carga microbiana de las muestras, dichos análisis fue realizados en el laboratorio de biotecnología de la Universidad de la Salle en la sede norte. Para la realización de todas las pruebas que se indican a continuación, se tomaron 10 g de harina y se diluyó en 90 ml de agua peptonada estéril (dilución 10^{-1}), se prepararon diluciones seriadas 10^{-2} y 10^{-3} y se sembró en superficie. Se realizaron las lecturas del crecimiento microbiano y se reportaron como UFC/ g o ml.

- Coliformes totales y Coliformes fecales: siguiendo como referencia NTC 4458, se preparó el Agar Colistan® según especificaciones de fábrica, se sirvió en cajas Petri, y se sembraron las diluciones en superficie y fueron llevadas a incubación por 48 horas en una temperatura de 37 °C. Se realizaron las muestras por triplicado. Las lecturas del crecimiento microbiano y se reportaron como UFC/ g o ml.
- Mohos y levaduras: siguiendo como referencia la NTC 413, se preparó el agar Sabouraud Glucosado ® según especificaciones de fábrica, se sirvió en cajas Petri, y se sembraron las diluciones en superficie, se sembró en superficie y fueron llevadas a incubación por 72 horas en una temperatura de 24 °C. Se realizaron las muestras por triplicado. Las lecturas del crecimiento microbiano y se reportaron como UFC/ g o ml.
- Presencia de *Bacillus cereus*: siguiendo como referencia la NTC 4679, se preparó el medio *Bacillus cereus*, según especificaciones de fábrica y el cual después de estar esterilizado se le agrego yema de huevo previamente desinfectado, se sirvió en cajas Petri, y se sembraron las diluciones en superficie y se sembró en superficie, las cajas fueron llevadas a incubación por 24 a 48 horas en una temperatura de 37 °C. Se realizaron las muestras por triplicado. Las lecturas del crecimiento microbiano y se reportaron como UFC/ g o ml.

6.3 ELABORACIÓN DEL PRODUCTO.

Para la elaboración del producto cárnico se llevó a cabo en la Planta Piloto de carnes de la Universidad de la Salle, sede la floresta. Se utilizó carne de res (corte bola) con la cual se tendría un mayor rendimiento en la realización del proceso en forma piloto; carne de cerdo (corte de pierna) y grasa dorsal de cerdo; las materias primas fueron compradas en el Centro de Abastos del Norte de Bogotá, un día antes de su utilización del producto. Se verificó que las condiciones de la carne eran óptimas y no alteraran la elaboración del mismo, posteriormente a su elaboración se realizaron las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas del producto terminado. Las cuales fueron realizadas en el laboratorio de química, nutrición y biotecnología de la misma institución.

Tabla 6. Formulaciones con variación en los porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de mango.

Ingredientes	Tratamiento 1*	Tratamiento 2 *	Tratamiento 3*	Tratamiento 4*
Carne de res	28%	28%	28%	28%
Carne de cerdo	28%	28%	28%	28%
Grasa dorsal	12%	12%	12%	12%
Harina de trigo	6%	4,5%	3%	1,5%
Harina de mango	-	1,5%	3%	4,5%
Proteína aislada	4%	4%	4%	4%
Humo liquido	1%	1%	1%	1%
Agua	15%	15%	15%	15%
Otros aditivos	3.49%	3.49%	3.49%	3.49%

*Tratamiento 1: Salchicha Patrón. Tratamiento 2: Harina de mango:Harina de trigo (25:75). Tratamiento 3: Harina de mango:Harina de trigo (50:50). Tratamiento 4: Harina de mango:Harina de trigo (75:25).

Como agentes ligantes se utilizaron diferentes concentraciones de harina de mango y harina de trigo. Se prepararon cuatro tratamientos (T1, T2, T3 Y T4) los cuales tuvieron una variación en el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de mango (*Tabla 6*). El porcentaje de sustitución de harina de mango se realizó de forma exploratoria con valores aproximados del 25%, 50% y 75%; una sustitución cercana al 100%, no se aconseja debido a que no se tenía la certeza de que tan favorables eran las sustituciones propuestas. Se elaboraron salchichas tipo estándar de aproximadamente 100 g, para ello se llevó a acabo según diagrama de proceso ver ANEXO C.

6.3.1 Análisis bromatológico del producto cárnico.

Para el análisis fisicoquímico del producto cárnico se realizaron las pruebas de: Cuantificación del contenido de humedad final; cenizas; proteína; grasa, fibra total y contenido de almidón se emplearon los mismos procedimientos planteados en el numeral 6.2.2 de la metodología.

6.3.2 Determinación de la capacidad de retención de agua (C.R.A).

Se realizaron las siguientes pruebas:

- Pérdidas por cocción: esta prueba se fundamenta en la cuantificación del agua expulsada a partir de una muestra de producto cárnico, una vez que ha sido sometida a cocción en un baño de agua en ebullición (UCO, p.1. 2005); el ensayo se realizó al introducir cada una de las muestras previamente pesadas en agua a 75°C hasta alcanzar una temperatura interna de 72°C, seguido de ello se procedió a secarlas con papel absorbente sin ser comprimidas y cuando estuvieron frías las muestras fueron pesadas nuevamente. Se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio de desviación estándar. Los resultados fueron expresados a partir de la siguiente formula:

  $$\text{Porcentaje de pérdidas por cocción} = \frac{(P1-P2)}{P1} \text{ x } 100\%$$

  Dónde:

  P1: Peso inicial antes de cocción

  P2: Peso después de cocción

- Pérdida por goteo: se basa en la pérdida de peso de la muestra al mantenerlas en las en almacenamiento por un determinado tiempo teniendo las mismas condiciones de almacenamiento (UCO p. 1. 2005); para ello se realizó la toma de datos desde el primer día de fabricación (día cero) hasta que transcurrieron 15 días de almacenamiento, manteniéndolas en una temperatura de refrigeración (4°C). Los resultados fueron expresados a partir de la siguiente formula:

  $$\text{Porcentaje de pérdidas por goteo} = \frac{(P1-P2)}{P1} \text{ x } 100\%$$

  Dónde:

P1: Peso inicial día 1

P2: Peso final día 15

6.3.3 Perfil de textura (TPA).

El perfil de textura es un buen procedimiento instrumental para medir, cuantificar y desarrollar parámetros relacionados con la textura. El TPA, es una prueba que consiste en una doble comprensión entre el 70 a 90 % de su altura inicial (Alvarado, 2006). Las muestras se tuvieron en refrigeración durante 72 horas antes del análisis, los ensayos se realizaron a temperatura ambiente (20 °C), se cortaron en piezas de 2 cm de alto. Se realizó una doble compresión a 75% de deformación (estrés normal) y a una velocidad de cabezal de 1 mm/s, con un tiempo de espera de 5 segundos entre las compresiones. Se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio de desviación estándar.

6.3.4 Fuerza al corte y esfuerzo al corte con Warner-Bratzler.

El ensayo Warner-Bratzler: es una prueba utilizada para medir la terneza en carnes y productos cárnicos; en este ensayo interviene la fuerza de tensión, corte y comprensión Bourne (1968). Como menciona Alvarado (2006), el ensayo está definido como el deslizamiento de dos partes contiguas de un cuerpo en una dirección paralela al plano de contacto, bajo la influencia de una fuerza tangencial a la sección en la cual actúa. Para la realización del ensayo se tomó cada una de las muestras con 10 cm de longitud, la cual fue ubicada horizontalmente entre la base de la celda y la lámina que efectúa el corte. Se realizó con una velocidad de cabezal 2 mm/s y desplazamiento 50 mm. Se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio de desviación estándar.

6.3.5 Caracterización microbiológica de la salchicha.

Para los análisis microbiológicos del producto cárnico (salchicha estándar), se realizaron los mismos procedimientos descritos de Coliformes totales y Coliformes fecales, mohos y levaduras empleando en el numeral 6.2.3 de la metodología. Para la determinación de Salmonella, se siguió con el procedimiento establecido NTC 4574, se analizaron las muestras por triplicado. Dentro de la metodología utilizada, para el aislamiento e identificación de *Salmonella,* se emplearon varias etapas:

- Primer etapa: se realizó un pre-enriquecimiento en medio no selectivo, en el cual se pesaron 25 g de cada una de los cuatro tratamientos de salchicha y se mezclaron con 225 ml de agua peptona tamponada, se mezcló bien y fue incubada a 37 °C durante 18 horas;
- Segunda etapa: se realizó un enriquecimiento en medio liquido selectivo en el cual se sembraron 10 ml de caldo tetrationato, se incubo a 42 °C por 18 horas;
- Tercera etapa: se realizó el aislamiento diferencial sobre medios selectivos donde a partir de los cultivos obtenidos se sembró sobre los medios XLD y agar B.S, las placas fueron sembradas en superficie e incubadas durante 24 horas, a una temperatura de 37 °C. Se realizaron las muestras por triplicado. Las lecturas del crecimiento microbiano y se reportaron como UFC/ g o ml.

6.3.6 Evaluación sensorial.

Se realizó la evaluación de las características sensoriales del producto (olor, color, sabor y textura), utilizando para ello un grupo de 70 panelistas consumidores. Se empleó una prueba de preferencia con escala hedónica de 5 puntos (1 = me disgusta mucho; 2 = me disgusta; 3 = ni me gusta ni me disgusta; 4 = me gusta; 5 = me gusta mucho) con la cual se determinó la aceptación del consumidor frente a cada tratamiento. Las muestras fueron calentadas en agua a una temperatura de ± 70 °C, cortadas en trozos de 3,0 cm y marcadas con números aleatorios de tres cifras. La evaluación fue realizada en un área con buena iluminación, ventilada y libre de olores extraños, a los cuales se les suministro un formato de evaluación (ANEXO D).

6.4 **CUANTIFICACIÓN DE ANTIOXIDANTES.**

6.4.1 Preparación del extracto de afrecho de mango.

De acuerdo con Lee y Wicker (1991) se tomaron 50 g del afrecho del mango, se homogenizó y se mezcló con 200 ml de etanol:acetona (7:3 v/v) durante 1 hora a 37 °C. Posteriormente el extracto fue filtrado y enjuagado con 50 ml de etanol:acetona (7:3 v/v). La extracción del residuo fue repetida utilizando las mismas condiciones. Los dos filtrados se mezclaron y se almacenaron a -20 ºC hasta su utilización para el análisis (Xiaowei, et al 2011).

6.4.2 Preparación del extracto acuoso de harina de mango y salchicha.

Se empleó el método propuesto por Liu et al., (2009) para ello se procedió a obtener una porción de cada una de las muestras (harina de mango) y de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4) de salchichas por separado, las cuales fueron trituradas empleando un procesador de alimentos; posteriormente se pesaron 7 g de cada una de las masas, y se le añadieron (10ml) de agua, se mezclaron y agitaron durante 20 minutos a temperatura ambiente y lejos de la luz. Pasados este tiempo cada mezcla se filtró (papel de filtro), y las mezclas obtenidas fueron filtradas en 25 ml de agua. Los extractos acuosos se mantuvieron a temperatura ambiente en ausencia de luz hasta que se realizaron los análisis.

6.4.3 Cuantificación de fenoles totales.

Para la determinación de fenoles totales se realizó mediante el método descrito por García Nava (2007), por método de espectrofotometría basándose en una reacción colorimétrica de óxido-reducción. Para ello se realizó la curva de calibración, utilizando una solución estándar de ácido gálico (0.1 mg/mL) de la cual se tomaron volúmenes de 0 µL a 2000 µL en intervalos de 40 µL y se completó el volumen de cada uno a 500 µL con agua destilada, ver (ANEXO E). Posteriormente, a cada uno de los estándares y muestras previamente preparados fueron adicionados 250 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu 1N y se adicionaron 1.250 µL de $CaCO_3$ al 20% y se dejó reposar por 2 horas. La absorbancia fue medida a 760 nm. Los resultados fueron expresados en mg de ácido gálico por g de extracto (mg GA/g extracto), se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio de desviación estándar.

6.4.4 Capacidad antioxidante determinada por DPPH.

El método DPPH, tiene como fundamento determinar el poder antioxidante del extracto, estimado a través de su capacidad para desactivar radicales libres (Pérez. V; 2007; p.44). La determinación de DPPH se realizó mediante el método descrito por Masuda y col. (1999) y Brand-Williams *et al* (1995). Para ello se realizó una curva de calibración para determinar los equivalentes de Trolox en volúmenes entre 30 y 500 µl y se completó el volumen de cada uno a 500 µL con etanol, ver (ANEXO F); Conjuntamente, se tomaron (500 µL) del extracto obtenido anteriormente al cual se le agregaron 2 ml de 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo $6{,}25\times10^{-5}$ M (DPPH). Solución de metanol. Se realizó un mezclado suave y se dejó reposar durante 30 minutos a 37°C en oscuridad, la absorbancia de las soluciones resultantes se midieron a

517 nm. El resultado se expresó como la capacidad antioxidante equivalente Trolox, se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio de desviación estándar.

6.5 **ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Los resultados que fueron planteados para la realización de los tres objetivos se analizaron estadísticamente a través del programa estadístico Minitab 17, y se determinaron promedios y desviación estándar y se realizó un ANOVA (análisis de varianza) de un solo parámetro y cuando se presentaron diferencias significativas las muestras se confirmaron a través del método Tukey y para fibra cruda se comparó con el método de Fisher; conjuntamente se empleó el método de Kruskal-Wallis y Mood, para la prueba sensorial. Para cualquiera de los casos se trabajó con un nivel de significancia P= 0,05 y se propuso igualdad de varianzas para el análisis.

Para cada uno de los ensayos se tomó la siguiente hipótesis:

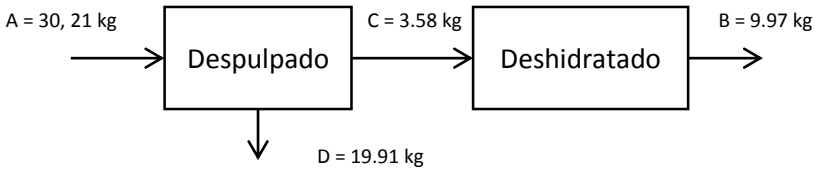
- Hipótesis nula: no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de salchichas elaboradas con diferentes concentraciones de Harina de mango (Tratamiento 1: Salchicha Patrón. Tratamiento 2: Harina de mango:Harina de trigo (25:75). Tratamiento 3: Harina de mango:Harina de trigo (50:50). Tratamiento 4: Harina de mango:Harina de trigo (75:25).
- Hipótesis alterna: al menos una de los tratamientos elaborados con distintas concentraciones de harina de mango es diferente.

7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

7.1 OBTENCIÓN DE LA HARINA

Los resultados que se encuentran en la figura 2, son del mango sin procesar, la pulpa, afrecho y harina obtenida durante esta etapa; en el ANEXO G, se encuentran las gráficas de la curva de deshidratación del afrecho y de la semilla del mango a través del tiempo hasta llegar a un peso constante.

En la tabla 8 se presenta el porcentaje de rendimiento de fruta a harina siendo del 36% y de afrecho con semilla a harina de 11,9% los cuales al ser comparados con García (2003) el resultado fue menor puesto que la variedad de mango utilizado, así como también que se presentó mayor perdida en el proceso de molienda de la semilla. Cabe resaltar que las características que tuvo la harina eran de color amarillo ocre y olor agradable propios del mango.



Nota: A = Mango sin procesar; B = Afrecho + semilla; C = Pulpa; D= Harina de mango.
Figura 2. Harina obtenida del proceso de despulpado y deshidratación

7.2 CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA.

7.2.1 Caracterización fisicoquímica.

- Tamaño de las partículas (granulosidad): Después de realizar el tamizado de la harina de mango se pudo identificar la relación de masa obtenida entre gruesos y finos, donde a medida que aumentan los gruesos disminuyen los finos obteniéndose un mayor tamizado en la malla 1650 µm y un menor valor en la malla 212 µm, presentándose un porcentaje de tamizado menor al 98% establecido por la norma 965.22 (AOAC 2002). (Tabla 7); esto debido a que el contenido fibroso que posee el mango es alto, lo cual ocasiona que sea mayor la cantidad de harina retenida en los tamices con aberturas de mallas 710 µm, 300 µm y 250 µm; sin embargo este resultado no afecta los ensayos realizados posteriormente, debido a que se garantizó que la harina que fue utilizada para la

realización del producto cárnico cumplió con el requerimiento establecido para harina de trigo mencionada anteriormente.

Tabla 7. Tamizado de partículas obtenido del afrecho con semilla de mango

# Tamiz	Tamaño de partícula (µm)	Gruesos (kg)	Finos (kg)	• M
≤10	1650	0	0,5	1,000
20-25	850	0,04	0,460	0,920
25-50	710	0,052	0,407	0,815
50-60	300	0,055	0,353	0,705
60-70	250	0,067	0,286	0,571
≤70	212	0,104	0,180	0,363
Base	-	-	0,164	0,328

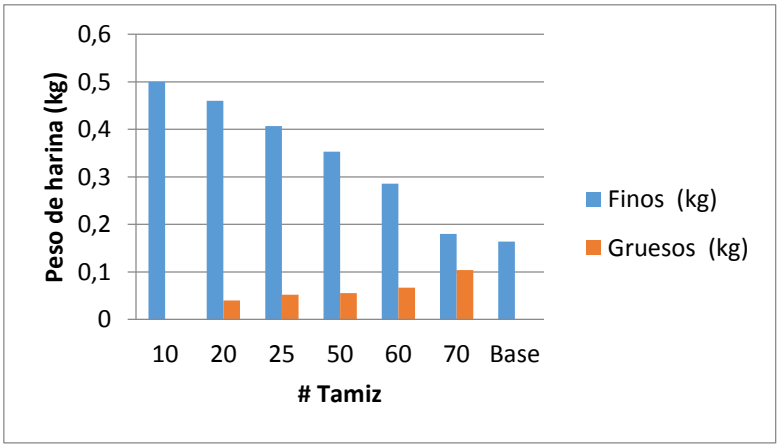


Gráfico 1. Peso de la harina obtenida en cada uno de los tamices.

La capacidad de adsorción de agua encontrada para la harina de mango fue de 9,53 veces su peso en agua, por su parte Cruz (2002) reportó una capacidad de retención de agua para la fibra de maracuyá de 7,85 mL agua/g muestra, siendo menor a la que fue obtenida. La capacidad de retención de agua presentada por cualquier residuo fibroso está determinado por factores como pH, la fuerza iónica, el tamaño de partícula y la fuente de la cual proviene (Parrott y Thrall, 1978, citado de García 2003), siendo los dos últimos factores los que tienen mayor influencia, teniendo en cuenta que los extensor son importantes en los procesos de producción de embutidos debido a que actúan como sustancias ligantes y emulsificantes, aumentando la estabilidad de la emulsión (Potter N, 1999). En cuanto a lo reportado por Hoover, (2001) el índice de absorción de agua (AAI)

de la harina de trigo es menor al que presenta la harina de mango, puesto que el contenido fibroso mayor. Al haberse obtenido un índice de solubilidad en agua (ISA) del 1,58%, que indica la cantidad de fibra soluble que se encontraba dentro de la harina de mango; al ser comparado este valor con el reportado por Abugoch et al. (2009), se evidencia que la harina de trigo tiene mayor ISA, esto se debe a que la harina de trigo tiene un mayor contenido de grupos fosfato en la amilopectina lo cual genera una repulsión en las cadenas adyacentes, incrementando la hidratación por el debilitamiento de los enlaces dentro de la parte cristalina del granulo (Hoover, 2001).

Tabla 8. Caracterización fisicoquímica de la harina de mango.

Componente	Harina de mango	Harina de trigo
Rendimiento de fruta a harina (%)	36%	-
Rendimiento de afrecho con semilla a harina	11,9%	-
Índice de adsorción de agua (AAI)	9,53 ± 0,22	1,92±0,06*
Índice de solubilidad en agua (ISA)	1,58 ± 0,16	2,09±0,26*

*Abugoch *et al*. (2009)

Por su parte Barroto *et al* (1995) citado por García (2003), reportaron que para diferentes fuentes de fibra independientemente de si son solubles o insolubles, la capacidad de retención de agua aumenta al ser más grande el diámetro de partícula, debido a que se incrementa el área superficial en contacto con el agua, lo cual permite mayor retención de la misma. Estos resultados sugieren que la fibra del afrecho con semilla de mango se podrían utilizar en productos que requieran hidratación, generación de viscosidad y conservación de frescura (por ejemplo productos de panificación y derivados cárnicos) García (2003).

El resultado de la caracterización fisicoquímica de la harina obtenida a partir del afrecho con semilla de mango tiene buenas propiedades aceptables en los productos que vaya a ser empleada, su alto AAI en comparación con la harina de trigo es mucho mayor lo cual permitirá conservar más humedad y dará una mejor textura a los productos en los que sea empleado, en cuanto al ISA, está en un valor cercano a la harina de trigo. Como lo reportaron López et al (1997), la reducción en el tamaño de partícula aumenta la capacidad de retención de agua, debido al incremento del área superficial, dicho esto en relación a lo mencionado anteriormente en la reducción del tamaño de partícula de la

harina de mango y del alto contenido fibroso y la disminución del contenido de almidón que contiene la harina los cuales se justifican más adelante.

Estos resultados sugieren que la harina ayuda con los procesos tecnológicos dentro de la matriz en la que vaya a ser empleada y la cual se considera como buena alternativa en la implementación de los productos en los cuales se requieran hidratación, generación de viscosidad, por ejemplo productos cárnicos y que a su vez se reduzcan los niveles de almidón e incrementando fibra al producto las cuales serán explicadas a continuación.

7.2.2 Análisis bromatológico.

En la Tabla 9 se puede observar el análisis proximal reportado para la harina de mango los cuales se encuentran dentro de las tolerancias indicadas en la norma técnica Colombiana NTC 267 (2007) para harina de trigo. En comparación con lo reportado por Abugoch et al (2009) el contenido de humedad de harina de trigo fue de 12,57 ± 0,28 el cual es un valor cercano al obtenido, resultados similares a los obtenidos por (García, 2003; Romero, 2004; Sánchez, 2005) en los estudios realizados de otros residuos de fuentes vegetales (Tabla 8), lo cual permite que sea apta para su empleo en la elaboración de diversos productos.

Tabla 9. Composición de la harina de mango.

COMPONENTE (%)	CANTIDAD
Humedad	10,71 ± 0,37
Cenizas	4,51 ± 0,32
Proteína Cruda[1]	4,46 ± 0,23
Grasa	1,96 ± 0,05
Almidón[2]	3,56 ± 0,09
Fibra Cruda	20,67 ± 0,27

1=Factor de Conversión. 6.25.
2=Factor de Dilución. 20.

De acuerdo con Cruz (2002), el contenido de humedad depende del grosor de la cáscara, así como del tiempo y temperatura de secado a los cuales se sometieron durante su procesamiento; en relación a lo anterior el porcentaje de humedad resultante en la harina de mango fue mayor debido a que ésta harina contenía la pepa, la cual aporta mayor humedad al producto, resultando de este modo que el valor fuera mayor en comparación de RRMO y FRMC.

Tabla 10. Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de la harina de mango con otros residuos de fuentes vegetales.

COMPONENTE	HM (%)	RFMO (%)	FRMC (%)
Humedad	10,71±0,38	7,79	6,25
Cenizas	4,51±0,33	4,90	5,43
Proteína Cruda	4,46±0,23	6,79	4,82
Grasa	1,96 ± 0,05	2,84	1,98
Fibra Cruda	20,67±0,22	16,36	12,06

HM=Harina de Mango

RFMO=Residuo fibroso de mango obo

FRMC=Residuo fibroso de mango criollo

El valor de cenizas obtenido 4,51% es cercano al reportado por García (2003) del residuo fibroso de mango obo, pero menor que (5,43%) reportado por García (2003) del residuo fibroso de mango criollo y mucho mayor (8,83%) que el reportado por Romero (2004). Debido a que el residuo fibroso obtenido por incineración refleja el contenido de sustancias minerales del alimento, se logra evidenciar como estas son equivalentes al residuo inorgánico después de la calcinación de la materia orgánica y aunque se sabe que estas cenizas normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas en el alimento, si debe ser considerado que el haber obtenido un elevado contenido de cenizas fue debido en su mayoría por el contenido fibroso que presento la harina.

El contenido proteico de la harina obtuvo un valor del 4,46%, el cual es superior al reportado por Baquero y Bermúdez (1998) para la piña (3,7%), pero muy similar al reportado por García (2003). Como mencionó (Carpita y Gibeaut, 1983 citado por García 2003), la principal fuente de proteínas en un residuo fibroso son las glicoproteínas presentes en la pared celular primaria donde forman una red de microfibrillas con la celulosa, estos componentes proteicos pueden variar dependiendo del fruto, el grado de maduración de la fruta y sus condiciones de cultivo.

La diferencia que se observa del contenido de grasa frente a los residuos antes citados, puede deberse a la naturaleza del fruto, así como a la variedad y el estado de madurez del mismo, conjuntamente el contenido graso fue bajo puesto que la cascara de la semilla aporto un mayor contenido fibroso y aunque como lo menciono Yahia, et al (2006) el contenido de grasa de la almendra es alto, sin embargo Changso (2008), encontraron valores de aceite de

almendra de mango de 0.5 % lo cual al realizar un análisis global se tuvo un contenido medio de grasa total.

En lo referente al contenido de fibra cruda se obtuvo un 20,67% de residuo fibroso siendo mayor que el de mango criollo (12,06%) reportados por García, (2003), pero menor que los reportados para la cascara de maracuyá (24,83%) (Bermúdez, 2001, citado por García, 2003), debido a que el contenido de fibra cruda depende de la fuente del alimento, su estado de madurez y el tratamiento recibido por la muestra durante la obtención del residuo fibroso (Cruz Salazar, 2002), en el caso específico de la harina de mango su alto contenido frente al reportado de mango criollo se debe a que ésta contenía la semilla que aporta gran cantidad de fibra gracias a la cascarilla que recubre la semilla del mango y como Cho et al (1997) lo mencionaron las diferencias en el porcentaje de fibra dependen de la fuente de la materia prima y del tratamiento al cual se somete el material para la determinación de la misma.

El alto contenido fibroso que presento la harina es favorable como se mencionó anteriormente en relación a la retención de agua ya que de esta propiedad depende en gran medida el nivel máximo de incorporación de fibra, ayudara a obtener una textura más firme conjuntamente fisiológicamente también es importante puesto que la cantidad de agua retenida de agua de la fibra incrementa la viscosidad del jugo intestinal y a su vez disminuye la velocidad de mezclado y absorción de los nutrientes en el intestino delgado.(Rosado, 1989).

Una vez descrito cada uno de los componentes se logró comprobar como la utilización de la harina será favorable en la implementación de diversas matrices alimentarias puesto que en comparación con la harina de trigo, no se presentaron diferencias significativas que altere al producto, por el contrario la utilización de esta harina si ocasiona la reducción de almidón y proteína, pero a su vez se ve compensado con el aporte fibroso el cual como se mencionó anteriormente es favorable en la matriz del producto y favorece fisiológicamente a quien consuma el alimento.

7.2.3 Análisis microbiológicos.

En la Tabla 11 se muestran los resultados microbiológicos de la harina de mango, los cuales al ser comparados con el índice de tolerancia indicadas en la norma técnica Colombiana NTC 267 (2007) para harina de trigo, se encuentran dentro de los límites permisibles

reglamentarios, lo cual permite que sea apta para su empleo en la elaboración de diversos productos alimenticios.

Tabla 11. Análisis microbiológico de la harina de mango.

MUESTRA	Coliformes Totales	Coliformes Fecales	Mohos y Levaduras	Bacillus Cerius
HARINA DE MANGO	30 UFC/g	Ausencia	20 UFC/g	10 UFC/g
NTC 267 m-M*	-	<10	3000-5000	500-1000

*NTC 267 (2007-09-26) Séptima actualización.
m: índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad
M: índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad

A partir de los resultados obtenidos, se puede decir que la harina fue procesada cumpliendo las BPM y donde se establece que cumple con los parámetros de inocuidad, permitiendo garantizar la calidad microbiológica para su posterior uso en un producto. Se procedió a la elaboración de la salchicha tipo estándar con las diferentes sustituciones de harina de trigo por harina de mango, y una vez realizadas las pruebas se evidencio problemas en el cuteado. Una vez obtenido el producto cárnico se procedió a la caracterización de este el cual se encuentra a continuación.

7.3 **CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO.**

7.3.1 Caracterización Bromatológica.

Tabla 12. Caracterización fisicoquímica de las salchichas tipo estándar con sustitución del 0%, 25%, 50% y 75% de harina de trigo.

Componente	% m/m (min-máx.)*	Tratamiento 1 (T1)	Tratamiento 2 (T2)	Tratamiento 3 (T3)	Tratamiento 4 (T4)
Humedad (%)	-	63,59± 0,14[a]	61,79 ± 0,06[c]	63,66 ± 0,13[a]	63,20 ± 0,16[b]
Cenizas (%)	-	3,11 ± 0,01[a]	3,14 ± 0,01[a]	3,37 ± 0,03[a]	3,60 ± 0,75[a]
Proteína Cruda[1]	10 min	19,77 ±0,74[a]	18,98 ± 0,23[a]	18,93 ± 0,34[a]	18,74 ± 0,27[a]
Grasa	28 máx.	9,67 ± 0,23[a]	5,85 ± 0,74[b]	5,80 ± 0,36[b]	5,38 ± 0,13[b]
Almidón[2] (%)	10 máx.	4,65 ± 0,09[a]	4,64 ± 0,09[a]	4,41 ± 0,08[b]	3,89 ± 0,02[c]
Fibra Cruda (%)	-	3,84± 0,08[b]	4,17 ± 0,54[ab]	4,50 ± 0,28[ab]	4,93± 0,78[a]

1=Factor de Conversión. 6.25; 2=Factor de Dilución. 40.
*NTC 1325 (Quinta actualización) del 2008-08-20
Las medias que no comparten una letra (a, b, c o d) son significativamente diferentes.

La comparación de los productos obtenidos basados en las tres tratamientos (T2, T3y T4) con diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de mango frente al tratamiento 1 (salchicha patrón) encontrándose los resultados en la tabla 12.

Como se muestra en la Gráfica 2 los resultados obtenidos de humedad de cada uno de los tratamientos, fueron los siguientes: el valor más bajo fue de 61,78% correspondiente al T2, seguido por el T4 con un 63,20% debido a que la harina de mango tiene una mayor capacidad de retención de agua, y durante el proceso de secado la humedad del producto se ve afectada, así como el contenido de fibra comparada con la harina de trigo que no lo contiene en su totalidad. Al ser comparado estos valores con la NTC 1325 (2008) la cual especifica un máximo de 90 % de humedad se obtuvieron valores dentro del rango establecido. Como lo mencionó Montañez y Pérez (2010), la humedad influye directamente en la textura periférica y la jugosidad de la salchicha, por lo cual la inclusión de harina de mango en el producto, se verá reflejado en la disminución en la jugosidad del mismo.

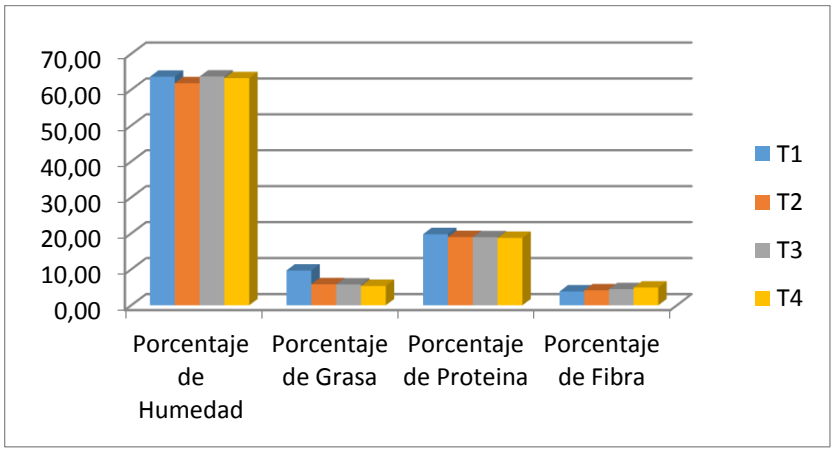
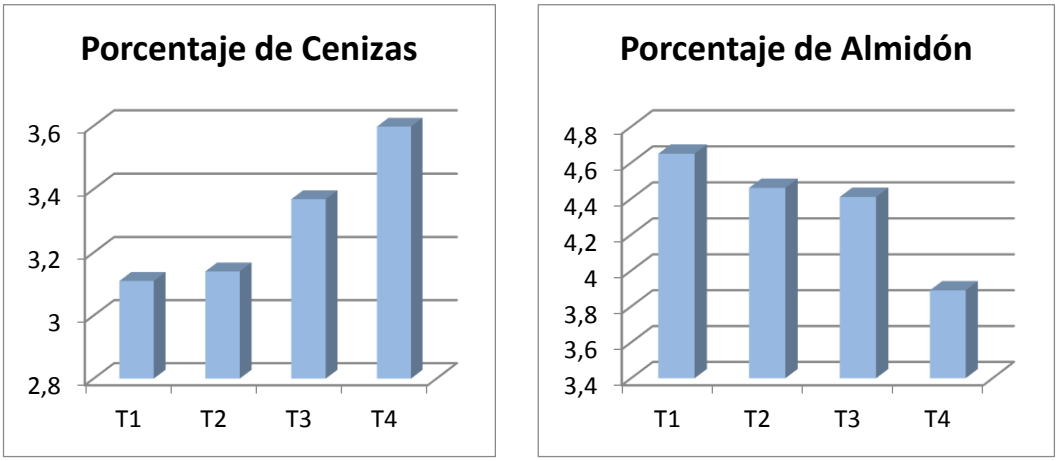


Gráfico 2. Porcentaje de humedad, grasa, proteína y fibra en los 4 tratamientos de salchicha tipo estándar sustituidos con diferentes porcentajes harina de mango.

En la Tabla 12 se muestran las diferencias del porcentaje de cenizas y el comportamiento de cada uno de los tratamientos, donde según el análisis de varianza no se tuvo una diferencia significativa (P>0,05); sin embargo al verse el comportamiento en la gráfica 2, se evidencia que el mayor contenido de cenizas lo presentó el T4 el cual tenía un 75% de sustitución de harina de mango.

“En general la ceniza se compone de carbonatos originados en la materia orgánica y no propiamente la muestra. Durante el proceso de molienda seca muchos de estos nutrientes se remueven y se pierden” (Montañéz y Pérez, 2010). Debido a esto, el menor contenido de cenizas lo obtuvo T1 (patrón), puesto que su formulación contenía harina de trigo el cual ha perdido algunos minerales y vitaminas. Mientras que T4 con sustitución del 75% de harina de mango presento el mayor contenido de cenizas, lo cual refiere que la materia inorgánica se ve reflejada en el gran contenido de fibra que la compone.



(a) (b)

Gráfico 3. (*a*) Porcentaje de Cenizas en los tratamientos; (b) Porcentaje de Almidón en los tratamientos.

En la gráfica 2, se evidencian las diferencias del porcentaje de proteína y el comportamiento de cada uno de los tratamientos, donde T1 presento mayor cantidad con un valor de 19,77%, sin embargo no se obtuvo una diferencia significativa lo que estadísticamente indica que los cuatro tratamientos son similares ($p>0,05$). En la gráfica 2, se evidenció que el porcentaje de proteína disminuyó a medida que se reemplazaba mayor contenido de harina de mango , esto debido a que la harina del mango tenía un 4,46% frente a la harina de trigo que contiene un 10,5% reportado por (Lleren 2010), el mayor contenido de cenizas lo tuvo T4, además, si se compara con los valores exigidos en la NTC 1325, donde se indica que la salchicha tipo estándar escaldada debe contener un mínimo del 10%, el contenido proteico de los 4 tratamientos es superado en 9%.

El contenido de grasa de los cuatro tratamientos se encuentra expresado en la Tabla 12. con los cuales se obtuvo diferencias estadísticas ($p<0,05$), donde T1 presentó mayor contenido graso 9,67% respecto a T2, T3 y T4 que tuvieron una disminución sucesivamente. Como se mencionó anteriormente T1 obtuvo el mayor contenido de grasa debido a que era la muestra patrón (Grafica 2) y de acuerdo con García (2003) "la capacidad de retención de aceite está relacionada con la composición química, el tamaño y el área de partículas". Con base en esto era de esperar que T1 tuviese el mayor contenido puesto que la harina de trigo posee una mayor cantidad de almidón, esta favorece la retención de aceite gracias a la forma esférica en la que se encuentran los gránulos de almidón, favoreciendo a la retención de grasa dentro de la matriz del producto.

Si se compara los valores obtenidos de porcentaje graso frente a la NTC 1325 (2008) la cual establece un máximo del 28% de grasa, los 4 tratamientos están por debajo del máximo establecido.

El contenido de almidón se encuentra expresado en la tabla 12, con los cuales se obtuvo diferencia estadística ($p<0,05$). T1 presentó el mayor contenido de almidón con un 4,65%, y a medida que se realizaba una mayor sustitución de harina de trigo por harina de mango el porcentaje de almidón disminuía, siendo este resultado el esperado y como se indicó en la tabla 9 la harina de mango presentaba un 3,55% de almidón en base húmeda para 0.5g; al ser comparados dichos resultados con los reportados por Suarez, D (2003), el porcentaje de almidón que contiene la harina de trigo es de 63-71% en base seca para 100g, lo cual afirma el resultado obtenido. Cabe resaltar que al ser comparados los porcentajes de almidón, respecto a la NTC 1325 (2008), la cual establece un máximo del 10%, se encuentra dentro de lo estipulado por normatividad.

El contenido de almidón en un producto cárnico está relacionado con la calidad del producto, así como también, son empleados principalmente para modificar o generar viscosidad a través de su capacidad de ligazón como agente texturizante, en el aspecto sensorial (sabor, textura, jugosidad, color), además de mejorar el rendimiento (Secofi, 2000, p. 116-117). Es por esto que el almidón es un aditivo muy importante en la elaboración de embutidos transmitiéndole la consistencia indicada, por lo cual la ausencia o exceso de este tendrán un efecto negativo sobre el producto.

El valor obtenido de fibra cruda total para los cuatro tratamientos fue de ± 4,63% ($p>0.05$), donde el valor más alto de fibra lo obtuvo T4 y el menor T1 como se observa en la gráfica 2, dicho valor era el esperado puesto, que a medida que se iba realizando mayor sustitución de harina de trigo por harina de mango el contenido fibroso este iba aumentando, porqué como se mencionó anteriormente en la tabla 9 la harina de mango presentaba un contenido de alto (20,67%) fibra total. De igual forma, al no existir normatividad de referencia para fibra cruda en productos cárnicos, no es posible analizar el resultado obtenido frente a la normativa legal vigente.

Como lo mencionó Vergara (2005), un parámetro importante en la obtención de fibra es el contenido de grasa, ya que si fuera alto le agregaría calorías al producto y por ende el alimento sería energéticamente más denso; el agregar fibra a un producto cárnico, no solo está relacionado con el beneficio de extensor sino que este a su vez le aporta características propias al producto haciendo que también sea benéfico para el organismo.

Generalmente la fibra cruda total obtenida de frutas y verduras presenta un porcentaje mayor en la fibra dietética soluble (FDS) (Vergara, 2005). La cantidad de FDS que aporta de fibra al organismo es fisiológicamente importante ya que esta fracción es el sustrato primario para la microflora en el intestino grueso, por lo que su ingesta promueve la proliferación de la flora bacteriana, disminución de la concentración de colesterol y glucosa en la sangre y un incremento en la eliminación de ácidos biliares (Vergara, 2005).

De acuerdo a los resultados bromatológicos aportados por cada uno de los componentes de los cuatro tratamientos y basado en el análisis estadístico (ANEXO H), se logró comprobar que el contenido de humedad, cenizas, proteína no afectan las características de los tratamientos T2, T3 Y T4, mientras que el contenido fibroso que aporta la harina de mango es favorable en cuanto a la retención de agua dentro del producto y este a su vez reflejara un incremento en el rendimiento del producto, así como también se verá reflejado en la textura de este.

7.3.2 Determinación de la capacidad de retención de agua (C.R.A).

En cuanto la perdida por cocción (*grafica 6.*), no hubo diferencia significativa entre cada uno de los tratamiento ($p>0,05$), los cuatro tratamientos tuvieron una alta capacidad de retención de agua y lo cual favorece a los productos cárnicos de pasta fina los cuales requieren

que presenten un CRA alto esto con el fin que se obtenga un alto rendimiento del producto elabora con este. El análisis estadístico para cada de los tratamientos se encuentran en el ANEXO I

A partir de los resultados obtenidos de la prueba de capacidad de retención de agua por el método de goteo (*grafica 4.*), se encontró que los tratamiento presentaron diferencias significativas ($p<0,05$) entre ellos, siendo T2 y T4 diferentes a T1 (patrón) y T3 similares; en cuanto a los otros tratamientos T2 tuvo la menor perdida por goteo durante los 15 días que estuvo en almacenamiento. Esto pudo deberse a deficiencia en el cuteado el cual la emulsión no fue lo suficientemente fuerte para retener el agua dentro de su matriz, y sabiendo que el agua queda distribuida en agua ligada, agua inmovilizada y agua libre, siendo esta ultima la de mayor importancia para que no se pierdan las propiedades físicas, texturales y sensoriales durante su almacenamiento, las cuales se verán reflejadas en la baja aceptación o rechazo del producto cárnico.

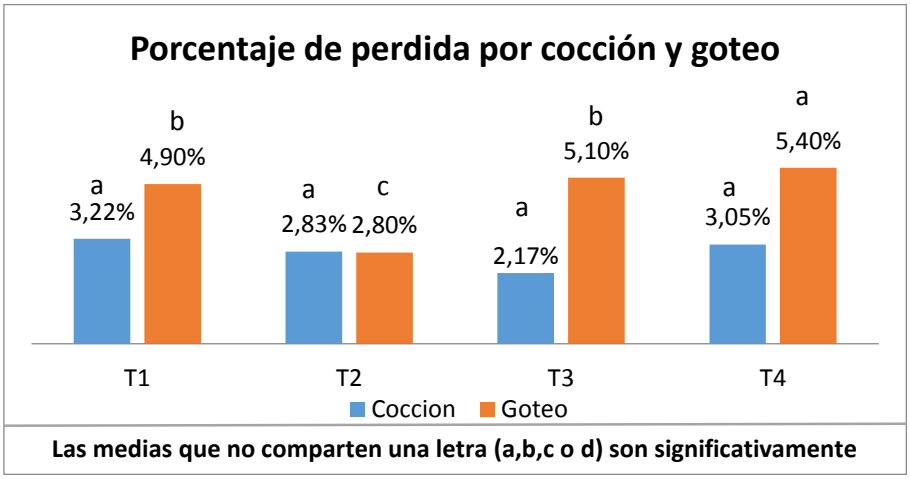


Gráfico 4. Pérdida de cocción y goteo de los 4 tratamientos de salchicha.

La utilización de harina de mango en la elaboración de salchichas tipo estándar, es favorable en sustituciones por debajo del 5% ya que encontró que la CRA por método de goteo presentara menor perdida lo cual es favorable para un producto cárnico, es decir que durante su almacenamiento el agua presente desde su elaboración no se perderá y se verá reflejado en el rendimiento. Lo cual a nivel industrial se desea tener en un producto cárnico disminuyendo perdidas.

7.3.3 Perfil de textura TPA

El análisis de perfil de textura permite dar una idea general de la estructura de los alimentos. En la gráfica 5, se muestra el efecto de la adición de harina de mango en diversas concentraciones sobre la dureza de los 4 tratamientos, en el cual T4 fue el más firme ($p<0,05$), seguido por T3 y T2 que obtuvieron una firmeza similar a la descrita anteriormente. La interacción de la fibra de mango y la harina de trigo, afectan los valores texturales a medida que se aumenta el porcentaje de fibra, tal como lo indican Cofrades et al (2000), lo cual fue comprobado por T1 (patrón), siendo este el que presento la menor dureza y el cual no contenía harina de mango. La disminución de la dureza o firmeza de un alimento puede ser una característica deseable ya que este parámetro está relacionado con la jugosidad del producto. Por ello, a medida que se aumentaba el porcentaje de sustitución de harina de mango se añadía mayor contenido fibroso y como se mencionó anteriormente la humedad se fue reduciendo el agua libre, el cual ocasiono incremento en la dureza en el producto. El análisis estadístico para cada uno de los tratamientos se encuentra en el ANEXO J.

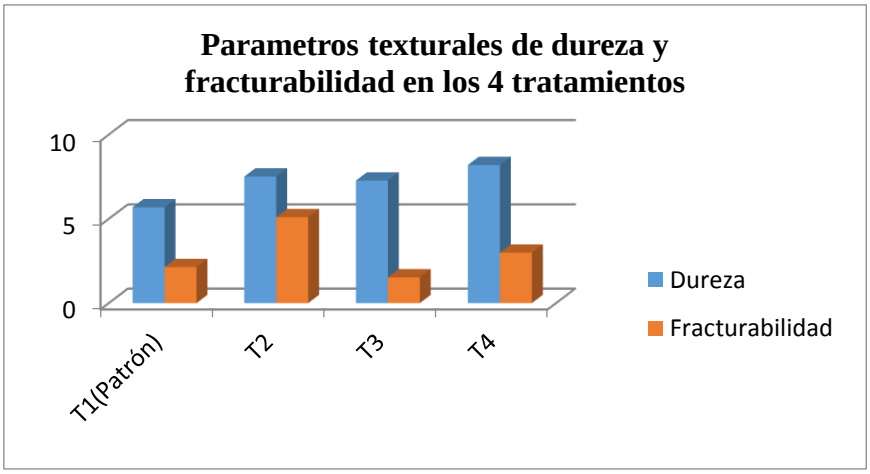


Gráfico 5. Efecto de la concentración de harina sobre la dureza y fracturabilidad de los 4 tratamientos de salchichas.

Así mismo como reporta Brown y col (1999), la dureza de productos cárnicos aumenta debido a la fibra insoluble que forma redes tridimensionales que modifica la propiedad reológicas de la fase continua de la emulsión, dependiendo de la cantidad de grasa que contenga el producto ya que esta es atrapada por la fibra.

De igual forma podemos evidenciar que el comportamiento de fracturabilidad es la primera caída significante de la curva durante el primer ciclo de compresión del producto y evidencia el grado de dureza con la cual el alimento se desmorona, cruje o revienta y bajo grado de cohesividad, lo cual es concordante con los resultados obtenidos mencionados anteriormente donde la dureza iba amentando a medida que el porcentaje de sustitución de harina de mango también lo hacía.

Tabla 13. Resultados de perfil de textura (TPA) de la salchicha tipo estándar con sustitución del 25%, 50% y 75% de harina de trigo por harina de mango (T2, T3 y T4) y la salchicha patrón. (T1)

Parámetros texturales	Tratamiento 1 (T1)	Tratamiento 2 (T2)	Tratamiento 3 (T3)	Tratamiento 4 (T4)
Dureza (Kg m s^{-2})	5,690 ± 0,328[b]	7,515 ± 0,1545[a]	7,274 ± 0,559 [a]	8,197 ± 0,633[a]
Fracturabilidad (Kg m s^{-2})	2,14 ± 2,02 [a]	5,10 ± 4,16 [a]	1,53 ± 1,33 [a]	2,99 ± 3,35 [a]
Elasticidad (adimensional)	0,848 ± 0,175[a]	0,859 ± 0,0614[a]	0,857 ± 0,084[a]	0,927 ± 0,163[a]
Cohesividad (adimensional)	0,135± 0,016[b]	0,1533±0,0069[b]	0,134 ± 0,019[b]	0,266 ± 0,071[a]
Adhesividad (Kg m s^{-2})	0,000225 ± 0,000188 [a]	0,000293 ± 0,000195 [a]	0,000006 ± 0,000170 [a]	0,000081 ± 0,000133 [a]
Gomosidad (Kg m s^{-2})	0,7653 ± 0,05 [b]	1,1522 ± 0,06 [b]	0,9744 ± 0,14 [b]	2,196 ± 0,697 [a]
Masticación (Kg)	74,87 ±16,34 [a]	124,16 ± 12,51 [ab]	94,52 ± 9,12 [b]	286,0 ± 132,3 [b]

Las medias que no comparten una letra (a, b, c o d) son significativamente diferentes.

La variación de la cohesividad en los 4 tratamientos se muestran en la gráfica 6, en donde estadísticamente un ($P<0,05$), siendo T1 el más cohesivo, y T4 el menos cohesivo. Lo anterior, tiene congruencia ya que T2, T3 y T4 contienen menor concentración proteica lo que hace la interacción entre las moléculas durante la formación de la emulsión sea más estable y cohesiva, ya que una de las propiedades funcionales de las proteínas es la de mantener la cohesividad (Nuckles et al. 1990).

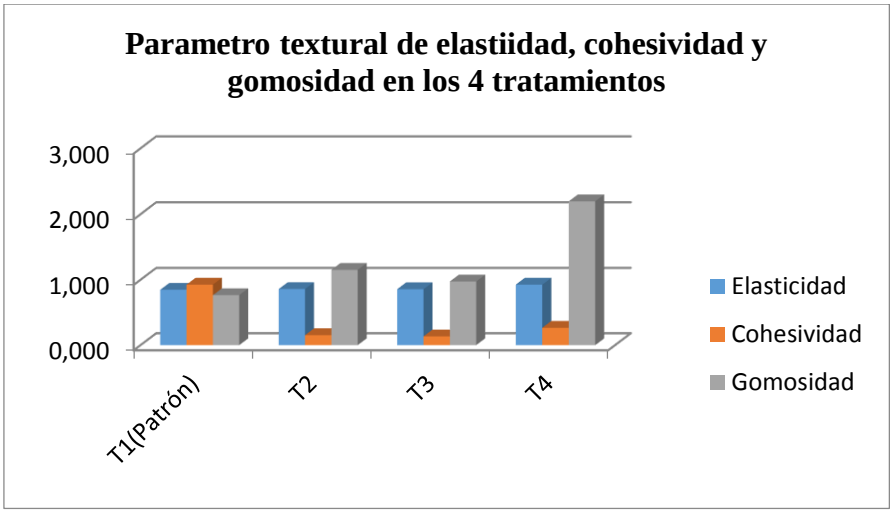


Gráfico 6. Efecto de la concentración de harina sobre la elasticidad, cohesividad y gomosidad de los 4 tratamientos de salchichas.

Conjuntamente se muestra en las gráficas 6 y 7 la elasticidad, gomosidad y adhesividad de las salchichas notando que solo el T4, presento una diferencia significativa ($p>0,05$) en gomosidad mientras los demás parámetros texturales para todos los tratamientos no obtuvieron diferencia significativas ($p<0.05$), como se evidencia en el análisis estadístico.

Si tenemos como referencia que la gomosidad es la energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que esté listo para ser tragado (Hleap y Velasco, 2010), el resultado obtenido es congruente puesto que T4 era el que contenía un 75% de harina de mango y por lo cual su textura es más compacta debido a la mayor cantidad de fibra.

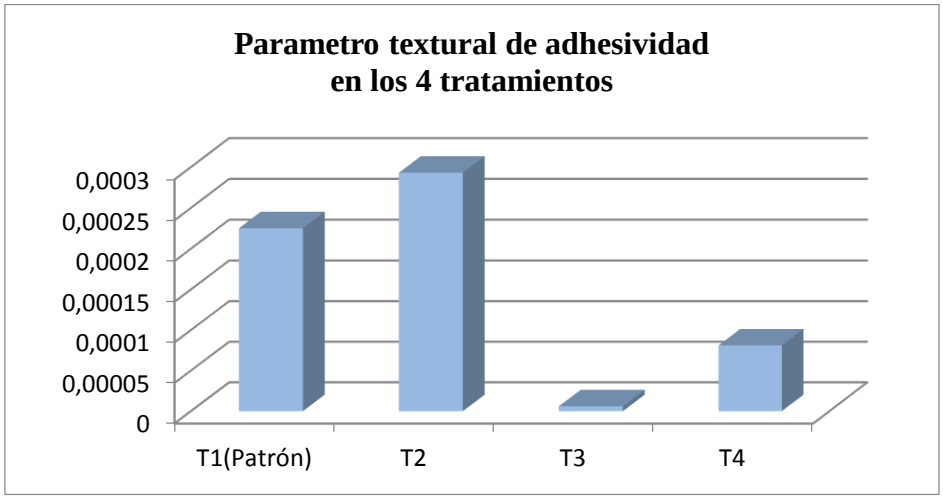


Gráfico 7. Efecto de la concentración de harina sobre la adhesividad de los 4 tratamientos de salchichas.

En cuanto a la masticación como se evidencia en la gráfica 8 los 4 tratamientos, presentaron una variación ($p<0,05$), donde el mayor valor lo obtuvo T4, puesto que como menciona Hleap y Velasco (2010), la masticabilidad es el producto de la dureza por la cohesividad y la elasticidad lo cual, es justificado con los resultados anteriormente obtenidos.

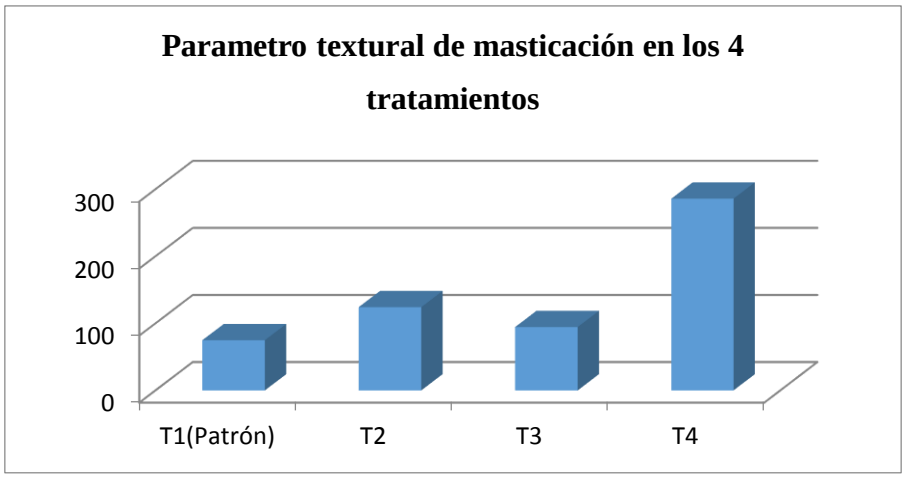


Gráfico 8. Efecto de la concentración de harina sobre la masticación de los 4 tratamientos de salchichas.

Al hacer el análisis general del perfil de textura para los tratamientos, se evidenció que el comportamiento textural variaba secuencialmente a medida que se realizaba una mayor sustitución de harina de mango, estando mejor aceptada como salchicha tipo estándar el T2, siendo este semejante a T1 (patrón). La dureza, fracturabilidad, masticación aumentaron, mientras que la cohesividad disminuyo a medida que la sustitución de harina de mango iba aumentando; en cuanto a la elasticidad y adhesividad no presentaron cambios significativos y solo la gomosidad se vio afectada en T4.

Con los resultados mencionados anteriormente se puede evidenciar que el TPA, en los diversos parámetros no se obtuvo un cambio significativos lo que da como referente que en sustituciones hasta del 50% se lograran conservar las características semejantes a una salchicha estándar, siendo esto favorable no solo para el proceso tecnológico y a su vez se estaría mejorando la calidad del producto agregando componentes que favorezcan a quienes la consuman.

7.3.4 Fuerza al corte y esfuerzo al corte

Los resultados obtenidos en la prueba realizada de fuerza de corte y esfuerzo al corte se encuentran en la tabla 14. El análisis estadístico para cada de los tratamientos se encuentra en el ANEXO K.

Tabla 14. Resultados de Warner-Bratzler de la salchicha tipo estándar con sustitución de harina de trigo por harina de mango y la salchicha patrón.

Parametros texturales	Tratamiento 1 (T1)	Tratamiento 2 (T2)	Tratamiento 3 (T3)	Tratamiento 4 (T4)
Firmeza	35,09 ± 2,06 [a]	31,23 ± 3,22 [a]	29,08 ± 2,27 [ab]	21,91 ± 4,30 [b]
Esfuerzo	3,577±0,210 [a]	3,183±0,328 [a]	2,964±0,231 [ab]	2,234±0,438 [b]

Tratamiento 1: patrón 0%; Tratamiento 2: sustitución 25%; Tratamiento 3: sustitución 50%; Tratamiento 4: sustitución 75%;

En la tabla 14, se encuentran los valores de textura de los 4 tratamientos. En la firmeza hubo diferencia significativa (p>0,05), entre los tratamientos, donde el menor valor lo obtuvo T4. En el esfuerzo al corte tuvo diferencia significativa (p>0,05) donde para ambos casos la mayor diferencia la tuvo T4, seguido por T3. En ambos casos la diferencia correspondió a que el promedio mayor que T1, siendo este la muestra patrón; lo anterior, nos indica que la energía que se requiere para poder romper las salchichas fue igual para los 3 tratamientos. Annor *et al* (1996), reportan que el usar extensores no convencionales mejoran la textura y consistencia de los productos emulsionados, y que esto es debido probablemente a la capacidad que tiene dicha harina para formar un buen emulsión y pasta.

7.3.5 Caracterización Microbiológica.

Los resultados microbiológicos de los 4 tratamientos de salchichas elaboradas con diferentes formulaciones de mango, se encuentran expresados en la *Tabla 15*, los cuales al ser comparados con el índice de tolerancia indicada en la norma técnica Colombiana NTC 1325 (2008) se encuentran por debajo para productos cárnicos cocidos, lo cual permitió evidenciar la adecuada implementación de las BPM y garantizar el producto cárnico estaba apta para el consumo y para la realización de la prueba sensorial.

Tabla 15. Análisis microbiológico de la salchicha tipo estándar con sustitución del 25%, 50% y 75% de harina de trigo por harina de mango (T1, T2, y T3) y la salchicha patrón. (T1)

PRUEBA	m-M*	Tratamiento 1 (T1)	Tratamiento 2 (T2)	Tratamiento 3 (T3)	Tratamiento 4 (T4)
Coliformes Totales	100-500	10 UFC/g	10 UFC/g	10 UFC/g	10 UFC/g
Coliformes Fecales	<10	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mohos y Levaduras	-	Ausencia	10 UFC/g	10 UFC/g	Ausencia
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

* NTC 1325 (Quinta actualización) del 2008-08-20
m: índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad
M: índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad

7.3.6 Análisis sensorial.

En la Grafica 9, se observa en un gráfico tipo radial de la comparación sensorial de los tratamientos, para cada uno de los parámetros evaluados, en donde el tratamiento 4 (T4) (75:25) presenta menor aceptación seguido por el T3 (50:50) en comparación con las otras formulaciones; en cuanto a los T1 (Patrón) y T2 (25:75) se evidencia que son iguales, lo cual indica que el T2 contiene una sustitución de harina de mango del 25% frente al T1 que era la muestra patrón, siendo esto un buen resultado indicando que es aceptable sensorialmente realizar una sustitución de harina de mango. El análisis estadístico para cada de los tratamientos se encuentran en el ANEXO L.

Al evaluar el parámetro de color se muestra que este fue menos aceptable a medida que la sustitución era mayor, donde sin embargo no hubo diferencias para color entre T1 y T2 con una calificación de (4) “me gusta levemente” mientras que T3 y T4 fueron menos aceptadas en este parámetro con (2) “me disgusta levemente”. En general, resulta que la sustitución del 25% de harina de mango es aceptada visualmente.

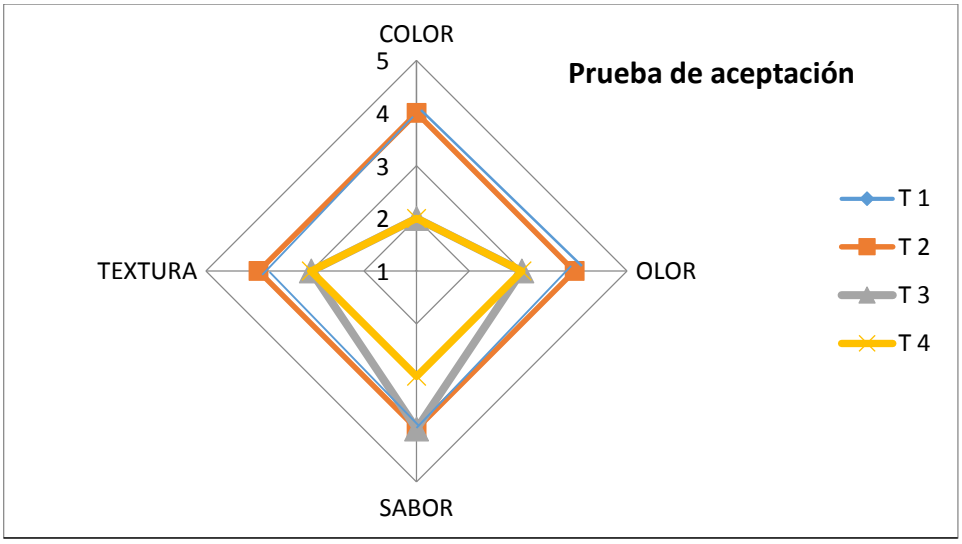


Gráfico 9. Panel sensorial de la salchicha patrón y con sustituciones del 25:75, 50:50 y 75:25 de harina de trigo por harina de mango (T1, T2, T3 y T4).

En cuanto al olor se obtuvo un mejor resultado sensorial, puesto que T3 y T4 estuvieron más cerca a los otros 2 tratamientos, en este caso se obtuvo una cercanía entre "me gusta levemente" y "no me gusta ni me disgusta" lo cual demuestra que una vez la harina es mezclada con otras materias primas y sometido a un proceso de cocción, esta pierde cualquier aroma volátil que pudiese tener y que aportara un olor extraño al producto.

Por su parte el sabor fue aceptado hasta el 50 % de sustitución de harina de mango, donde los consumidores no notaron la diferencia entre los 3 primeros tratamientos y los que calificaron el T4 como "ni me gusta, ni me disgusta", con lo que se comprueba lo que se dijo anteriormente en el olor; desaparecen las sustancias volátiles que quedaban después de la obtención de la harina una vez son sometidos a procesos de cocción.

Con respecto a la textura se evidenció que a medida que aumenta el porcentaje de sustitución es menor su aceptabilidad, sin embargo los resultados se encuentran separados unos de los otros solo por 1 punto en la escala de aceptación lo cual es favorable para productos en los que se necesite que tenga mayor firmeza y textura. Puesto que el contenido fibroso que tiene la harina es más alto con respecto a la harina de trigo, considerando que la cantidad de fibra actúa como un extensor, siendo un agente ligante y emulsificante aumentando la estabilidad de la emulsión (Potter, 1999), hace que los consumidores no tengan una buena aceptación en las sustituciones más altas.

A través de los resultados obtenidos sensorialmente y comparados con los resultados de TPA se puede evidenciar que la salchicha tipo estándar con sustitución de harina de trigo por harina de mango, presenta una aceptación favorable hasta un 25% de harina de mango sensorialmente ya que las característica de color, olor, sabor y textura no presenta diferencia significativa frente al tratamiento T1(patrón), y texturalmente en un 50% de sustitución de harina de mango no se encuentra diferencia significativa , lo que refiere que a los consumidores son los que determinan la aceptabilidad de las sustituciones.

7.4 **FENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE**

7.4.1 Contenido de compuestos fenólicos totales

Los compuestos fenólicos son muy importantes como constituyentes debido a su habilidad para secuestrar radicales libres, la cual está relacionada a la presencia de su grupo hidroxilo (Gülcin *et al*, 2003). En la tabla 16 se muestra la concentración de compuestos fenólicos totales del afrecho con semilla antes de su procesamiento, la harina obtenida y de los tratamientos de salchichas en µg de ácido gálico por cada gramo de muestra en fresco. El análisis estadístico para cada de los tratamientos se encuentran en el ANEXO M.

Tabla 16. Determinación de la concentración de compuestos fenólicos totales por el método de Acido gálico y la capacidad antioxidante por medio de DPPH en afrecho con semilla, harina de mango y salchicha (T1, T2, T3 y T4).

Muestras	mg AG/g	µg GA/g	Equivalente de mM teac /g
Afrecho con semilla	9,58± 0,060 [a]	958,73± 6,04 [a]	57,29 ± 1,66 [a]
Harina de mango	7,91± 0,060 [b]	791,31 ±6,03 [b]	21,59 ± 1,42 [b]
T1 (Patón)	3,24± 0,05 [d]	324,21± 5,02 [d]	1, 63 ± 0,18 [a]
T2 (25:75)	5,15 ± 0,04 [c]	514,51 ± 3,49 [c]	1,67 ± 0,28 [a]
T3 (50:50)	6,36 ± 0,09 [b]	635,61 ± 8,86 [b]	1,72 ± 0,05 [a]
T4 (75:25)	6,78 ± 0,03 [a]	678,02 ± 3,49 [a]	1,79 ± 0,04 [a]

Las medias que no comparten una letra (a, b, c o d) son significativamente diferentes.

El contenido de compuestos fenólicos totales es variable, de acuerdo a las condiciones iniciales de las muestras y de los procesos a los que fueron sometidas a lo largo del tiempo; en la Gráfica 10, se evidencia que las concentraciones de fenoles totales fueron disminuyendo cada vez que la materia prima era sometida a un proceso más y que este a su

vez tenía un delta de temperatura extra que ocasionaba que se fueran perdiendo la cantidad de compuestos fenólicos.

Así mismo el contenido de antioxidantes con que inicio el afrecho con semilla de mango fue de 958,73 µg GA/g, | este valor comparado al reportado por Morillas *et al* (2012), el cual fue de 971,51 µg GA/g concluyendo valores semejantes, y por tanto como nombra el autor es un contenido medio de fenoles totales con respecto a otros frutos; su composición está asociada a taninos condensados, flavonoides, carotenoides.

Los valores promedio obtenidos del contenido fenólico de las muestras de afrecho con semilla, harina de mango y los tratamientos de salchicha se encuentran en la Grafica 11, obteniéndose diferencia significativa ($p<0,05$) de T1 frente a T2, T3 y T4. Al ser comparado con el estudio realizado por Isaza *et al.* (2012), el cual evaluó el contenido de fenoles en salchichas tipo Frankfurt con inclusión de diferentes concentraciones de extracto de cereza y la muestra patrón obtuvieron valores por debajo en comparación a los sustituidos por harina de mango; sin embargo existe una semejanza entre los estudios puesto que en ambos casos el menor valor lo presentó la muestra patrón.

En relación a la variación del contenido fenólico que de acuerdo a lo reportado por Bortolomeazzi et al (2007), el contenido fenólico de esta muestra es debido a la contribución ofrecida por el humo líquido incluido en la formulación, consecuentemente a medida que se aumentaban las concentración, los valores que se obtienen son mayores para ambos casos. La diferencia que se tiene en los dos estudios, puede estar relacionada por los frutos que se utilizaron y aunque Morillas *et al. (*2012) reporta para la cereza 994,08 µg GA/g el cual es un valor mayor al reportado para el mango, la estabilidad de los fenoles estará relacionado con los tratamientos que se le realicen, así como también los demás componentes que puedan tener entre los dos tipos de salchichas.

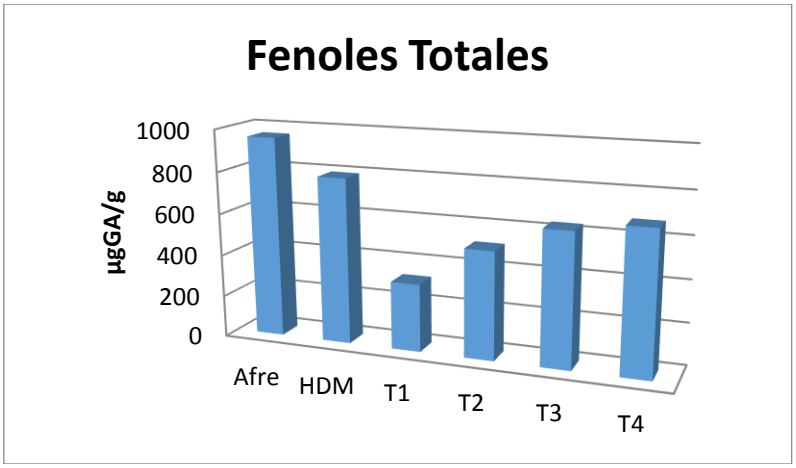


Gráfico 10. Concentración de compuestos fenólicos totales µg GA/g en el afrecho con semilla, harina de mango y los 4 tratamientos de salchichas (T1, T2, T3 y T4).

7.4.2 Capacidad antioxidante mediante DPPH

La capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y concentración de los mismos compuestos naturales presentes en este (Morillas *et al.*, 2012). El contenido de los principales antioxidantes en los alimentos varía de un alimento a otro, dentro de un mismo grupo como el de frutas y vegetales (Cao, 1998). Los resultados obtenidos para la actividad antioxidante mediante el método DPPH se encuentra en la tabla 16 expresados en mM TEAC/g de alimento. La capacidad antioxidante en un alimento vegetal no viene dada solo por la suma de sus capacidades antioxidantes de cada componente, también depende del microambiente en el que se encuentre el compuesto, pudiendo interactuar entre sí, produciéndose efectos sinérgicos o inhibitorios (Muñoz 2007).

En la Gráfica 12, se muestra la capacidad antioxidante expresados en mM TEAC/g evaluadas desde el afrecho con semilla en fresco, siguiendo por el proceso de obtención de la harina y en los 4 tratamientos de salchichas. El análisis estadístico para cada de los tratamientos se encuatran en el ANEXO N.

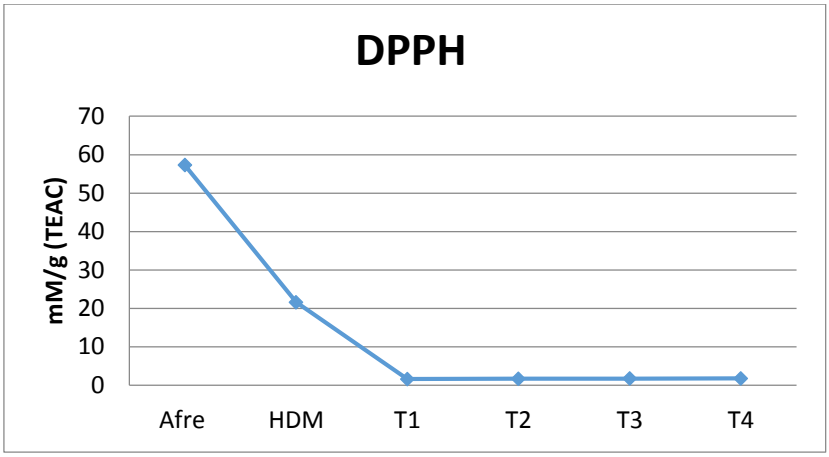


Gráfico 11. Capacidad antioxidante por medio de DPPH mM TEAC/g en el afrecho con semilla, harina de mango y los 4tratamientos de salchicha (T1, T2, T3 y T4).

El contenido obtenido del afrecho con semilla de mango fue menor al reportado por Morillas *et al* (2012) el cual fue de 91,45 mM TEAC/g, por su parte Cevallos-Casals *et al*. (2005) reportaron 30,88 mM TEAC/g siendo este valor menor a los obtenidos, lo cual indica que la capacidad antioxidante es variable y que estará ligada a la variedad de mango, al procedimiento de deshidratación y las condiciones en las que se efectúe la cuantificación.

Tabla 17. Porcentaje de reducción de la capacidad antioxidante de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4) procesados con sustitución de harina de trigo por harina de mango.

Tratamientos	Fenoles totales mg AG/g	% Reducción	DPPH Equivalente de mM TEAC /g	% Reducción
T1	-	-	-	-
T2	190,3	24,05	0,04	0,19
T3	311,4	39,35	0,09	0,42
T4	354,81	44,71	0,16	0,74

La capacidad captadora del radical DPPH de los tratamientos, tuvo un ($p>0,05$), en el estudio realizado por Isaza *et al,* (2011*)* reportaron valores que estuvieron entre 0,095 y 1,117 mM TEAC/g en las salchichas Frankfurt con adición de extracto de cereza (0,3, 0,4 y 0,5 %), en comparación con los valores que se obtuvieron se encontró una diferencia de casi 0,67 TEAC/g siendo los de dicha investigación menor. Sin embargo en ambos casos como era de esperarse T1 (patrón), presentaron la menor capacidad antioxidante y este aumento a medida que se incrementaban los porcentajes de sustitución.

En la tabla 17 se encuentran los porcentajes de reducción de la capacidad antioxidante en los tratamientos T2, T3 y T4 en comparación con T1(patrón); como se evidencia en los resultados era de esperarse que el contenido de fenoles fuera mayor por cada fracción de harina aportada a cada uno de los tratamientos, conjuntamente se incrementó la capacidad antioxidante medida en mM TEAC/g. Simultáneamente el porcentaje de reducción tuvo un aumento, y aunque este no fue significativamente alto la reducción de la capacidad antioxidante se debido a los componentes (eritorbato de sodio) que estaban incluidos en la formulación de los tratamientos; puesto que las sales eritorbicas poseen poder antioxidante (evitan la reducción del nitrato a óxido nitroso facilitando la formación de nitrosomioglobina (compuesto que confiere el color rosa a los productos cárnicos), estos antioxidantes a su vez cumplen otro papel importante, contribuyen a evitar la formación de las nitrosaminas cancerígenas, bloqueando la formación de agentes nitrosantes a partir del óxido nitroso (Llorenç F, 2010). Lo anterior está estrechamente relacionado con la legislación en seguridad alimentaria la cual es cada vez más restrictiva y se ha visto el incremento de consumo de "productos naturales" y como lo menciono Armenteros et al (2012), la industria cárnica ha aumentado la búsqueda de obtener antioxidantes de origen natural capaces de inhibir las reacciones de oxidación en la carne y derivados, logrando sustituir los antioxidantes sintéticos los cuales son tóxicos y ocasionan daño a la salud de los consumidores.

El contenido de antioxidantes presentes en la harina de mango tuvo una cantidad considerable de este compuesto y ya que no se presentó degradación de fenoles totales durante el procesamiento y la obtención de la harina de mango se evidencia como esta contiene un alto contenido de antioxidantes, los cuales serán de importancia en la aplicación de una matriz alimentaria, siendo esta un buen sustituto de la harina de trigo. Una vez evaluado el contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante en los tratamientos se obtuvo como resultado que tecnológicamente es favorable su uso puesto que reduce la formación de nitrosiaminas retardando la oxidación del producto, pero biológicamente no se aconseja su uso puesto que este se degradara.

8 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se puede concluir lo siguiente:

Se caracterizó fisicoquímica y microbiológica la harina obtenida de los residuos generados del mango (afrecho, semilla), comparándose con los parámetros establecidos en la norma técnica para harina de trigo debido a que es usada como extenso en productos cárnicos, encontrándose que los resultados están conforme a la norma, y se logró comprobar que estos aportaran una serie de características (contenido de fibra total y antioxidantes) que permitirían su uso en la industria cárnica y en otras matrices alimentarias.

Al comparar fisicoquímica, microbiológica y sensorialmente la salchicha estándar con las salchichas elaboradas con diferentes concentraciones de harina de mango, se encontró que es posible realizarse las sustituciones en el producto cárnico solo hasta concentraciones menores al 50%, debido a que concentraciones superiores confieren características sensoriales y texturales no favorables para un producto cárnico, puesto que hasta este valor se tendrían características del tratamiento patrón y una mayor sustitución conduciría a un rechazo por parte de los consumidores.

La determinación del cambio de la capacidad antioxidante de la harina de mango durante su procesamiento, reportó para la harina que la capacidad antioxidante es alta lo cual favorece para las matrices alimentarias, así como el incrementar la sustitución de harina de mango en los diferentes tratamiento se aumenta la cantidad de antioxidantes presentes en cada uno de los mismos y aunque la capacidad antioxidante no fue tan significativo, contribuyo a la disminución de las reacciones de oxidación que son generados en la elaboración del producto cárnico.

Al determinar las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas de una salchicha estándar adicionada con diferentes concentraciones de harina de mango, se obtuvo que microbiológicamente las formulaciones exploratorias se encuentran en los niveles permisibles en la normativa; los parámetros fisicoquímicos arrojaron que al incorporar fibra

favorecerá la matriz del producto, y textural y sensorialmente se acepta una sustitución hasta del 25%.

9 RECOMENDACIONES

Para ensayos posteriores se recomienda realizar la cuantificación de fibra soluble e insoluble presente en la harina y de ese modo tener una mejor caracterización de la fibra presente en la harina y como esta influirá en la matriz que vaya a ser empleada.

Se recomienda evaluar la capacidad antioxidante empleando los métodos de ABTS y FRAP, con el fin de evaluar los compuestos fenólicos que contiene la harina para captar los radicales libres generados, operando en contra de los efectos perjudícales de oxidación; así mismo se recomienda realizar el estudio en soluciones acuosas y de este modo obtener una mejor cuantificación.

Es necesario evaluar el uso de la harina de mango como ingrediente en otras matrices alimentarias que permitan aprovechar los componentes que aporta esta harina y que favorezca la matriz del producto, así como también en la que dicha harina aporte un valor agregado al producto promoviendo de este modo el aprovechamiento de los residuos generados del mango.

Evaluar los porcentajes de sustitución mediante la evaluación con un panel entrenado, para obtener resultados más confiables en cuanto a las características sensoriales del producto y sea rechazado por parte del consumidor

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abugoch, L., Castro, E., Tapia, C., Añon, M., Gajardo, P., Villaroel, A. 2009. Stability of quinoa flour proteins (Chenopodium quinoa Willd.) during storage. Int. J. Food Sci. Techn. 44:2013- 2020.

Alba, C. Días, M. Duran. M, y colaboradores, 2008, ciencia tecnología e industria de alimentos, primera edición. Colombia (Bogotá), Grupo Latino Editores.

Alvarado, M. 2006. Efecto de la adicion de los derivados de Lupinus spp (Aislado, harina y concentrado proteico) sobre las características de textura de salchichas. Tesis Universidad Autónoma del estado de hidalgo, Tulancingo de Bravo Hgo.

Annor, I., Annan, A. y Wiredu. R., 1996. Cassavaas a non-conventional filer in comminuted meat products. Meat Science 44(3):193-202.

Armenteros, M., Ventanas, S., Morcuende, D., Estévez, M., Ventanass, J. Empleo de antioxidantes naturales en productos cárnicos. Facultad de veterinaria, Av. de la Universidad s/n 10003 Cáceres. Eurocarne N° 207. Junio.2012.

Badui. S y colaboradores, 2006, quimica de los alimentos, Cap. 4 Lípidos 245, Antioxidantes paginas 289-290, cuarta edición, editorial Prentice Hall México.

Baquero, C. Bermúdez, A. 1998, Los residuos vegetales de la industria de jugo de maracuyá como fuente de fibra dietética. En Temas de Tecnología de alimentos. Vol. 2. Fibra dietética; editado por Lajolo, M. y E. Wensel. CYTED. Instituto Politecnico Nacional, México, 207-214.

Benzie, I.F.F., Strain, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Anal. Biochem. 239, 70–76.
Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT Food Sci. Technol. 28, 25–30.

Bourne M.c. 1968. Texture profile of ripenings pears. Journal of food science 33,223-226.
Bortolomezzi, R., Sebastianutto N., Toniolo, R., Pozzariello, A. (2007). Comparative evaluation of the antioxidant capacity of smoke flavouring phenols by crocin bleaching inhibition, DPPH radical scavenging and oxidation potential. Food Chem. 100; p. 1481-1489.

Briceño. G, Guajardo. G, 1985. Tesis de licenciatura (Ingeniero Químico). Formulación de bolonia por programación lineal y análisis de su factibilidad técnica. Edit. Universidad de Sonora. Escuela de Ciencias Químicas

Brown L.; Rosner B.; Willett W.; Sacks F.M. 1999. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. Am. J. Clin. Nutr. 69(1):30-42.

Cao G, Russell RM, Lischner N, Pior Rl. Serum antioxidant capacity is increased by consummation of strawberries, spinach, red wine or vitamin C in ederly women. J. Nutr. 1998; 128:2383-2390.

Camacho, B., Toro, J., 2006, Fruticultura Colombiana Mango, manual de asistencia Tecnica, N°43, segunda edición, editorial Produmedios, Bogotá.

Carro, R y Gonzales, D. (2009, octubre). Estudio Del Impacto Ambiental Y Social: caso de una planta procesadora de mango Hipólito Yrigoyen, provincia de salta. XXVI Encuentro Nacional de Docentes de Administración de Producción. IV Congreso Latinoamericano de Producción, Logística y Operaciones. 4as. Jornada de Ingeniería Industrial y carreras afines, San Juan.

Cevallos. B.A, Byrne. H, Cisneros. L, Okie.R, Total phenolic and anthocyanin content in red-fleshed peaches and plums. International society for horticultural Science. V International Peach Symposium; 2005.

Changso, C. (2008). Study of extraction process, chemical and physic properties of mango seed almond fat (tesis de maestría). Universidad de Silpakorn, Tailandia.

CODEX STAN 184-1993, Emd. 1-2005, Norma del Codex Alimentarius para el mango.

CORPOICA. (19 de 12 de 2008). fresh plaza. obtenido de fresh plaza: recuperado el 13 de marzo de 2013, tomado de http://www.freshplaza.es/news_detail.asp?id=15708

Cofrades M.A.; Carballo J.; Fernández-Martín F.; Jiménez-Colmenero F. 2000. Plasma protein and soy fiber content effect on Bologna sausage properties as influenced by fat level. Journal Food Science. 65: 281-287.

Cho, Sungsoo; Jhonathan W. De Vries y Leon Prosky. 1997, Dietary Fiber, Analysis and Applications, AOAC International, USA. 1-9, 49-60,119-132.

Cruz, Marisa. 2002, "Caracterización fisicoquímica, fisiológica y funcional de residuos fibrosos de cascara de maracuyá (pasiflora edulis)" Tesis. Facultad de Ingeniera Química, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

Díaz, M. Duran. M, 2007, Manual del Ingeniero de Alimentos, tecnología de productos cárnicos, primera edición, Colombia (Bogotá), Grupo Latino Editores.

Fonseca, K. y Romero, J. (2012) evaluación de harinas precocidas y no precocidas de clones promisorios de papa criolla Solanum Tuberosum Grupo Phureja para aprovechamiento industrial. Universidad de la Salle, facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de alimentos.

FAO. (2013). Departamento de agrucultura y proteccion al consumidor, Recuperado el 14 de noviembre de 2013, tomado de:
http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html

FAO,(2010). ficha tecnica de produsctos frescos y procesados . colombia. recuperado el 15 de noviembre 2013 de
http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pprocesados/carn2.htm

Flores, E .A, Burciaga, A. A, Soriano, T.C, Alonso. N. M, Ramirez, B.P. (2005, Diciembre), Uso de Fibra de Avena y Trigo en Salchicha Viena Evaluando Nivel de Agrado y Nivel de textura, revista de la Universidad Autonoma del Nuevo Leon, p. 137.

Gabriela Olagnero, Andrea Abad, Silvia Bendersky, Carolina Genevois, Laura Granzella, Mara Montonati, Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos; DIAETA (B.Aires) 2007, Volumen 25, Nº 121; 7 de octubre de 2007, paginas 20-33.

García, I. 2003. Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos fibrosos de mango criollo (Mangifera indica L.) y su incorporación en galletas. Tesis Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapan de León, Oax, México.

Gracia. M,A, (2007). Recuperado el 27 de enero de 2015, tomado de: http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2007/56_1UAQ Garcia Nava. pdf

Gülçin Ý, Oktay M, Kireçci E, Küfrevioðlu ÖÝ. Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (Pimpinella anisum L) seed extracts. Food Chemistry. 2003, 83: 371 – 382.

Grupo De Formación UCO-6. Aula virtual en producción animal y gestión de la empresa ganadera. Universidad de Córdoba. Revisión bibliográfica: Capacidad de retención de agua. p. 1. 2005.

Hana Kim, Jeong Yong Moon, Hyeonji Kim, Dong-Sun Lee, Moonjae Cho, Hyung-Kyoon Choi, Young Suk Kim, Ashik Mosaddik, Somi Kim Cho, Antioxidant and antiproliferative activities of mango (Mangifera indica L.) flesh and peel, Food Chemistry, Volume 121, Issue 2, 15 July 2010, Pages 429-436, ISSN 0308-8146, http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.060. (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814609014800)

Hoover, R. 2001. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. Carbohydr. Polym. 45:253-567.

Hleap, J. Velazco, V. Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (oreochromis sp). 8 de noviembre de 2010, facultad de ciencias agropecuarias vol 8 No 2: 46-56.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación (Icontec) (2008). Norma Técnica de Colombia 1325 (quinta actualización). Bogotá

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación (Icontec) (2007). Norma Técnica de Colombia 3594 (tercera actualización). Bogotá.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación (Icontec) (1997). Norma Técnica de Colombia 4132 (primera actualización). Bogotá.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación (Icontec) (2007). Norma Técnica de Colombia 4458 (primera actualización). Bogotá.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación (Icontec) (2009). Norma Técnica de Colombia 4566 (primera actualización). Bogotá.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación (Icontec) (2007). Norma Técnica de Colombia 4574 (primera actualización). Bogotá.Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación (Icontec) (2006). Norma Técnica de Colombia 4679 (primera actualización). Bogotá.

Isaza M., Yeni L., Restrepo. A., López V. H, Ochoa G., Cabrera T., Kenneth R. Evolution Of The Antioxidant Capacity Of Frankfurter Sausage Model Systems With Added Cherry Extract (Prunus avium L.) during refrigerated storagevitae [en linea] 2011, 18 (Septiembre-

Diciembre) : [Fecha de consulta: 19 de febrero de 2015] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169822677004> ISSN 0121-4004

Kim D, Lee K, Lee H, Yong Lee C. Vitamin C Equivalent Antioxidant Capacity (VCEAC) of Phenolic Phytochemicals. J Agric Food Chem. 2002 May 22; 50 (13): 3713-3717.

Kuskoski E, Asuero A, Troncoso A, Mancini J, Fett R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. Cienc Tecnol Alimentos. 2005 Nov 30; 25 (4): 726-732.

Lee. H, Wicker. L, 1991. Anthocyanin pigments in the skin of lychee fruit. J. Food Sci. 56, 466–468.

Liu. D, Tsau. R, Lin. y, Jan. S, Tan. F, Effect of various levels of rosemary or Chinese mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage. Food Chem. 2009 Nov 1; 117 (1): 106-113.

López, Gines; Gasper Ros, Francisco Rincón, Ma. Jesús Periago, Carmen Martínez y Josefina Ortuño. 1997. Propiedades funcionales de la fibra dietética. Mecanismos de acción en el tracto intestinal. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion.*47:203-207.

Llerena, Karina. 2010. Utilización de harina de trigo y quinua para la elaboración de galletas, para los niños del parvulario de la E.S.P.O.CH. Tesis Escuela Superior Politécnica de Chimborozo. Riobamba, Ecuador.

Llorenç F, 2010. Aditivos e ingredientes en la fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero. Metalquimi. p. 27-41.

Ma. Xiaowei, Wu.Hongxia, Liu. Liqin, Yao. Quansheng, Wang. Songbiao, Zhan. Rulin, Xing,Shanshan, Zhou, Yigang; Polyphenolic compounds and antioxidant properties in mango fruits; JOUR, Scientia Horticulturae; volumen 129; Issue 1; 5 de Mayo 2011, paginas 102-107ISSN - 0304-4238; http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2011.03.015 (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423811001233

Maisuthisakula, P.; Gordon, M. H. 2009. Antioxidant and tyrosinase inhibitory activity of mango seed kernel by product. Food Chemistry 117(2): 332-341.

Mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage. Food Chem. 2009 Nov 1; 117 (1): 106-113.

Masuda. T, Yonemori. S, Oyama. Y, Takeda. Y, Tanaka. T, Andoh. T, et al.,1999. Evaluation of the antioxidant activity of environmental plants: Activityof the leaf extracts from seashore plants. J. Agric. Food Chem. 47,1749–1754.

Mejia. L, Martinez. H, Betancourt. J, Castrillòn. C, 2007, Aprovechamiento del residuo agroindustrial del mango común (Mangifera indica L.) en la obtención de azùcares fermentables, Volumen 3, numero 6 ISSN 1794-9165, diciembre de 2007, páginas 41-62

Morillas-Ruiz JM y Delgado-Alarcón JM, (2012) Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales; Nutritional analysis of vegetable food with different origins: Evaluation of antioxidant capacity and phenolic total compounds, Dpto. Tecnología de la Alimentación y Nutrición. Univ. Católica San Antonio de Murcia. Volumen 32, paginas 8 -20

Montañez. C, Pérez. I, (2007). Elaboración y evaluación de una salchicha tipo frankfurt con sustitución de harina de trigo por harina de quinua desaponificada (Chenopodium Quinoa, Wild). Universidad de la Salle, Facultad de ingeniería de alimentos.

Morerias, O., Carvajal, A., Cabreral, L. y Cuadrado, M. 2001. Tabla de composición de alimentos. Ediciones pirámide. Madrid.

Muñoz. A, et al. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. Rev. Soc. Quím. Perú, Lima, v. 73, n. 3, jul. 2014 Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S 180 634X2007000300003&lng=es&nrm=iso>. Consultado el 29 jun. 2015.

Nuckles, R. Smith, D. M and, R. 1990. Meat By-Product Protein Composition and Functional Properties in Model Systems. Journal Food Science. 55:640.

Ospina. M, Hernandez. E, lozano. C, (2012) Estudio experimental del proceso de fermentación de residuos agroindustriales del mango (Mangifera indica L) usando saccharomyces cerevisiae, Universidad Catolica De Manizales, Facultad De Salud, Programa De Bacteriologia, Grupo De Investigaciones Biologicas-Gibi, Manizales.

Pérez, M. Ponce, A. 2013, Manual de prácticas de laboratorio, Tecnología de Carnes, primera edición México, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.

Pérez. V, (2007),Evaluación de la actividad antioxidante En plantas de tomillo, tesisi no publicada, Universidad Politécnica De Cartagena, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica Departamento de Ciencia y Tecnología Agraria (p. 44-46).

Potter, A. 1999, Norman. Ciencias de los alimentos, Acribia. Zaragosa-España.

Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang X, Rice C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Bio Med. 1998 Oct 29; 26 (9-10): 1231-1237.

Romero, R. 2004. Caracterización de galletas elaboradas con cáscara de orujo de uva. Tesis Universidad de Sonora. Hermosillo. Sonora, México.

Rosado, Jorge L. y Margarita Diaz. 1995, Propiedades fisicoquímicas relacionadas con función gastrointestinal de seis fuentes de fibra dietética. Rev. Invest. Clin.47, 283-289.

Sánchez, B. 2005. Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra dietética del fruto de níspero (Eriobotrya japonica) y de la cáscara de mango obo (Mangifera indica L). Tesis Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapan de León, Oax, México

Secretaria de comercio y fomento industrial (Secofi, México). Guías empresariales. Embutidos. Editorial Limusa S.A. de C.V. 2000.

Soong, Yean-Yean; Barlow, Philip J; Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds; Food Chemistry, volume 88, Issue 3, Diciembre 2004, paginas 411-417, ISSN 0308-8146;http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.003, (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814604001293

Suarez, D (2003). Guía de procesos para la elaboración de harina, almidones, hojuelas deshidratadas y compotas. Bogotá: Convenio Andrés Bello.

Sumaya, M. T, Sanchez, L. M, Torres, G, Garcia, D, (2012, Enero), Red de Valor del Mango y Sus Desechos Con Base en Las Propiedades Nutricionales y Funcionales, Revista Mexicana de Agronegocios, p. 826.

Shivashankara K, Isobe S, Al-Haq M, Takenaka M, Shiina, T. Fruit Antioxidant Activity, Ascorbic Acid, Total Phenol, Quercetin, and Carotene of Irwin Mango Fruits Stored at Low Temperature after High Electric Field Pretreatment. J Agric Food Chem. 2004 Feb 10; 50 (5): 893-898.

Torres. J, Caballero. B, Burgos. J, Fernández. J, 2010, Análisis del aprovechamiento de subproductos del mango (Mangifera indica L.) para la obtención de compuestos farmacológicos y nutricionales, e artículos técnicos, alimentaria, volumen 417, paginas 95-98.

Universidad nacional abierta y a distancia. Facultad de ciencias básicas e ingeniería. Ingeniería de alimentos. Tecnología de carnes y pescados. 2005. p. 34. [En línea] disponible en: http://www.slideshare.net/INGSOCARRAS/modulo-carnicos [Citado2015-05- 20].

Vergara, (2005). Obtención de fibra dietética antioxidante a partir de mango y su aplicación en productos de panificación. Tesis no publicada. Instituto politécnico nacional, coordinación general de posgrado e investigación.

11 ANEXOS

ANEXO A. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de mango.

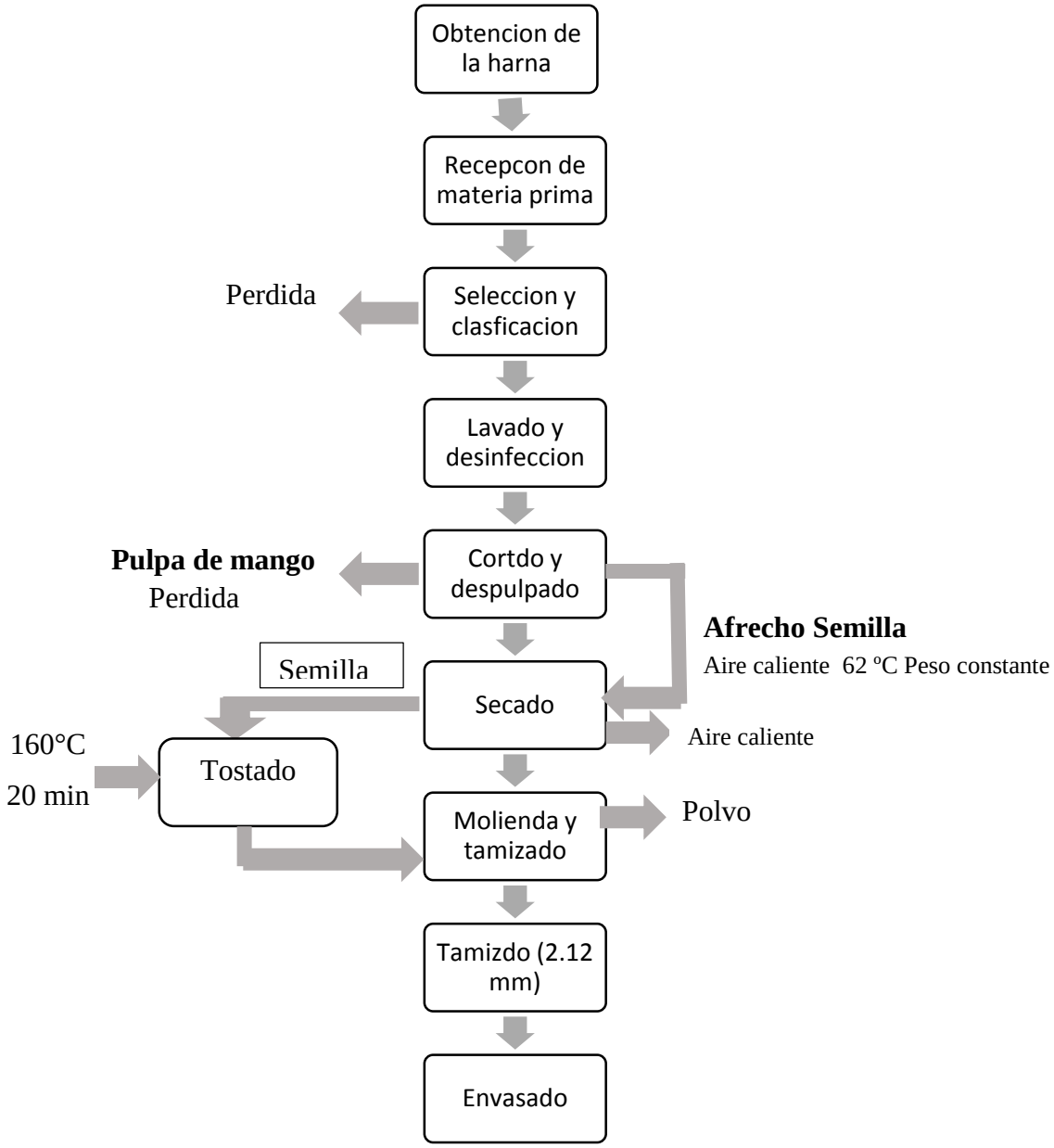


Figura 3. Diagrama de flujo elaboración de harina de mango

ANEXO B. Curva de calibración de glucosa para la determinación de almidón por el método de DNS.

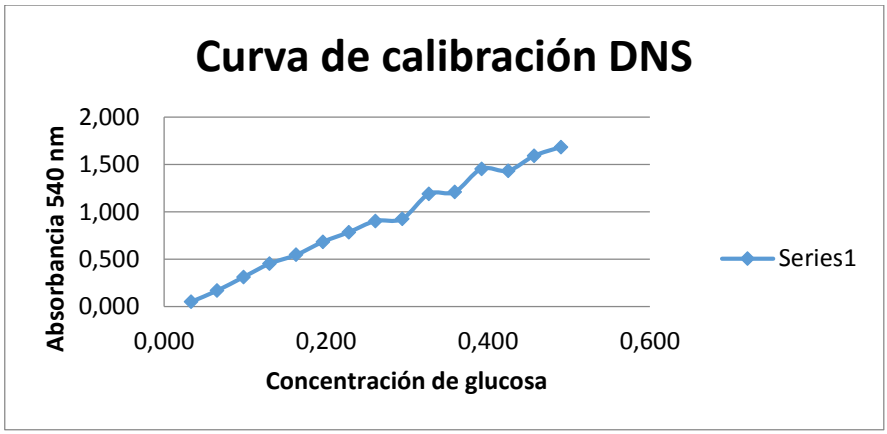


Gráfico 12. *Curva de calibración de glucosa para medir DNS*

ANEXO C. Diagrama de flujo para la elaboración del producto cárnico (Salchicha tipo estándar).

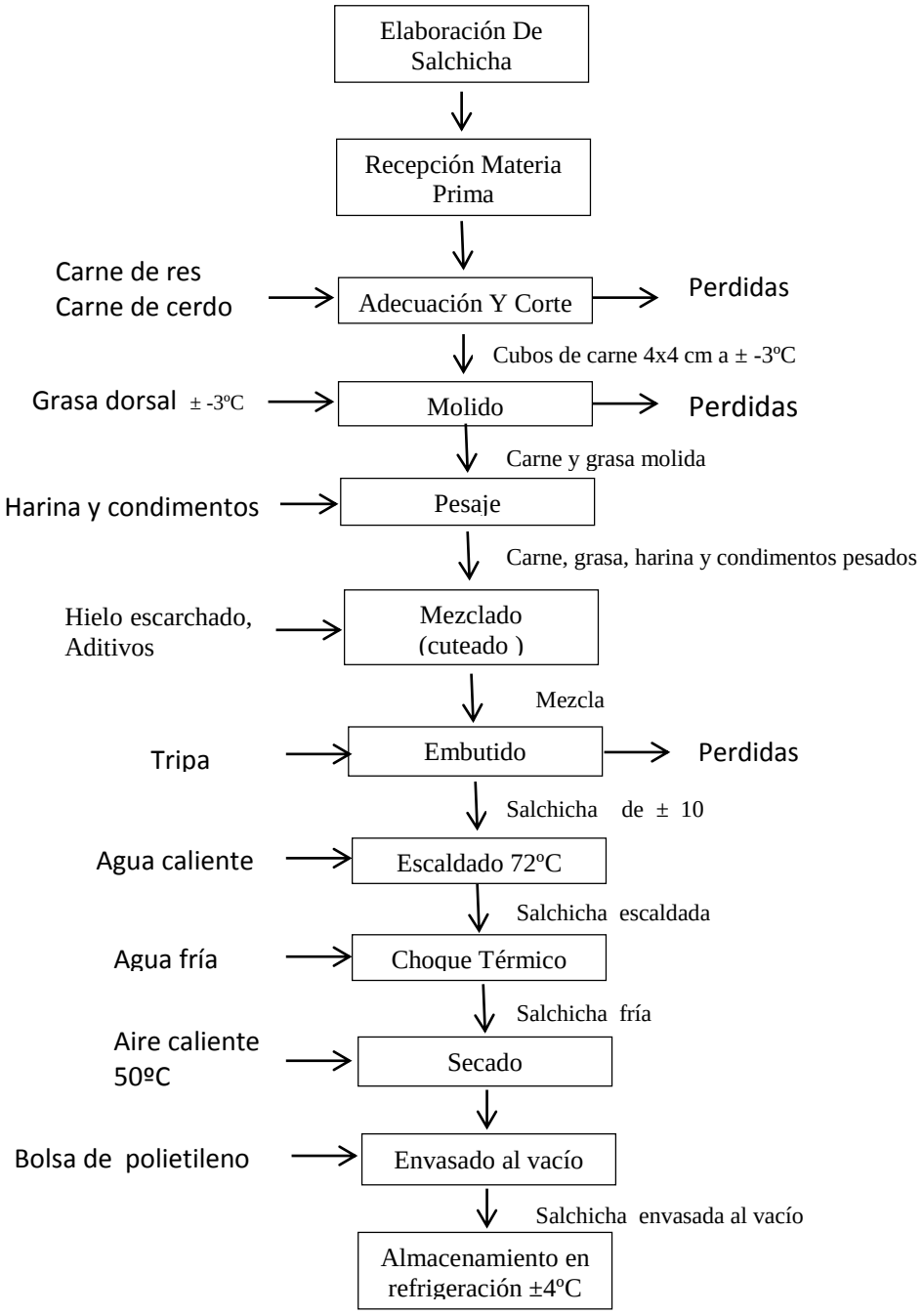


Gráfico 13. Diagrama de flujo elaboración de la salchicha tipo estándar.

ANEXO D. Formato de evaluación del panel sensorial.

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA - PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
PRUEBA SENSORIAL

NOMBRE PANELISTA: ---------- FECHA: ----------
PRODUCTO: ---------- HORA: ----------
TIPO: Preferencia METODO: Ordenamiento

INSTRUCCIONES:

Señor panelista, ante usted se presentan cuatro (4) muestras codificadas, por favor pruebe cada muestra y califíquelas según su preferencia, colocando el número en la tabla según como se indica a continuación:

1: Me disgusta extremadamente
2: Me disgusta levemente
3: No me gusta ni me disgusta
4: Me gusta levemente
5: Me gusta extremadamente

Muestra	424	180	561	818
Color				
Olor				
Sabor				
Textura				

Comentarios: ----------

Gracias por su colaboración!

Figura 3. Formato de evaluación del panel sensorial.

ANEXO E. Curva de calibración de concentración de ácido gálico para fenoles medido en una absorbancia de 760 nm.

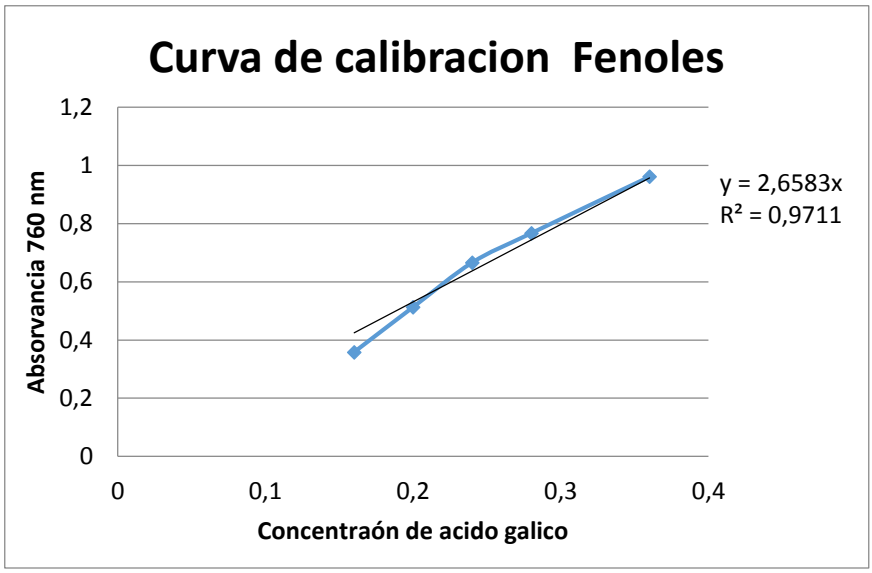


Gráfico 14. Curva de calibración fenoles.

ANEXO F. Curva de calibración de TEAC para determinación de DPPH a una absorbancia de 517nm.

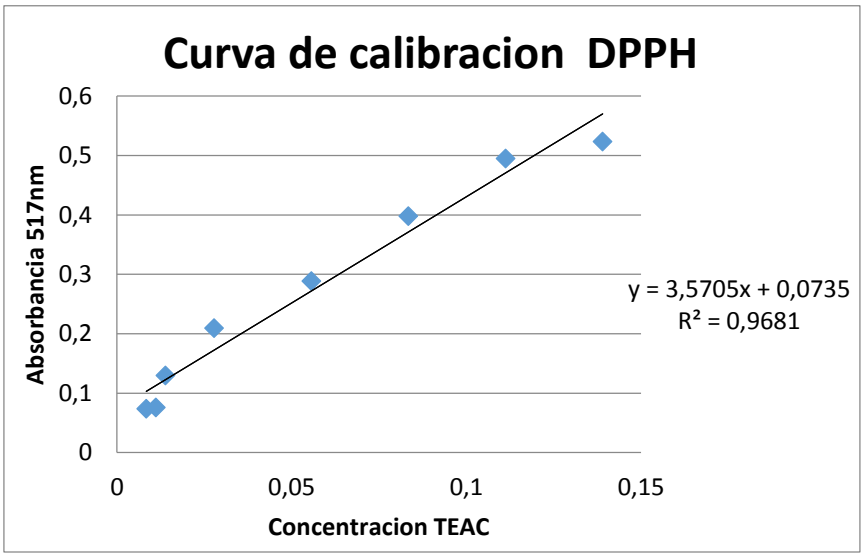
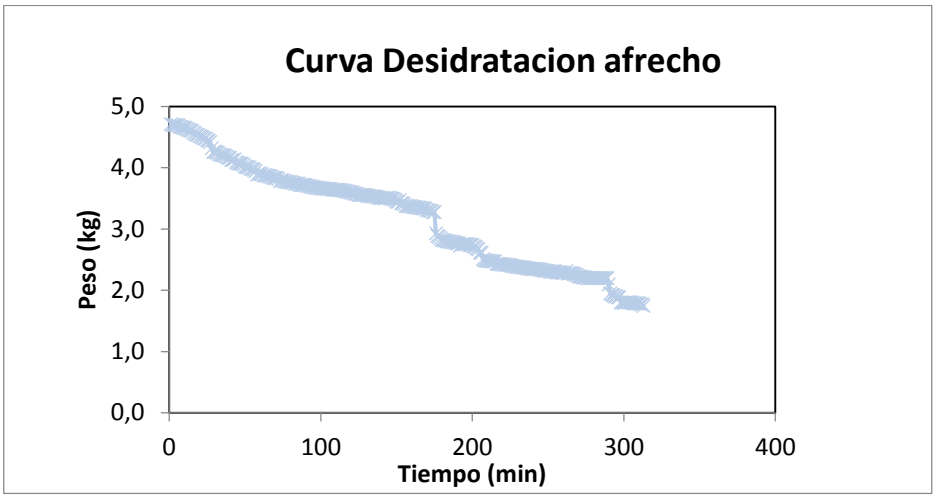
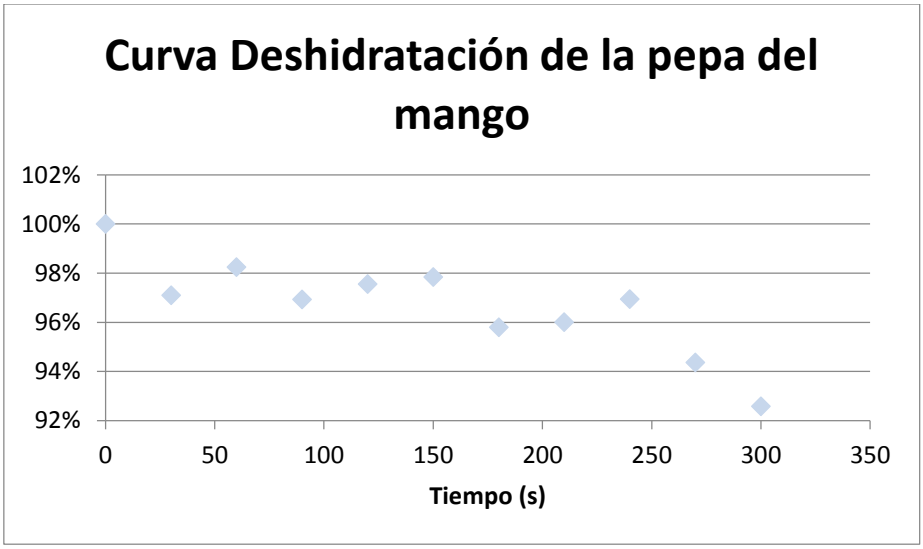


Gráfico 15. Curva de calibración para DPPH

ANEXO G. Curva de deshidratación del mango.



(a)



(b)

Gráfico 16. (a) Curva de deshidratación del afrecho y (b) curva de deshidratación semilla través del tiempo hasta llegar a peso constante.

ANEXO H. Análisis Estadístico para la caracterización bromatológica del producto cárnico (Salchicha tipo estándar).

ANOVA unidireccional: % Humedad vs. % de harina de mango

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
% de harina de mango	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
% de harina de mango	3	6,8705	2,29017	139,34	0,000
Error	8	0,1315	0,01644		
Total	11	7,0020			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,128201	98,12%	97,42%	95,77%

Medias

% de harina de mango	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	63,5905	0,1408	(63,4198. 63,7612)
25	3	61,7853	0,0605	(61,6146. 61,9560)
50	3	63,6631	0,1302	(63,4924. 63,8337)
75	3	63,2019	0,1590	(63,0312. 63,3726)

Desv.Est. agrupada = 0,128201

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

% de harina de mango	N	Media	Agrupación
50	3	63,6631	A
0	3	63,5905	A
75	3	63,2019	B
25	3	61,7853	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: % Cenizas vs. % de harina de mango

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
% de harina de mango	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
% de harina de mango	3	0,4583	0,1528	1,09	0,408
Error	8	1,1217	0,1402		
Total	11	1,5799			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,374442	29,01%	2,38%	0,00%

Medias

% de harina de mango	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	3,11271	0,00590	(2,61419. 3,61123)
25	3	3,14299	0,01014	(2,64447. 3,64152)
50	3	3,3685	0,0311	(2,8699. 3,8670)
75	3	3,597	0,748	(3,099. 4,096)

Desv.Est. agrupada = 0,374442

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

% de harina de mango	N	Media	Agrupación
75	3	3,597	A
50	3	3,3685	A
25	3	3,14299	A
0	3	3,11271	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: % Proteína vs. % de harina de mango

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
% de harina de mango	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
% de harina de mango	3	1,869	0,6231	3,04	0,093
Error	8	1,640	0,2050		
Total	11	3,510			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,452781	53,27%	35,74%	0,00%

Medias

% de harina de mango	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	19,770	0,739	(19,167. 20,373)
25	3	18,979	0,292	(18,376. 19,581)
50	3	18,931	0,338	(18,328. 19,534)
75	3	18,738	0,272	(18,135. 19,341)

Desv.Est. agrupada = 0,452781

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

% de harina de mango	N	Media	Agrupación
0	3	19,770	A
25	3	18,979	A
50	3	18,931	A
75	3	18,738	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: % Grasa vs. % de harina de mango

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
% de harina de mango	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
% de harina de mango	3	36,211	12,0705	60,86	0,000
Error	8	1,587	0,1983		
Total	11	37,798			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,445326	95,80%	94,23%	90,56%

Medias

% de harina de mango	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	9,666	0,298	(9,074. 10,259)
25	3	5,847	0,745	(5,254. 6,439)
50	3	5,798	0,364	(5,205. 6,391)
75	3	5,3842	0,1278	(4,7913. 5,9771)

Desv.Est. agrupada = 0,445326

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

% de harina de mango	N	Media	Agrupación
0	3	9,666	A
25	3	5,847	B
50	3	5,798	B

75 3 5,3842 B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ICs simultáneos de 95% de Tukey

ANOVA unidireccional: %Almidón vs. % de harina de mango

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
% de harina de mango	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
% de harina de mango	3	1,13905	0,379683	60,48	0,000
Error	8	0,05022	0,006278		
Total	11	1,18927			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,0792323	95,78%	94,19%	90,50%

Medias

% de harina de mango	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	4,6532	0,0906	(4,5477. 4,7586)
25	3	4,6424	0,0981	(4,5369. 4,7479)
50	3	4,4139	0,0816	(4,3084. 4,5194)

75 3 3,8934 0,0248 (3,7879. 3,9989)

Desv.Est. agrupada = 0,0792323

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

% de harina de mango	N	Media	Agrupación
0	3	4,6532	A
25	3	4,6424	A
50	3	4,4139	B
75	3	3,8934	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ICs simultáneos de 95% de Tukey

ANOVA unidireccional: % Fibra vs. % de harina de mango

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
% de harina de mango	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
% de harina de mango	3	1,962	0,6539	2,63	0,122
Error	8	1,988	0,2485		
Total	11	3,949			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,498453	49,67%	30,80%	0,00%

Medias

% de harina de mango	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	3,8421	0,0811	(3,1784. 4,5057)
25	3	4,170	0,541	(3,506. 4,834)
50	3	4,499	0,282	(3,835. 5,162)
75	3	4,935	0,784	(4,271. 5,598)

Desv.Est. agrupada = 0,498453

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

% de harina de mango	N	Media	Agrupación
75	3	4,935	A
50	3	4,499	A
25	3	4,170	A
0	3	3,8421	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones en parejas de Fisher

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

% de harina de mango	N	Media	Agrupación
75	3	4,935	A
50	3	4,499	A B
25	3	4,170	A B
0	3	3,8421	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO I. Análisis estadístico de la capacidad de retención de agua por los métodos de cocción y goteo.

ANOVA unidireccional: PERDIDA POR GOTEO vs. PROMEDIO 15 DIAS
Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
PROMEDIO 15 DIAS	4	1. 2. 3. 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PROMEDIO 15 DIAS	3	12,6502	4,21673	612,60	0,000
Error	8	0,0551	0,00688		
Total	11	12,7053			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,0829659	99,57%	99,40%	99,02%

Medias

PROMEDIO 15 DIAS	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	3	4,9100	0,0458	(4,7995. 5,0205)
2	3	2,7800	0,1308	(2,6695. 2,8905)
3	3	5,0967	0,0404	(4,9862. 5,2071)
4	3	5,3600	0,0819	(5,2495. 5,4705)

Desv.Est. agrupada = 0,0829659

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

PROMEDIO
15 DIAS N Media Agrupación
4 3 5,3600 A
3 3 5,0967 B
1 3 4,9100 B
2 3 2,7800 C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: PERDIDA POR COCCION vs. PROMEDIO 15 DIAS

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores
PROMEDIO 15 DIAS 4 1. 2. 3. 4

Análisis de Varianza

Fuente GL SC Ajust. MC Ajust. Valor F Valor p
PROMEDIO 15 DIAS 3 1,897 0,6324 0,82 0,520
Error 8 6,195 0,7743
Total 11 8,092

Resumen del modelo

R-cuad. R-cuad.
S R-cuad. (ajustado) (pred)
0,879962 23,45% 0,00% 0,00%

Medias

PROMEDIO

15 DIAS	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	3	3,223	1,001	(2,052. 4,395)
2	3	2,833	0,405	(1,662. 4,005)
3	3	2,173	1,240	(1,002. 3,345)
4	3	3,047	0,628	(1,875. 4,218)

Desv.Est. agrupada = 0,879962

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

PROMEDIO

15 DIAS	N	Media	Agrupación
1	3	3,223	A
4	3	3,047	A
2	3	2,833	A
3	3	2,173	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

ANEXO J. Análisis estadístico para el perfil de textura TPA.

ANOVA unidireccional: Dureza vs. Muestra
Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	3	10,122	3,3741	15,98	0,001
Error	8	1,690	0,2112		
Total	11	11,812			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,459570	85,70%	80,33%	67,81%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	5,690	0,328	(5,078. 6,302)
25	3	7,5149	0,1545	(6,9030. 8,1267)
50	3	7,274	0,559	(6,662. 7,886)
75	3	8,197	0,633	(7,585. 8,809)

Desv.Est. agrupada = 0,459570

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
75	3	8,197	A
25	3	7,5149	A
50	3	7,274	A
0	3	5,690	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: Elasticidad vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	3	0,01224	0,004079	0,24	0,866
Error	8	0,13619	0,017023		
Total	11	0,14842			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,130474	8,24%	0,00%	0,00%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	0,848	0,175	(0,674. 1,021)

25 3 0,8591 0,0614 (0,6854. 1,0328)
50 3 0,8571 0,0839 (0,6834. 1,0309)
75 3 0,9277 0,1636 (0,7540. 1,1014)

Desv.Est. agrupada = 0,130474

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
75	3	0,9277	A
25	3	0,8591	A
50	3	0,8571	A
0	3	0,848	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: Cohesividad vs. Muestra

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	3	0,03617	0,012055	8,33	0,008
Error	8	0,01158	0,001447		
Total	11	0,04774			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,0380386	75,75%	66,66%	45,45%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	0,13502	0,01576	(0,08438. 0,18567)
25	3	0,15330	0,00689	(0,10266. 0,20395)
50	3	0,1342	0,0193	(0,0836. 0,1849)
75	3	0,2664	0,0715	(0,2158. 0,3170)

Desv.Est. agrupada = 0,0380386

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
75	3	0,2664	A
25	3	0,15330	B
0	3	0,13502	B
50	3	0,1342	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

ANOVA unidireccional: Adhesividad vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	3	0,000000	0,000000	1,84	0,218
Error	8	0,000000	0,000000		
Total	11	0,000000			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,0001731	40,87%	18,70%	0,00%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	0,000225	0,000188	(-0,000006. 0,000455)
25	3	0,000293	0,000195	(0,000063. 0,000524)
50	3	-0,000006	0,000170	(-0,000237. 0,000224)
75	3	0,000081	0,000133	(-0,000149. 0,000312)

Desv.Est. agrupada = 0,000173122

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
25	3	0,000293	A
0	3	0,000225	A
75	3	0,000081	A
50	3	-0,000006	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: Gomosidad vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores
Muestra 4 0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	3	3,638	1,2126	9,48	0,005
Error	8	1,023	0,1279		
Total	11	4,661			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,357605	78,05%	69,82%	50,61%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	0,7653	0,0529	(0,2892. 1,2414)
25	3	1,1522	0,0619	(0,6761. 1,6283)
50	3	0,9744	0,1400	(0,4983. 1,4505)
75	3	2,196	0,697	(1,719. 2,672)

Desv.Est. agrupada = 0,357605

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
75	3	2,196	A
25	3	1,1522	B
50	3	0,9744	B
0	3	0,7653	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: Masticación vs. Muestra

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	3	83335	27778	6,17	0,018
Error	8	35995	4499		
Total	11	119330			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
67,0773	69,84%	58,52%	32,13%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	74,87	16,34	(-14,44. 164,17)
25	3	124,16	12,51	(34,85. 213,46)
50	3	94,52	9,12	(5,22. 183,83)
75	3	286,0	132,3	(196,7. 375,3)

Desv.Est. agrupada = 67,0773

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
75	3	286,0	A
25	3	124,16	A B
50	3	94,52	B
0	3	74,87	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: Fracturabilidad vs. Muestra

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	3	21,93	7,309	0,85	0,504
Error	8	68,76	8,595		
Total	11	90,69			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2,93173	24,18%	0,00%	0,00%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	2,14	2,02	(-1,76. 6,04)
25	3	5,10	4,16	(1,20. 9,01)
50	3	1,528	1,332	(-2,375. 5,432)
75	3	2,99	3,35	(-0,92. 6,89)

Desv.Est. agrupada = 2,93173

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
25	3	5,10	A
75	3	2,99	A
0	3	2,14	A
50	3	1,528	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO K. Análisis estadístico para Warner-Bratlet.

ANOVA unidireccional: Firmeza vs. Muestra

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	3	275,48	91,826	9,60	0,005
Error	8	76,55	9,568		
Total	11	352,02			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
3,09327	78,26%	70,10%	51,07%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	35,09	2,06	(30,97. 39,21)
25	3	31,23	3,22	(27,11. 35,35)
50	3	29,08	2,27	(24,96. 33,20)
75	3	21,91	4,30	(17,80. 26,03)

Desv.Est. agrupada = 3,09327

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
0	3	35,09	A
25	3	31,23	A
50	3	29,08	A B
75	3	21,91	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: Esfuerzo vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	3	2,8625	0,95417	9,60	0,005
Error	8	0,7954	0,09943		
Total	11	3,6579			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,315318	78,26%	70,10%	51,07%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	3,577	0,210	(3,157. 3,997)
25	3	3,183	0,328	(2,763. 3,603)
50	3	2,964	0,231	(2,545. 3,384)
75	3	2,234	0,438	(1,814. 2,654)

Desv.Est. agrupada = 0,315318

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
0	3	3,577	A
25	3	3,183	A
50	3	2,964	A B
75	3	2,234	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ICs simultáneos de 95% de Tukey.

ANEXO L. Análisis estadístico para el análisis sensorial.

Prueba de Kruskal-Wallis: COLOR vs. Tratamiento

Prueba de Kruskal-Wallis en COLOR

			Clasificación	
tratamiento	N	Mediana	del promedio	Z
1	70	4,000	198,0	6,86
2	70	4,000	162,3	2,60
3	70	2,000	96,4	-5,26
4	70	2,000	105,3	-4,20
General	280		140,5	

H = 74,35 GL = 3 P = 0,000
H = 79,21 GL = 3 P = 0,000 (ajustados para los vínculos)

Prueba de mediana de Mood: COLOR en función de tratamiento

Prueba de la mediana de la moda para COLOR
Chi-cuadrada = 57,47 GL = 3 P = 0,000

					ICs de 95,0% individuales
tratamiento	N≤	N>	Mediana	Q3-Q1	-------+---------+---------+---------
1	20	50	4,00	1,25	*
2	34	36	4,00	1,00	(----------*)
3	60	10	2,00	1,00	*----------)
4	52	18	2,00	2,00	*----------)
					-------+---------+---------+---------
					2,40 3,00 3,60

Mediana general = 3,00

Prueba de Kruskal-Wallis: OLOR vs. tratamiento

Prueba de Kruskal-Wallis en OLOR

			Clasificación	
tratamiento	N	Mediana	del promedio	Z
1	70	4,000	150,4	1,18
2	70	4,000	153,3	1,53
3	70	3,000	133,4	-0,85
4	70	3,000	124,9	-1,86
General	280		140,5	

H = 5,93 GL = 3 P = 0,115
H = 6,55 GL = 3 P = 0,088 (ajustados para los vínculos)
Prueba de mediana de Mood: OLOR en funcion de tratamiento

Prueba de la mediana de la moda para OLOR
Chi-cuadrada = 12,49 GL = 3 P = 0,006

ICs de 95,0% individuales

tratamiento	N≤	N>	Mediana	Q3-Q1	+---------+---------+---------+------
1	30	40	4,00	2,00	(----------*----------
2	32	38	4,00	1,00	(----------*----------
3	44	26	3,00	1,25	*
4	47	23	3,00	2,00	*

+---------+---------+---------+------
3,00 3,30 3,60 3,90

Mediana general = 3,00

Prueba de Kruskal-Wallis: SABOR vs. tratamiento

Prueba de Kruskal-Wallis en SABOR

Clasificación

tratamiento	N	Mediana	del promedio	Z
1	70	4,000	174,3	4,04
2	70	4,000	143,3	0,33
3	70	4,000	153,1	1,50
4	70	3,000	91,3	-5,87
General	280		140,5	

H = 39,82 GL = 3 P = 0,000
H = 43,09 GL = 3 P = 0,000 (ajustados para los vínculos)

Prueba de mediana de Mood: SABOR en función de tratamiento

Prueba de la mediana de la moda para SABOR
Chi-cuadrada = 42,65 GL = 3 P = 0,000

ICs de 95,0% individuales

tratamiento	N<	N≥	Mediana	Q3-Q1	-------+---------+---------+---------
1	18	52	4,00	1,00	*
2	34	36	4,00	1,00	(----------*
3	27	43	4,00	1,00	(----------*
4	55	15	3,00	1,00	(----------*

```
                                -------+---------+---------+---------
                                   2,40      3,00      3,60
```

Mediana general = 4,00

Prueba de Kruskal-Wallis: TEXTURA vs. tratamiento

Prueba de Kruskal-Wallis en TEXTURA

		Clasificación		
tratamiento	N	Mediana	del promedio	Z
1	70	4,000	177,0	4,35
2	70	4,000	159,5	2,26
3	70	3,000	131,9	-1,03
4	70	3,000	93,6	-5,59
General	280		140,5	

H = 42,29 GL = 3 P = 0,000
H = 44,99 GL = 3 P = 0,000 (ajustados para los vínculos)

Prueba de mediana de Mood: TEXTURA en funcion de tratamiento

Prueba de la mediana de la moda para TEXTURA
Chi-cuadrada = 29,72 GL = 3 P = 0,000

					ICs de 95,0% individuales
tratamiento	N<	N≥	Mediana	Q3-Q1	-------+---------+---------+---------
1	19	51	4,00	2,00	*
2	26	44	4,00	1,00	*
3	40	30	3,00	2,00	*----------)
4	48	22	3,00	3,00	(----------*

```
                                -------+---------+---------+---------
                                   2,40      3,00      3,60
```

Mediana general = 4,00

ANEXO M. Análisis estadístico para antioxidantes para la determinación de fenoles totales.

ANOVA unidireccional: FENOLES TOTALES µgGA/g vs. % DE HARINA DE MANGO

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
% DE HARINA DE MANGO	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
% DE HARINA DE MANGO	3	226180	75393,4	2356,00	0,000
Error	8	256	32,0		
Total	11	226436			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
5,65691	99,89%	99,84%	99,75%

Medias

% DE HARINA DE MANGO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	324,21	5,02	(316,68. 331,74)
25	3	514,51	3,49	(506,98. 522,04)
50	3	635,61	8,86	(628,08. 643,14)
75	3	678,02	3,49	(670,49. 685,56)

Desv.Est. agrupada = 5,65691

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

% DE HARINA DE MANGO	N	Media	Agrupación
75	3	678,02	A
50	3	635,61	B
25	3	514,51	C
0	3	324,21	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO N. Análisis estadístico para antioxidantes para la determinación de DPPH.

ANOVA unidireccional: DPPH vs. % DE HARINA DE MANGO EN LAS SALCHICHAS

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
% DE HARINA DE MANGO	4	0. 25. 50. 75

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
% DE HARINA DE MANGO	3	0,04425	0,014749	1,64	0,255
Error	8	0,07176	0,008970		
Total	11	0,11601			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,0947123	38,14%	14,94%	0,00%

Medias

% DE HARINA DE MANGO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0	3	1,627	0,178	(1,501. 1,753)
25	3	1,6733	0,0280	(1,5472. 1,7994)
50	3	1,7247	0,0450	(1,5986. 1,8508)
75	3	1,7900	0,0352	(1,6639. 1,9161)

Desv.Est. agrupada = 0,0947123

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

% DE HARINA DE MANGO	N	Media	Agrupación
75	3	1,7900	A
50	3	1,7247	A
25	3	1,6733	A
0	3	1,627	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.