

1-1-2018

Evaluación de la sustitución de grasa por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt

Mayra Alexandra Romero Pulido
Universidad de La Salle, Bogotá

Ángela Viviana Alvarado Parra
Universidad de La Salle, Bogotá

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

Citación recomendada

Romero Pulido, M. A., & Alvarado Parra, Á. V. (2018). Evaluación de la sustitución de grasa por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/166

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 DE LA SUSTITUCIÓN DE GRASA POR HARINA DE PEPINO
(*Cyclanthera pedata*) EN UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT**

MAYRA ALEXANDRA ROMERO PULIDO

ANGELA VIVIANA ALVARADO PARRA

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Bogotá DC

2018

**EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN DE GRASA POR HARINA DE PEPINO
(*Cyclanthera pedata*) EN UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT**

MAYRA ALEXANDRA ROMERO PULIDO

ANGELA VIVIANA ALVARADO PARRA

Trabajo de grado presentado para optar al título de:

Ingeniero de Alimentos

Dirigido por: Ing. Ángela María Otálvaro Álvarez

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Bogotá DC

2018

Después de tantos esfuerzos, decisiones y oportunidades le doy gracias a Dios, por la vida, la salud, la educación y por mi maravillosa familia que es el regalo más grande.

A mis padres Tito Rafael y Sylvia quiero darles las gracias, por educarme bajo los principios de responsabilidad, disciplina y perseverancia, en especial a mi mamá por confiar en mí y apoyarme desde el inicio de esta etapa, nunca será suficiente agradecerte y dedicarte este logro.

A Lorena, mi hermana y amiga por ser el mejor ejemplo de responsabilidad y esfuerzo para poder alcanzar mis metas y sueños, por su incondicional apoyo y su cariño sincero en cada momento de mi vida, de igual forma a mis hermanos Henry y Cristhian que con sus buenos consejos me animaron a seguir adelante y culminar mi carrera.

A Elkin por su motivación en cada paso logrando siempre dar lo mejor de mí, gracias por compartir los momentos más difíciles y los felices de este proceso.

A la profesora Ángela Otalvaro por ser una fuente de inspiración a lo largo de mi proceso universitario.

MAYRA ALEXANDRA ROMERO PULIDO

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa.”

(Mahatma Gandhi).

Agradezco a Dios por la sabiduría, inteligencia y conocimiento para llevar a cabo este logro.

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional en mi carrera.

A mis hermanos por estar a mi lado y nunca dejarme sola en momentos de dificultad.

A mis maestros, compañeros y todas aquellas personas que estuvieron en mi proceso de aprendizaje.

ANGELA VIVIANA ALVARADO PARRA

“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber. ”

Albert Einstein

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ingeniería de Alimentos de la Universidad de La Salle, por habernos permitido formar académicamente inculcando valores de solidaridad, honestidad y responsabilidad social.

Gran agradecimiento durante el desarrollo de la investigación a nuestra directora Ing. Ángela María Otálvaro, por su dedicación, acompañamiento y disposición permanente al brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.

A los Ingenieros Milton Rodríguez y Javier Rey Jurados de esta investigación, por su colaboración y el tiempo, demostrando siempre su profesionalismo y calidad humana.

Índice

RESUMEN	13
GLOSARIO Y/O ABREVIATURAS	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
OBJETIVOS.....	17
1. MARCO DE REFERENCIA.....	18
1.1. MARCO TEÓRICO	18
1.1.1 Origen y botánica del pepino (<i>Cyclanthera pedata</i>)	18
1.1.2 Características agronómicas del pepino	19
1.1.3 Información nutricional del pepino	19
1.1.4 Derivados cárnicos	20
1.1.4.1 Generalidades sobre emulsiones	21
1.1.4.2 PRODUCTOS CÁRNICOS PROCESADOS	23
1.1.5 Alternativas para la reducción de grasa en los productos cárnicos.....	27
1.2 ESTADO DEL ARTE	28
1.3 MARCO LEGAL	30
2 METODOLOGIA	31
2.1 OBTENCIÓN DE LA HARINA DE PEPINO (<i>Cyclanthera pedata</i>).....	31
2.1.1 Compra y selección de materia prima	31
2.1.2 Lavado, desinfección y pesaje	31
2.1.3 Escaldado	32
2.1.4 Secado	32
2.1.5 Molienda y tamizado	33
2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE PEPINO.....	33
2.2.1 Rendimiento (fresco–deshidratado).....	33
2.2.2 Capacidad de hinchamiento (CH).....	34
2.2.3 Capacidad de retención de agua (CRA)	34
2.2.4 Pruebas bromatológicas.....	34
2.3 FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DEL PRODUCTO	34
2.3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL	36
2.3.2 PRUEBAS Y CARACTERIZACIÓN DE PRODUCTO	37
2.3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	38
2.4 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DEL PRODUCTO	39
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
3.1 OBTENCIÓN DE LA HARINA DE PEPINO.....	40
3.2 CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE PEPINO.....	42

3.3 EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN DE GRASA POR HARINA DE CÁSCARA DE PEPINO EN LA SALCHICHA TIPO FRANKFURT	47
3.3.1 Prueba de textura	47
3.3.2 Esfuerzo al corte	48
3.3.3 Color.....	49
3.3.4 Capacidad de retención de agua por goteo (CRA)	50
3.4 Selección de los tratamientos más similares a la salchicha Patrón	52
3.4.1 Pruebas fisicoquímicas a los dos tratamientos y la muestra patrón	52
3.4.2 Pruebas microbiológicas.....	54
3.4.3 Análisis sensorial.....	55
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS	60
ANEXOS	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Composición nutricional de caigua (Cyclanthera pedata).</i>	19
Tabla 2. <i>Restricciones y parámetros de calidad para la elaboración de productos cárnicos cocidos (indicadores de balance tecnológico)</i>	35
Tabla 3. <i>Requisitos de composición y formulación para productos cárnicos cocidos</i>	35
Tabla 4. <i>Niveles de sustitución de grasa por harina de pepino.....</i>	36
Tabla 5. <i>Formulaciones con variación en los porcentajes de grasa por sustitución de harina de pepino.</i>	37
Tabla 6. <i>Rendimiento en etapas del proceso de la obtención de la harina de pepino</i>	41
Tabla 7. <i>Composición proximal y fisicoquímica de harina de pepino (Cyclanthera pedata)</i>	42
Tabla 8. <i>Capacidad de hinchamiento (CH) y Capacidad de retención de agua (CRA) de la harina de pepino (Cyclanthera pedata).....</i>	44
Tabla 9. <i>Valores promedio del perfil de textura</i>	47
Tabla 10. <i>Valores promedio del esfuerzo al corte en las salchichas tipo Frankfurt a los diferentes niveles de sustitución de grasa por de harina de cáscara de pepino.....</i>	48
Tabla 11. <i>Valores promedio de colorimetría en las salchichas tipo Frankfurt a los diferentes niveles de sustitución de grasa por harina de cáscara de pepino.</i>	49
Tabla 12. <i>Valores promedio de la capacidad de retención de agua por goteo (CRA).....</i>	50
Tabla 13. <i>Resumen de similitudes en los parámetros medidos entre el patrón y los tratamientos.</i>	52
Tabla 14. <i>Resultados de composición proximal y fisicoquímica de las salchichas.....</i>	53
Tabla 15. <i>Resultados pruebas microbiológicas</i>	54

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. <i>Rendimiento (fresco- deshidratado)</i>	33
Ecuación 2. <i>Capacidad de hinchamiento</i>	34
Ecuación 3. <i>Capacidad de retención de agua</i>	34
Ecuación 4. <i>Capacidad de retención de agua por goteo</i>	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Cyclanthera pedata</i>	18
Figura 2. <i>Materia prima</i>	31
Figura 3. <i>Pesaje del producto</i>	32
Figura 4. <i>Escaldado del producto</i>	32
Figura 5. <i>Secado del producto</i>	32
Figura 6. <i>Harina de pepino</i>	33
Figura 7. <i>Prueba sensorial de la salchicha patrón y las formulaciones del 8% y 24%</i>	55

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Diagrama de flujo elaboración de harina de pepino (Cyclantera pedata)</i>	67
Anexo 2. <i>Diagrama de flujo elaboración de salchicha tipo Frankfurt con adición de harina de pepino (Cyclantera pedata)</i>	68
Anexo 3. <i>Balance de materia para la obtención de harina de pepino (Cyclantera pedata)</i>	69
Anexo 4. <i>Resultado análisis bromatológico de la harina Pepino (Cyclantera pedata)</i>	72
Anexo 5. <i>Resultados evaluación capacidad de hinchamiento (CH) de la harina de Pepino (Cyclantera pedata)</i>	73
Anexo 6. <i>Resultados evaluación capacidad de retención de agua (CRA) de la harina Pepino (Cyclantera pedata)</i>	73
Anexo 7. <i>Formulación, muestra salchicha patrón</i>	74
Anexo 8. <i>Formulación, salchicha con sustitución de 8% de harina de pepino por grasa</i>	75
Anexo 9. <i>Formulación, salchicha con sustitución de 16% de harina de pepino por grasa</i>	76
Anexo 10. <i>Formulación, salchicha con sustitución de 24% de harina de pepino por grasa</i>	77
Anexo 11. <i>Formulación, salchicha con sustitución de 32% de harina de pepino por grasa</i>	78
Anexo 12. <i>Balance de materia en la elaboración de salchicha tipo Frankfurt con adición de harina de pepino (Cyclantera pedata) para los cuatro tratamientos y el patrón</i>	79
Anexo 13. <i>Balance de materia en la elaboración de salchicha tipo Frankfurt con adición de harina de pepino (Cyclantera pedata) para los dos tratamientos y el patrón</i>	79
Anexo 14. <i>Análisis Estadístico y prueba de Tukey para el (Perfil de textura TPA) en las diferentes concentraciones de harina de pepino y el patrón en la salchicha tipo Frankfurt</i>	80
Anexo 15. <i>Análisis Estadístico y prueba de Tukey para el (Esfuerzo al corte) en las diferentes concentraciones de harina de pepino y el patrón en la salchicha tipo Frankfurt</i>	81

Anexo 16. <i>Análisis Estadístico y prueba de Tukey para las características fisicoquímicas (colorimetría) en las diferentes concentraciones de harina de pepino y el patrón en la salchicha tipo Frankfurt.</i>	81
Anexo 17. <i>Análisis Estadístico y prueba de Tukey en la Capacidad de Retención de agua en las diferentes concentraciones de harina de pepino y el patrón en la salchicha tipo Frankfurt.</i>	83
Anexo 18. <i>Resultado análisis fisicoquímico de la salchicha patrón.</i>	84
Anexo 19. <i>Resultado análisis fisicoquímico de la salchicha con sustitución de 8%.</i>	85
Anexo 20. <i>Resultado análisis fisicoquímico de la salchicha con sustitución de 24%.</i>	86
Anexo 21. <i>Análisis Estadístico de la prueba sensorial por Kruskal Wallis en el parámetro de color, olor, sabor, apariencia y textura de la muestra patrón y los tratamientos del 8% y 24%.</i> .	87
Anexo 22. <i>Prueba de U de Mann- Whitney en el parámetro de color entre la muestra patrón y los tratamientos del 8% y 24%.</i>	90
Anexo 23. <i>Prueba de U de Mann- Whitney en el parámetro de olor entre la muestra patrón y los tratamientos del 8% y 24%.</i>	91
Anexo 24. <i>Prueba de U de Mann- Whitney en el parámetro de sabor de la muestra patrón y los tratamientos del 8% y 24%.</i>	92
Anexo 25. <i>Prueba de U de Mann- Whitney en el parámetro de apariencia entre la muestra patrón y los tratamientos del 8% y 24%.</i>	93
Anexo 26. <i>Prueba de U de Mann- Whitney en el parámetro de textura entre la muestra patrón y los tratamientos del 8% y 24%.</i>	94

RESUMEN

Las tendencias mundiales de la alimentación indican un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos alimentos, que además del valor nutritivo aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano. Estos cambios en los patrones de alimentación generan una nueva oportunidad de desarrollo e innovación en la ciencia y tecnología de los alimentos (Fernández-Ginés *et al.*, 2004). En el caso de los productos cárnicos, esto se puede lograr mediante la reformulación del contenido de ácidos grasos y lípidos, y/o mediante la adición de una serie de ingredientes funcionales tales como proteínas no cárnicas, fibra, vegetales entre otros (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2001), es por eso que el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la sustitución de grasa animal por harina de cáscara de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt. La evaluación se realizó variando el contenido de grasa del producto. Para ello, se tomó como salchicha patrón un producto elaborado empleando harina de trigo como extendedor con un 16,48% grasa y éste se comparó con los productos obtenidos a partir de cuatro tratamientos diferentes, en los cuales parte de este porcentaje de grasa fue sustituido por la harina del pepino (8, 16, 24 y 32%).

Su desarrollo se llevó a cabo en tres etapas, la primera fue la obtención y caracterización de la harina de pepino (*Cyclanthera pedata*), en la segunda etapa se realizó la formulación y la elaboración de las salchichas a los diferentes niveles de sustitución, incluyendo su caracterización en cuanto a su capacidad de retención de agua, color y textura (cizalla con cuchilla Warner-Bratzler) y perfil de textura -TPA y a partir de los resultados obtenidos en estas pruebas, se eligieron las salchichas al 8% y 24% de nivel de sustitución como las que presentaron características más similares a la salchicha patrón y además presentaron mejores resultados en cuanto a la textura. En una tercera etapa, a los dos productos seleccionados se les realizaron pruebas de humedad, cenizas, grasa, proteínas y fibra dietaría total estableciendo que la salchicha al 24% de nivel de sustitución, además de presentar características similares a las de la salchicha patrón, presenta un mayor contenido de fibra y un menor contenido de grasa, convirtiendo este resultado en un primer paso para involucrar esta materia prima en la elaboración de productos cárnicos que aporten al desarrollo tecnológico de la industria y al bienestar de los consumidores por la reducción de grasa y el aporte de fibra en los productos. Sin embargo, la aceptabilidad sensorial de los productos fue baja, por lo que se recomienda realizar un tratamiento al pepino (enzimático) para mejorar las propiedades sensoriales de la harina y lograr de esta manera un aprovechamiento óptimo de este producto.

GLOSARIO Y/O ABREVIATURAS

Alimento funcional: alimentos que tienen uno o más componentes que afectan beneficiosamente una o más funciones determinadas del organismo, además de sus efectos nutricionales fundamentales, de manera que son relevantes tanto para mejorar el estado de salud y bienestar y/o la reducción del riesgo de alguna enfermedad (Ashwell, 2002; Lutz, 2009).

Capacidad de Retención de Agua (CRA): expresa la máxima cantidad de agua, en mililitros, que puede ser retenida por gramo de material seco en presencia de un exceso de agua, bajo la acción de una fuerza patrón (Chamorro, 2010).

Extendedores cárnicos: productos ricos en proteínas de elevado valor biológico que son capaces de sustituir proporciones variables de la parte 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.

Fibra Dietaria Total (FDT): este tipo de fibra incluye todos los componentes en los alimentos que no son degradados por las enzimas del aparato digestivo humano a fragmentos asimilables. Esta definición incluye hemicelulosa, sustancias pécticas, gomas mucilaginosas, celulosa y lignina, así como lípidos y proteínas no digeridas e impurezas (Medina, 2009).

Harina. Según el *Codex Alimentarius* se entiende harina al producto elaborado de cereales o varias combinaciones por medio de procedimientos de trituración o molienda dándole así cierto grado de finura al producto y retirando gran parte de su contenido de agua para su mayor conservación

Salchicha: 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 (NTC 1325, 2008).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Ospina, Restrepo y López (2011), en los últimos años, se han asociado algunos problemas de salud a dietas que presentan altos contenidos de grasa, especialmente saturadas; esto sumado a cambios en las preferencias de los consumidores, ha dado lugar a una amplia investigación y diversificación de los alimentos, algunos de ellos bajos en grasa. De ese modo, en este trabajo se buscó la aplicación de la fibra contenida en la cáscara de pepino como una alternativa para disminuir los niveles de la grasa saturada de origen animal empleada en la elaboración de un producto cárnico.

Esto, debido a que se ha observado que el mercado de cárnicos en Colombia tiene un panorama prometedor, no solo porque en 2014 la producción ascendió a cerca de \$15,6 billones y las exportaciones a \$86.675 millones (entre enero y octubre), sino porque mediante los tratados de libre comercio (TLC) se han dado las condiciones para que la industria siga creciendo

Adicionalmente, el pepino (*Cyclanthera pedata*) no ha sido muy utilizado en la industria de alimentos, por lo que este trabajo permitiría explorar un escenario resulte prometedor para darle un valor agregado y además para contribuir a la disminución de sus pérdidas poscosecha ya que se ha evidenciado que no es muy apetecido ni se ve incluido en las dietas como alimento de consumo frecuente. El pepino (*Cyclanthera pedata*) se encuentra cultivado en Colombia, particularmente en Cundinamarca con una participación del 61,1%, siendo el municipio con más producción Ubaque con un 49,4%. En el 2011, hubo una producción de 6.122 t en un área de 467 ha en Cundinamarca, siendo también Cundinamarca el departamento con mayor consumo del pepino (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012). En ese sentido y debido a las pérdidas poscosecha de este fruto, se pensó en el desarrollo de alternativas para diversificar su mercado, dentro de las cuales se encuentran su uso como ingrediente para diferentes formulaciones cárnicas.

De esa forma, la implementación de la harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) en un derivado cárnico con la finalidad sustituir la grasa animal por fibra, que podrá contribuir a mejorar la salud de los consumidores de este tipo de productos, ya que la fibra dietética actúa como un agente protector contra las enfermedades cardiovasculares, la diverticulosis, el estreñimiento, el colon irritable, el cáncer de colon y la diabetes (Rodríguez, Jiménez, Fernández-Bolaños, Guillén y Heredia, 2006). Así, la fibra dietaría concentrada, obtenida después de la deshidratación de

frutas y hortalizas frescas, ha sido reconocida como ingrediente funcional dentro de la industria alimentaria con excelentes resultados. Y aunque la fibra dietaria de los cereales se utiliza con mayor frecuencia que la fibra de frutas o hortalizas, ésta última, presenta mejores características en cuanto a capacidades de retención de agua y aceite y a una mejor fermentabilidad en el colon, además presenta menores contenidos de ácido fítico y menor aporte calórico (Figuerola, Hurtado, Estévez, Chiffelle y Asenjo, 2005).

En ese sentido, la pregunta de investigación que se formuló fue:

¿Es posible mejorar las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales de un derivado cárnico mediante la sustitución de la grasa animal por harina de cáscara de pepino (*Cyclanthera pedata*) en su formulación?

En cuanto a la delimitación de este trabajo, se utilizó harina de cáscara de pepino (*Cyclanthera pedata*), que se obtuvo luego de retirar las semillas al fruto y someterlo a procesos de lavado, secado por bandejas, molido y tamizado. Y la formulación empleada fue la correspondiente a una salchicha tipo Frankfurt con sustitución de la grasa adicionada por la harina de la cáscara de pepino (*Cyclanthera pedata*) en niveles del 8, 16, 24 y 32%.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de la sustitución de grasa por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de una salchicha tipo Frankfurt.

Objetivos específicos

- Caracterizar la harina de cáscara de pepino (*Cyclanthera pedata*) obtenida mediante secador de bandejas.
- Evaluar las características fisicoquímicas de las salchichas tipo Frankfurt para cada nivel de sustitución de la grasa por harina de pepino evaluado (8%, 16%, 24% y 32%).
- Evaluar las dos sustituciones elegidas con las mejores propiedades tecnológicas mediante una prueba sensorial y compararlas frente a la salchicha patrón con el fin de conocer la aceptación del producto.

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1. MARCO TEÓRICO

1.1.1 Origen y botánica del pepino (*Cyclanthera pedata*)

El pepino pertenece a la familia *Cucurbitaceae* y es conocido entre otros nombres como Caigua. La planta es originaria de América del Sur y crece hasta cinco metros de longitud, sus hojas son de cuatro a cinco pulgadas de ancho. Produce una fruta de color verde pálido, semi-aplanada de cuatro a seis pulgadas de largo y de dos a tres pulgadas de ancho. El interior de la fruta madura es hueco (como un pimiento), con varias semillas negras unidas a una placenta. En América del Sur las frutas se consumen como los pimientos - ya sea crudos o cocidos después de eliminar las semillas

También se preparan como pimientos rellenos; rellenos con carne, pescado o queso y luego horneados - ganando su nombre "pepino de rellenar". Este se cultiva actualmente como alimento en el Caribe, Centro y Sudamérica. (León, 2000).

Hay cerca de 30 especies de *Cyclanthera* que son nativas de América cálida-templada y tropical. Caigua puede soportar más frío que muchas otras especies y se puede encontrar creciendo prolíficamente en valles montañosos en Sudamérica hasta 2000 m de altitud. La planta es conocida en Perú por su nombre español caigua o caihua. Su nombre indígena quechua es achocha o achoccha (Taylor, 2012). En la figura 1, se puede observar el fruto de *Cyclanthera pedata*.

Figura 1. *Cyclanthera pedata*



Fuente: Recuperado de <http://siagroexport.com>

1.1.2 Características agronómicas del pepino

Para su adecuado desarrollo, el pepino requiere ciertas características:

- *Clima*: crece en zonas templadas y tropicales de América, desde el nivel del mar hasta los 2880 m.s.n.m. En zonas frías o templadas.
- *Temperatura óptima*: para su crecimiento requiere temperaturas entre los 12 y 18°C.
- *Suelo*: la condición ideal para esta especie es siembra de profundidad, en suelos con buen drenaje y un pH entre 6 y 7, ya que se ha visto que suelos muy ácidos perjudican su crecimiento.
- El periodo de cosecha tiene una duración de alrededor de 60 días, que es cuando el fruto está verde, turgente y con pocas espinas (Schwember, Segura y Contreras, 2014).

1.1.3 Información nutricional del pepino

La *Cyclanthera pedata* es una planta muy rica en fibra, minerales (calcio y magnesio) y vitamina C. El contenido en grasas y proteínas es muy bajo (0,1%). Posee un complejo grupo de fitonutrientes con una gran cantidad de antioxidantes. La sustancia de mayor interés es un compuesto esteroidal, conocido como sitosterol 3 beta-D glicósido, relacionado con el control de los niveles de colesterol (Fernández, Egea y Rivera, 2015). En la tabla 1, se presenta la composición nutricional de la caigua.

Tabla 1. Composición nutricional de caigua (*Cyclanthera pedata*).

COMPONENTE	(g/100 g)
Agua	95
Proteínas	0,5
Grasa total	0,2
Carbohidratos totales	3,3
Cenizas	1

Fuente: Tablas peruanas de composición de alimentos 2013 (Instituto Nacional de Salud Perú, 2013).

Es importante destacar que dentro de los carbohidratos totales se encuentra incluida la concentración de fibra cruda que equivale a 1,6 g en 100g en base húmeda.

Diversos estudios señalan que el pepino también posee propiedades medicinales, sobre todo en la reducción de la hipertensión y el colesterol alto, convirtiéndose en una hortaliza de especial atractivo. Al ser evaluada como agente reductor del colesterol, se ha observado que el consumo de *C. pedata* en cápsulas permite disminuir los niveles de LDL. De manera similar, se ha demostrado que el pepino tiene propiedades que benefician el tratamiento de la hipertensión arterial tanto en pacientes diabéticos y no diabéticos. Lo anterior se debe a que algunos de sus componentes inhiben moderadamente la acción de la enzima convertidora de angiotensina (ACE), la cual es clave en el mantenimiento de la tensión vascular. Además de sus cualidades como alimento para el control de la hipertensión y el colesterol alto, el pepino ha sido mencionado como un antiinflamatorio, al inhibir la vía de la enzima pro-inflamatoria (LOX), además ha sido reconocido como antioxidante y anti parasitario, entre otros (Schwember, Segura y Contreras, 2014).

1.1.4 Derivados cárnicos

Según cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) las exportaciones de carne bovina y embutidos sumaron US\$50 millones en 2014. Mientras que en 2015 (enero - septiembre) las exportaciones sumaron US\$22,6; con respecto al mismo periodo del año anterior y se alcanzaron ventas por US\$41,8 millones. Por su parte, las ventas externas de los embutidos han crecido en promedio 5% en los últimos años (Hernández, 2016).

Los productos de carne se destacan por presentar mayores niveles de grasa en comparación con otras categorías de alimentos procesados. De ese modo, debido a su alto consumo y a su contenido de grasa que oscila entre el 15 y el 35%, los productos cárnicos emulsionados ejercen un gran impacto en la salud de la población. Por lo tanto, los estudios sobre la reducción de grasa en este tipo de producto pueden contribuir a mejorar la calidad de vida de la población (Lorenzo *et al.* 2016).

La salchicha es una de las formas más antiguas de procesar alimentos y ha sobresalido por sus características nutricionales, sensoriales y funcionales respecto a otros productos cárnicos (Izquierdo *et al.*, 2007). Las salchichas se clasifican dentro del grupo de los embutidos escaldados, compuestos por una mezcla finamente picada de tejido muscular (carne), tejido graso y agua, a la que se le añade sal y especias para la formación del color, sabor y para su estabilización. Esa mezcla es empacada en una tripa, la cual es sellada y luego hervida, o sometida al vapor (Hleap y Molina, 2008).

La calidad de dicho producto se relaciona directamente con las materias primas, los procesos y cada una de las variables que se deben tener en cuenta en el momento de realizar un producto determinado, es decir, controlar temperaturas, tiempos y formulaciones.

1.1.4.1 Generalidades sobre emulsiones

Según Rodríguez (2002), una emulsión es una mezcla de dos líquidos inmiscibles, uno de los cuales se encuentra disperso en forma de glóbulos pequeños en el otro líquido, la parte en forma de glóbulos pequeños se conoce como la raíz dispersa y el líquido en el cual los glóbulos están dispersos se conoce como la fase continua. Este sistema es inestable a menos que se incluya un agente modificador o estabilizante.

Una emulsión cárnica es un sistema de dos fases constantes en la dispersión de un sólido grueso (grasa) en un líquido (agua), en el cual el sólido no es miscible y un agente emulsificante que son las proteínas solubles especialmente en sales concentradas (Carballo, 2000).

Clases de emulsiones. Rodríguez (2002) clasifica las emulsiones en dos tipos:

- Hidrofílicas (emulsiones aceite, en fase continua de agua): en estas emulsiones la fase continúa el agua y la fase dispersa es la grasa. La mayoría de las emulsiones son de este tipo.
- Lipofílico (emulsiones agua, en fase continua en aceite): la fase continua (de mayor proporción) es la grasa y la dispersa (de menor proporción) es el agua.

Componentes de las emulsiones cárnicas.

Montañez y Pérez (2007), indican que en las emulsiones cárnicas se encuentran los siguientes componentes:

Agua: es la sustancia química presente en mayor cantidad (50-60%) en el producto final. Puede agregarse de dos maneras: ligada a los ingredientes cárnicos y como hielo o agua ligada dependiendo de la temperatura de la mezcla en el momento de ser añadido (Carballo, 2000).

Grasa: constituye la fase discontinua de una emulsión y puede provenir de la carne o ser también adicionada en forma de tocino en la emulsión. La grasa principalmente contribuye a darle blandura y jugosidad a los embutidos, así como sabor, olor y color, al producto final (Rodríguez, 2002).

Proteínas: la fracción proteica más importante de los ingredientes de una emulsión cárnica es la proteína miofibrilar, ésta se encuentra representada por la miosina, la troponina y actina. Las proteínas miofibrilares son proteínas solubles en solución salina y esta propiedad facilita su extracción y solubiliza en procesamiento de la carne por adición de sal en porciones de 2 a 3%. Las proteínas especialmente las miofibrilares, son las que contribuyen a que una emulsión se estabilice, al actuar como agente emulsificante. Las proteínas son las responsables de la capacidad de ligazón. Este término hace referencia al poder de adherencia que tienen las partículas de la carne en la emulsión y a su capacidad de retención de agua (Carballo, 2002).

Sal: sus principales funciones según Ospina (2001) son: contribuir a la extracción de proteínas solubles de la carne, aportar sabor y actuar como conservante.

Factores que afectan la estabilidad de emulsiones cárnicas

Calidad y composición de las materias primas: La calidad de la carne se define en función de su calidad composicional (coeficiente magro-graso) y de factores de palatabilidad tales como su aspecto, olor, firmeza, jugosidad, ternura y sabor. La calidad nutritiva de la carne es objetiva, mientras que la calidad 'como producto comestible', tal y como es percibida por el consumidor, es altamente subjetiva. (FAO, 2014)

Temperatura: en el proceso de emulsificación (cutedado) hay una gran fricción de la carne con las cuchillas y las proteínas pueden desnaturalizarse o quemarse. La temperatura máxima y límite es de 14 °C, lo que se puede controlar con la adición de hielo en la forma de escarcha. De otro lado, si la temperatura en el escaldado o tratamiento térmico del producto ya elaborado supera los 75 – 80°C, la proteína se desnaturaliza y se encoge demasiado, perdiendo su función protectora de la emulsión, lo que hace que esta se separe o rompa. debe ser dura, blanca y fresca, el agua y los demás ingredientes con las características propias. (Rodríguez, 2002)

Tiempo de proceso: según Fischer (2000) es importante controlar los tiempos de fragmentación y cocción. En el caso de la fragmentación o emulsificado, si hay exceso de corte en el cutter, las partículas de grasa serán cada vez más pequeñas de tal forma que se necesitará más proteína para cubrir las superficies de las partículas grasa; la grasa que no alcanza a ser cubierta formará emulsiones inestables, apareciendo grasa suelta en el producto,

que es un defecto crítico de calidad, así, el tiempo adecuado para una emulsión es de 4-5min. Mientras que, en la cocción o escaldado, dependiendo del tamaño y el diámetro del embutido, se tendrá un tiempo óptimo de proceso. Si se sobrepasa este tiempo hay pérdida de agua, la proteína se reduce y hay inestabilidad de la emulsión. El tiempo depende de la temperatura interna del producto, cuando esta llegue a 68°C el producto ya está listo evitando sobre cocción y desnaturalización de proteína.

Formulación: la proporción de los diferentes ingredientes es muy importante para lograr una buena emulsión cárnica, Carballo (2000) señala las siguientes consideraciones para el desarrollo de una formulación:

-En emulsiones con un contenido de grasa del 30%, el agua no debe ser menor del 16% cuando la carne sea fresca y del 21% cuando se utilicen carnes congeladas.

- Una parte de proteína puede emulsificar 2,5 partes de grasa y puede retener 4 partes de agua.

- Cuando la proteína de la carne es insuficiente para garantizar la formación de la emulsión, se puede utilizar otras proteínas de origen animal como el caseinato de sodio y proteína vegetal de soya.

- Los polifosfatos tiene una gran acción sobre el poder emulsificante de las proteínas, por su acción disociativa del complejo acto-miosina, formado durante la maduración de la carne.

1.1.4.2 PRODUCTOS CÁRNICOS PROCESADOS

Según la Norma Técnica Colombiana NTC1325, un producto cárnico es aquel elaborado con base en carne, grasa, vísceras u otros subproductos comestibles de abasto y sometido a procesos tecnológicos adecuados.

El principal objetivo de la fabricación de productos cárnicos es aumentar la vida útil de la carne y ofrecer una gran variedad de productos con características diferentes y agradables, que le brindan al consumidor opciones en su menú (Grepe, 2001).

Clasificación de los productos cárnicos

Los productos cárnicos se clasifican en:

- **Crudos frescos:** albóndigas, carne aliñada, chorizo fresco, hamburguesa y longaniza.
- **Productos cárnicos procesados crudos madurados:** cábano, chorizo, salami y otras carnes maduras.
- **Productos cárnicos procesados escaldados:** butifarra, cábano, carne de diablo, chorizo, fiambre, hamburguesa, jamonada, mortadela, salchicha, salchichón y salchichón cervecero.
- **Jamones:** jamones escaldados, cocidos y madurados.
- **Especialidades**

Materias primas empleadas en la elaboración de salchicha

A continuación se presenta una breve descripción de las materias primas empleadas en la elaboración de salchichas.

Materias primas cárnicas: provenientes directamente del animal.

Carne: parte muscular de los animales de abasto constituida por todos los tejidos blandos que rodean el esqueleto incluyendo nervios y aponeurosis, y que haya sido declarada apta para el consumo humano antes y después de matanza o faenado por la inspección veterinaria oficial. El Ingrediente principal de los embutidos es la carne que suele ser de cerdo o vacuno, aunque realmente se puede utilizar cualquier tipo de carne animal. También es bastante frecuente la utilización carne de pollo (Grepe, 2001).

La carne de res y la de cerdo poseen características propias que dependen de niveles de calidad (Carballo, 2002). En el caso de la carne de cerdo se encuentran tres tipos:

-Carne de cerdo con poca grasa y tendones: musculatura esquelética que posee por su composición poca cantidad de grasa y de tendones.

-Carne de cerdo desprovista en partes de grasa: carne con la proporción de grasa correspondiente a una canal no excesivamente engrasada, desprovista en parte de la grasa de aguja, de grasa dorsal y de panceta.

- Carne de cerdo con abundante cantidad de grasa: carne con una proporción de grasa acorde con la grasa de la panceta, no extremadamente gruesa.

Grasa: tejido adiposo de los animales de abasto, su función es dar sabor, aroma, color y jugosidad a los productos cárnicos. La más utilizada es la grasa de cerdo (Grepe, 2001).

Vísceras: subproductos comestibles que se pueden utilizar para la elaboración de embutidos. Dentro de las vísceras están las tripas, el bazo, la carne de la garganta, el corazón, encéfalo, estómago, hígado, lengua, pulmones, riñones y la sangre; las vísceras son muy ricas en vitaminas (Girad, 2001).

Materias primas no cárnicas.

Son aquellas materias primas que brindan al producto características propias.

Aditivos: su aplicación debe estar regulada por normas de aplicación universal, deben desempeñar una función útil, no deben alterar el valor nutricional del alimento, y su inclusión no debe buscar “enmascarar” problemas microbiológicos, organolépticos o nutricionales del producto (Ospina, 2001). Los aditivos se pueden considerar sustancias curantes por que mejoran el poder de conservación, el aroma, el color, el sabor y la consistencia. Además, contribuyen para obtener un mayor rendimiento en peso, por su capacidad fijadora de agua (Rodríguez, 2002).

Nitritos y Nitratos (NO_2 , NO_3): desempeñan un importante papel en el desarrollo de características esenciales en los embutidos, ya que intervienen en la aparición del color rosado característico de estos, dan un sabor y aroma especial al producto y poseen un efecto protector sobre determinados microorganismos como *Clostridium botulinum* (Grepe, 2001).

Sal (NaCl): la cantidad de sal utilizada en la elaboración de embutidos varía entre el 1 y 1,7%. Esta sal desempeña las funciones de dar sabor al producto, actuar como conservante, solubilizar las proteínas y aumentar la capacidad de retención del agua de las proteínas. La sal retarda el crecimiento microbiano, pero favorece el enranciamiento de las grasas.

Fosfatos (polifosfatos P_2O_5): su principal función es la retención de agua de los productos, al contribuir en la solubilización de las proteínas cárnicas, lo que le ofrece una estructura elástica y agradable al producto terminado. Otras funciones de los fosfatos son: emulsifican la grasa, disminuyen las pérdidas de proteínas durante la cocción y reducir el encogimiento (Grepe, 2001).

Ascorbatos: aceleran la formación del color, además actúan como antioxidante del pigmento muscular (Carballo, 2002).

Azucares: dentro de este grupo se encuentran la sacarosa, la lactosa, la dextrosa, la glucosa, el jarabe de maíz, el almidón y el sorbitol. Se utilizan para dar sabor y para enmascarar el sabor de la sal.

Colorantes: deben ser preferiblemente de origen vegetal y su función es modificar el color de los productos cárnicos (Carballo, 2002).

Aglutinantes: sustancias que se esponjan al incorporar agua, lo que facilita la capacidad fijadora de agua; También mejoran la cohesión de las partículas de los diferentes ingredientes (Fischer, 2000).

Extendedores: reemplazan un porcentaje determinado de la materia prima cárnica, ofreciendo un valor nutricional muy semejante de carne (Grepe, 2001).

Harinas y almidones vegetales: tiene una función aglutinante y de relleno en las formulaciones, que le confiere una mejor consistencia al producto cárnico. El porcentaje máximo permitido por la legislación colombiana es del 10% (Grepe, 2001).

Condimentos y especias: generan característica distintiva de los embutidos. Normalmente se emplean mezclas de varias especias que se pueden adicionar enteras o no. Además de impartir aromas y sabores especiales al embutido, ciertas especias como la pimienta negra, el pimentón, el tomillo o el romero y condimentos como el ajo, tienen propiedades antioxidantes.

Agua y hielo: el agua, líquida o sólida, es uno de los ingredientes importantes en la elaboración de productos cárnicos. Montañez y Pérez (2007), indican que sus funciones son: ayudar a disolver la sal y demás ingredientes, contribuir en la estabilidad de las emulsiones cárnicas al mantener baja temperatura de la masa, disminuir los costos de producción.

Empaques: pueden ser naturales o artificiales (Grepe, 2001). Ospina (2001), señala que son un componente fundamental pues van a contener al resto de los ingredientes condicionando la maduración del producto. Se pueden utilizar de varios tipos:

- **Tripas animales o naturales:** envases tradicionales para los productos embutidos. Pueden ser grasas, semigrasas o magras.
- **Tripas artificiales:** existen de diferentes tipos:

-Tripas de colágeno: son permeables y se adhieren, evitando vacíos que puedan deteriorar el producto y sus aspectos organolépticos; son especiales para productos con cierto grado de maduración.

Tripas de celulosa: vienen en tubos corrugados de diámetros pequeños y se emplean principalmente en salchichas y productos similares que se comercializan sin tripas.

Tripas de nylon: son empaques sintéticos para salchichón, jamonadas y mortadelas.

Tripas de fibrosa: son elaborados con celulosa, son de diámetro amplio y se utilizan para embutir salchichón, salami, jamones, mortadelas, etc.

1.1.5 Alternativas para la reducción de grasa en los productos cárnicos

Una opción para disminuir la grasa en un derivado cárnico (salchicha) es sustituirla por aceite (Monteiro *et al.*, 2017). En investigaciones anteriores se ha observado que cuando se aplica esta alternativa, sustituyendo la grasa de cerdo con aceite de canola en una salchicha toscana, se logra un aumento significativo en el contenido de ácidos grasos linolénicos (omega-3 series).

Otra alternativa para reducir la grasa es su sustitución por agua, que normalmente se ha realizado en niveles entre el 7,0% y el 25%. Sin embargo, al disminuir la grasa y compensar la cantidad reducida con agua se provocan cambios adversos en la textura y propiedades mecánicas de productos emulsionados, disminuyendo su dureza (Ahmed *et al.*, 1990; Carballo *et al.*, 1996).

También se ha evaluado el uso de carbohidratos como gomas e hidrocoloides para sustituir grasa, esto debido a que estas sustancias proveen viscosidad y contribuyen a la formación del gel. En el caso de usar fibras dietarias para este fin, también es posible colaborar en la disminución de calorías aportando un efecto benéfico en la salud de los consumidores. Esta alternativa, además de reducir la grasa, permite estabilizar el agua añadida en la matriz del gel, resultando en productos con una lubricidad y liberación de humedad similar a los productos altos en grasa (Mallika, Prabhakar & Reddy, 2009).

Una última alternativa para sustituir la grasa es por medio de adición de proteínas, como el aislado de soya, que aumentan la capacidad de retención de agua de salchichas, reflejándose en una mayor dureza. Sin embargo, esta estrategia disminuye el contenido de cenizas y luminosidad de las emulsiones (Cengiz & Gokoglu, 2007; Yoo *et al.*, 2007).

1.2 ESTADO DEL ARTE

A continuación, se presentan algunos estudios asociados a la producción de harinas ricas en fibra y su incorporación en productos cárnicos como sustitutos de la grasa, presentando propiedades fisicoquímicas interesantes que las convierten en ingredientes de interés para la producción de alimentos. Todos los trabajos relacionados a continuación fueron tomados como base para el desarrollo de esta investigación.

Lorenzo *et al.* (2016), realizaron un estudio sobre salchichas tipo bologna sustituyendo la grasa de cerdo por harina de banano verde. Ellos utilizaron piel de cerdo para mezclarla con la harina de banano y mantener las características sensoriales del producto. En su trabajo se evaluaron las propiedades fisicoquímicas, tecnológicas, microbiológicas y sensoriales de los productos desarrollados, que correspondieron a seis tratamientos: un control (formulado con 20% de grasa) y cinco tratamientos sustituyendo el 20%, 40%, 60%, 80% y 100% de grasa de cerdo por una mezcla de piel de cerdo (PS), agua y harina de banano verde (GBF) en proporción de 1:2:2. Como resultado establecieron que el contenido de grasa disminuyó de acuerdo con el nivel de reemplazo de grasa de cerdo. Adicionalmente, en lo relacionado con otros aspectos, el gel de harina de banano verde mejoró la pérdida de coacción y la estabilidad de la emulsión. Hasta el nivel del 60% de sustitución no se afectaron los parámetros de color y textura del producto. El gel de harina de banano verde permitió igualmente mantener la calidad microbiológica de los productos. Desde el punto de vista sensorial, se obtuvieron productos aceptables con un grado de sustitución de hasta el 100%. Por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio indican que el gel de harina de banano verde podía utilizarse como sustituto de grasa en embutidos de tipo Bologna.

Por otro lado, Henning, Tshalibe y Hoffman (2016), evaluaron los efectos de la fibra dietética de piña en salchichas de carne de vacuno de bajo contenido de grasa sobre los atributos físicos, químicos y texturales de la salchicha. En este trabajo, se compararon muestras con 1% de fibra dietética de piña obtenida a partir de tres especies diferentes (NSP60, NSP100 y NSP200). En las formulaciones que contenían fibra, la grasa se reemplazó por un peso igual de fibra añadida. Durante el almacenamiento del producto, el comportamiento del pH, el color y la textura de las salchichas que contenían fibra dietaría de piña fue similar al de las salchichas control.

Eim, Simal, Roselló y Femenia (2007), elaboraron salchichas fermentadas con adición de fibra dietaría de zanahoria, ellos evaluaron parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales,

con cuatro formulaciones que contienen diferentes porcentajes de fibra: 3%, 6%, 9% y el 12%. Como mejor resultado se observó que la adición del 3% permitió obtener un producto con propiedades fisicoquímicas y sensoriales similares al control. También fue posible apreciar que con los porcentajes más altos de la fibra dietaria de zanahoria en la formulación, los productos obtenidos presentaban una menor calidad sensorial.

En cuanto a la obtención de harinas ricas en fibra, Pacheco, Maldonado, Pérez & Schroeder (2008), evaluaron la composición proximal de la harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) obtenida por diferentes métodos de deshidratación: deshidratación en bandeja, secado en doble tambor, liofilización y secado en horno microondas. Los resultados fueron los siguientes, en deshidratador de bandeja: humedad, 11,75%, cenizas, 2,02%, grasa cruda, 0,31%, proteína cruda, 3,08%, fibra dietaria, 9,37%, azúcares reductores, 1,27%, azúcares, totales, 4,23%, para secador de doble tambor: humedad, 5,46%, cenizas, 2,19%, grasa cruda, 0,5%, proteína cruda, 3,30%, fibra dietaria, 9,01%, azúcares reductores, 1,74%, azúcares totales, 15,78%, liofilización: humedad, 2,36%, cenizas, 1,98%, grasa cruda, 0,83%, proteína cruda, 2,92%, fibra dietaria, 9,67%, azúcares reductores, 1,37%, azúcares totales, 6,98%, y horno microondas: humedad, 6,73%, cenizas, 1,95%, grasa cruda, 0,17%, proteína cruda, 3,12%, fibra dietaria, 9,43%, azúcares reductores, 1,65%, azúcares totales, 14,95%. De estos resultados se observó que las harinas tienen contenidos considerables de fibra dietética, así como diferentes comportamientos funcionales que los hacen de interés como ingredientes para la producción de alimentos. Los resultados también muestran que las propiedades funcionales de las harinas se ven afectadas por los diferentes tratamientos térmicos.

1.3 MARCO LEGAL

Decreto 3075 modificado por la Resolución 2674 (2013): tiene por objeto establecer los requisitos sanitarios que deben cumplir las personas naturales y/o jurídicos que ejercen actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas, en lo relacionado con Buenas prácticas de manufactura (BPM), por lo tanto, se tomaron en cuenta estos requisitos para la elaboración de la harina de pepino.

Norma Técnica Colombiana NTC 1325 (2008): menciona las restricciones, parámetros de calidad, requisitos de composición, formulación y microbiológicos para productos cárnicos procesados.

Norma Técnica Colombiana NTC 267 del 2007 para harina de trigo. Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la harina de trigo para consumo humano, elaborada con trigo común, *Triticum aestivum* L. o con trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o una mezcla de los mismos, que ha sido preenvasada y está lista para la venta al consumidor o está destinada para utilizarla en la elaboración de otros productos alimenticios.

2 METODOLOGIA

Esta investigación se realizó en la Planta de Procesamiento de Alimentos I, ubicada en la Sede La Candelaria de la Universidad de La Salle en la Ciudad Bogotá – Colombia. El desarrollo de esta investigación se realizó en tres etapas: La primera fue la obtención y caracterización de la harina de pepino (*Cyclanthera pedata*), la segunda etapa la formulación y la elaboración de las salchichas con las diferentes sustituciones y en la tercera se llevó a cabo la caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de la muestra patrón junto con los dos productos con mejores características.

2.1 OBTENCIÓN DE LA HARINA DE PEPINO (*Cyclanthera pedata*).

A continuación, se mencionan las operaciones que se desarrollaron para la obtención de la harina. Adicionalmente, en el anexo 1 se presenta un diagrama de flujo ilustrando esta etapa.

2.1.1 Compra y selección de materia prima: El pepino fue adquirido en la central de abastos de la ciudad de Bogotá proveniente de San Bernardo (Cundinamarca). Se empleó la variedad *Cyclanthera pedata*, de la cual se compraron 60kg del fruto que se escogió con tonalidades verde oscuro. Se inspeccionaron las unidades a utilizar en el proceso y se descartaron aquellas que tenían daños superficiales (magulladuras, hongos o alteración microbiológica).

Figura 2. *Materia prima*



2.1.2 Lavado, desinfección y pesaje: se realizó el lavado de los frutos para eliminar materia orgánica e impurezas con agua potable a 4°C, seguido de una desinfección por inmersión en con hipoclorito de sodio a 200 ppm durante 5 min. En este punto, el pepino fue cortado para separar manualmente las semillas y las cáscaras y se llevó a un pesaje del producto.

Figura 3. *Pesaje del producto*



2.1.3 Escaldado: las cáscaras fueron cortadas en trozos pequeños de 2,5 cm por 2,5 cm, antes de aplicarles un tratamiento térmico por medio de vapor a una temperatura de 90°C por un tiempo de 2 a 4 min con el fin de inactivar enzimas, fijar color y textura. Luego de este tratamiento, el material se colocó en bandejas.

Figura 4. *Escaldado del producto*



2.1.4 Secado: la cáscara se sometió a un proceso de secado con un control de temperatura de 70°C. El secado se desarrolló, durante 8 días (trabajando 8 h/día), para obtener una cáscara con un contenido de humedad menor al 10%.

Figura 5. *Secado del producto*



2.1.5 Molienda y tamizado: el producto obtenido luego del secado se llevó a una etapa de molienda, en un molino de disco 220V con malla de 0,8 mm, transformando la cáscara de pepino en harina. Posteriormente se hizo una separación por tamizado utilizando la malla 60 (obteniendo una partícula de tamaño uniforme de 250 µm).

Figura 6. *Harina de pepino*



La harina se envaso en bolsas de polipropileno y se almacenó en un lugar fresco y seco para evitar deterioro por factores ambientales, hasta su utilización.

2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE PEPINO

Luego de obtener la harina de pepino, se procedió a realizar las pruebas de rendimiento (fresco-deshidratado), adicionalmente se evaluó su capacidad de hinchamiento y capacidad de retención de agua, siguiendo la metodología propuesta por Valencia & Román (2016). Así mismo se le aplicaron pruebas bromatológicas (grasa, proteínas, fibra dietaria, humedad y cenizas) para complementar su caracterización. Las pruebas realizadas se describen a continuación.

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

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

Ecuación 1. Rendimiento (fresco- deshidratado) (Valencia, 2006).

2.2.2 Capacidad de hinchamiento (CH): Se pesaron 2 g de cada muestra en una probeta graduada de 25 mL y se midió el volumen ocupado por la fibra (V_0) (mL); Luego se adicionaron 10 mL de agua destilada y se agitó manualmente durante 5 min. Seguidamente la muestra se mantuvo en reposo durante 24 h a temperatura ambiente. Posteriormente se midió el volumen final de las muestras (V_1) (mL). La capacidad de hinchamiento (mL/g) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{V_1 - V_0}{\text{Peso de muestra}}$$

Ecuación 2. Capacidad de hinchamiento

2.2.3 Capacidad de retención de agua (CRA): En un tubo de polipropileno de 50 mL para centrífuga previamente pesado se colocaron 0,5g de muestra y se hidrataron con 30 mL de agua destilada agitando suavemente para una mejor dispersión. Se dejó reposar por 18 h a temperatura de 20°C. Luego se centrifugó a 3000 rpm por 20 min, seguidamente se eliminó el sobrenadante y se filtró por medio de un papel de filtro pesado con anterioridad. Se pesó el residuo húmedo y se dejó secar en estufa por 12 h a temperatura de 102°C. Seguidamente se pesó el residuo seco. La capacidad de retención de agua se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CRA = \frac{\text{Peso del residuo húmedo} - \text{Peso de residuo seco}}{\text{Peso del residuo seco}}$$

Ecuación 3. Capacidad de retención de agua

2.2.4 Pruebas bromatológicas

Las pruebas bromatológicas (proteína, grasa, carbohidratos, humedad, cenizas y fibra dietaria) fueron elaboradas en los laboratorios Enzipan S.A.

2.3 FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

En esta etapa se llevó a cabo la elaboración de la salchicha a diferentes niveles de sustitución de grasa por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*), teniendo en cuenta la formulación para dicho producto con los parámetros de calidad y la norma NTC 1325 de 2008 para productos cárnicos cocidos que debe cumplir.

Tabla 2. Restricciones y parámetros de calidad para la elaboración de productos cárnicos cocidos (indicadores de balance tecnológico)

Parámetro de calidad	Indicadores
Humedad/proteína	< 5 es un producto de buena mordida cárnica 5 a 6 es normal para un producto económico >6 No presenta mordida tipo carne
Grasa/Proteína	< 2 emulsión estable > 2 la emulsión tiende a separarse
Sal/ Humedad	> 3,5 Buena vida útil < 3,5baja vida útil
Balance de humedad	(Negativo) Hay agua sin retener (cero) Toda el agua esta retenida (positivo) puede retener más agua

Fuente: Icontect, NTC 1325 (2008).'

Tabla 3. Requisitos de composición y formulación para productos cárnicos cocidos

Parámetro*	Premium		Seleccionada		Estandar	
	%min	%max	% min	%max	%min	%max
Proteína (Nx6,25), fraccion en masa	14		12		10	
Grasa, en fraccion de masa		28		28		28
Humedad más grasa, en fraccion de masa		86		88		90
Almidón, en fraccion de masa		3		6		10
Proteína no cárnica, en fracción de masa		3		3		6

* Los resultados obtenidos para cada parámetro se expresan en fracción de masa según el Sistema Internacional de Unidades, S.I., anteriormente se usaba la notación %m/m pero esta no es aceptada en el S.I. De acuerdo con el S.I., se expresa la fracción de masa del constituyente x, con el símbolo Wx.

$$Wx = m_x / m$$

en donde

mx es la masa del constituyente x
m la masa total

Esta cantidad se expresa frecuentemente en porcentaje, %; se usara un factor de conversión 1%= 0,01

Fuente: Icontec, NTC 1325 (2008).

La elaboración del producto cárnico cocido (Salchicha) se llevó a cabo utilizando carne de res, carne de cerdo (con poco tejido conectivo) y grasa dorsal de cerdo; todas las materias primas se compraron en la central de Abastos de la Ciudad de Bogotá, verificando que se encontrara en las condiciones óptimas para el proceso.

Se elaboraron salchichas tipo Frankfurt de aproximadamente 60 g, el procedimiento se ilustra en un diagrama en el Anexo 2 de este documento.

2.3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se trabajaron cuatro niveles de sustitución (I, II, III y IV) los cuales tuvieron una variación en el porcentaje de reemplazo de la grasa por la harina de pepino, usando como control una salchicha patrón sin sustitución con un porcentaje de grasa del 16,48% y en la cual se utilizaba harina de trigo como extendedor, Los cuatro niveles de sustitución usados en la formulación de la salchicha tipo Frankfurt se usaron de acuerdo a los requisitos establecidos y cumpliendo con la calidad del producto. Es importante mencionar que en los productos con sustitución también se reemplazó la cantidad del extendedor (harina de trigo) por harina de pepino.

En la tabla 4, se observan los niveles de sustitución de harina de pepino (*Cyclanthera pedata*):

Tabla 4. Niveles de sustitución de grasa por harina de pepino

Nivel de sustitución	% de sustitución*
Control	0
I	8
II	16
III	24
IV	32

*El porcentaje de sustitución se cuantificó respecto al contenido total de grasa del producto control

Fuente: Los autores

Los tratamientos, se desarrollaron teniendo en cuenta el estudio realizado por Lorenzo *et al.* (2016), sobre salchichas tipo bologna sustituyendo la grasa de cerdo por harina de banano verde. En donde se afirmó que hasta el nivel del 60% de sustitución no se afectaron los parámetros de color y textura del producto por lo cual se decidió tomar concentraciones no mayores a este valor. Por otro lado, una sustitución cercana al 100%, no era aconsejable debido a que no se tenía la certeza de que tan favorables eran las sustituciones propuestas.

En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos del formulador TECNAS para cada tratamiento, estos se encuentran más específicos en el anexo del 7 al 11.

Tabla 5. Formulaciones con variación en los porcentajes de grasa por sustitución de harina de pepino.

Ingredientes	Salchicha Patrón (%)	Tratamiento I* (%)	Tratamiento II* (%)	Tratamiento III* (%)	Tratamiento IV* (%)
Carne de res	18,04	18,04	18,04	18,04	18,04
Grasa dorsal	12,03	11,06	10,10	9,14	8,18
Carne de cerdo	18,04	18,04	18,04	18,04	18,04
Harina de trigo	10,82				
Harina de pepino		11,79	12,75	13,71	14,67
Proteína aislada	4,81	4,81	4,81	4,81	4,81
Agua	33,67	33,67	33,67	33,67	33,67
Humo liquido	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Otros aditivos	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37

* Patrón: Salchicha patrón.

Tratamiento I: Sustitución del 8% de la grasa.

Tratamiento II: Sustitución del 16% de la grasa.

Tratamiento III: Sustitución del 24% de la grasa.

Tratamiento IV: Sustitución del 32% de la grasa.

2.3.2 PRUEBAS Y CARACTERIZACIÓN DE PRODUCTO

Para establecer cuáles eran los productos con sustitución de grasa por harina de cáscara de pepino que presentaban características fisicoquímicas similares a la salchicha patrón, se procedió a realizar pruebas fisicoquímicas propias de derivados cárnicos cocidos, que incluyen: capacidad de retención de agua por goteo, color, textura por dos métodos (cizalla con cuchilla Warner-Bratzler y perfil de textura-TPA).

-Capacidad de retención de agua por goteo: se basa en la pérdida de peso de la muestra al mantenerlas en almacenamiento por un determinado tiempo manteniendo las condiciones de temperatura y humedad; para ello se realizó la toma de datos desde el primer día de fabricación (día cero) hasta que transcurrieron 8 días de almacenamiento, manteniéndolas en una temperatura de refrigeración (4°C). Los resultados fueron expresados a partir de la siguiente formula:

$$\text{Porcentaje de pérdidas por goteo} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100\%$$

Ecuación 4. Capacidad de retención de agua por goteo

Dónde:

P1: Peso inicial día 1

P2: Peso final día 5

-Color: el color de la salchicha de pepino se determinó con un colorímetro marca Konica Minolta, evaluando los parámetros de luminosidad (L^*), enrojecimiento (a^*) y amarillez (b^*) del producto. El parámetro L representa la reflectancia, en donde el negro $L=0$ y blanco $L=100$.

-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 compresión entre el 70 a 90 % de la altura inicial (Alvarado, 2006). Las muestras se tuvieron en refrigeración durante 72 h antes del análisis, los ensayos se realizaron a temperatura ambiente (20 °C), cortando el producto para obtener muestras 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 s entre las compresiones. Se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron como promedio y desviación estándar.

- Fuerza al corte y esfuerzo al corte con Warner-Bratzler: es una prueba utilizada para medir la ternura en carnes y productos cárnicos; en este ensayo interviene la fuerza de tensión, corte y compresión 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 tomaron muestras con 10 cm de longitud, las cuales fueron ubicadas horizontalmente entre la base de la celda y la lámina que efectúa el corte, éste se realizó con una velocidad de cabezal 2 mm/s y desplazamiento 50 mm. Se analizaron las muestras por triplicado y se reportaron los resultados como promedio y desviación estándar.

2.3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Cada una de estas pruebas se llevó a cabo por triplicado y sus resultados se analizaron mediante un ANOVA, teniendo en cuenta un diseño de experimentos factorial, cuyo factor de variación fue el nivel de sustitución de la grasa por la harina de pepino y en el cual se determinó a un 95% de nivel de significancia, si existía diferencia significativa entre los tratamientos para cada una de las variables de respuesta mencionadas. Luego de comprobar las diferencias, se aplicó una prueba de TUKEY para establecer cuáles de las muestras se asemejaban al control.

2.4 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DEL PRODUCTO

Con los resultados de las pruebas anteriores se eligieron dos de los cuatro niveles de sustitución que fueron los que presentaron características similares al patrón, para posteriormente evaluar características físicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.

Así, se elaboraron nuevamente esos dos productos (aproximadamente 30 salchichas de 60 g cada una por cada tratamiento). Y se les realizaron las siguientes pruebas:

-Análisis Físicoquímico: las pruebas (proteína, grasa, carbohidratos, humedad, cenizas y fibra dietaria) fueron elaboradas en el laboratorio AllChem Compañía LTDA.

- **Análisis microbiológico:** se llevó a cabo de acuerdo al procedimiento descrito por la NTC 1325 (2008), para determinar: recuento de *Staphylococcus* coagulasa positivo, UFC/g, recuento de esporas *Clostridium* sulfito reductor, UFC/g, detección de *Salmonella* UFC/g y recuento de *Escherichia coli* UFC/g.

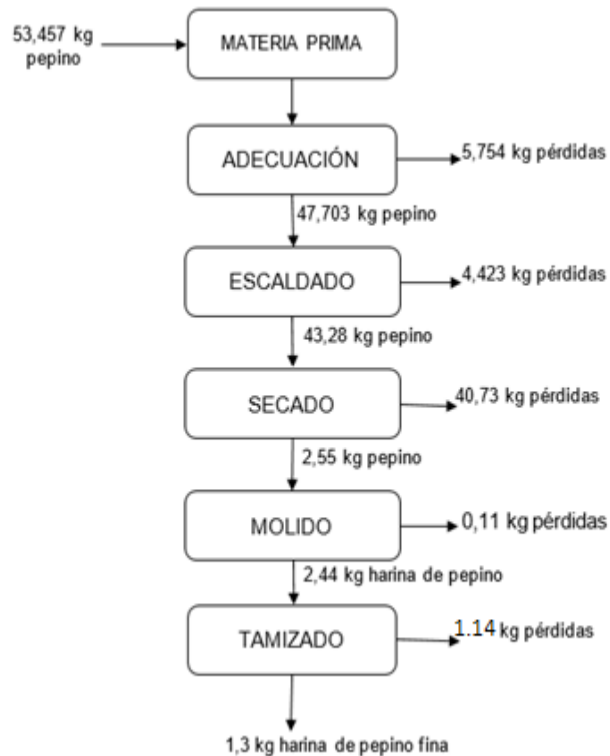
-Análisis sensorial: para analizar la aceptación por parte del consumidor se procedió a evaluar los siguientes parámetros: color, olor, sabor y textura por medio de una prueba hedónica de cinco puntos a 70 panelistas no entrenados, con los siguientes descriptores: Me gusta mucho (5), Me gusta (4), Ni me gusta ni me disgusta (3), Me gusta poco (2) y No me gusta (1). Los resultados de esta evaluación, se analizaron mediante el método de Kruskal Wallis que es un método no paramétrico para probar si había igualdad o no entre los tratamientos. Y en caso de establecer diferencias, se aplicó la prueba de U de Mann-Whitney.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inicialmente se hizo una caracterización de la cáscara de pepino el cual obtuvo un pH de 5.8, °Brix de 2,5, Acidez de 0.09% y un Índice de madurez de 28 con un color verde característico del producto. Los resultados del estudio se presentarán en el mismo orden en que se desarrolló la metodología, iniciando por la obtención y caracterización de la harina de pepino, seguido por la elaboración y caracterización de los cuatro tratamientos y la salchicha patrón y finalmente la caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de los dos productos más parecidos al control.

3.1 OBTENCIÓN DE LA HARINA DE PEPINO

A continuación, se presenta el diagrama donde se muestra de forma detallada las cantidades de entrada y salida de masas con las pérdidas correspondientes a cada etapa involucrada en la obtención de la harina.



A partir de esta información fue posible calcular el rendimiento total y las pérdidas por etapas en el proceso como se observa en la tabla 6:

Rendimiento total de la obtención de la harina de pepino:

$$\% \text{Rendimiento: } \frac{2,44}{53,46} \times 100\% = 4,56\%$$

Rendimiento de la harina utilizada para la sustitución de grasa por harina de pepino:

$$\% \text{Rendimiento: } \frac{1,33}{53,46} \times 100\% = 2,49\%$$

Tabla 6. *Perdidas en etapas del proceso de la obtención de la harina de pepino*

Etapas del proceso	Masa de entrada (kg)	Masa de salida (kg)	Perdidas en cada etapa %
Adecuación	53,46	47,70	10,77
Escaldado	47,70	43,28	9,28
Secado	43,28	2,55	94,11
Molido	2,55	2,44	4,32
Tamizado	2,44	1,33	46,73

Se observó que en las primeras etapas del proceso no se notaron pérdidas significativas de masa, mientras que en el secado fue donde se obtuvo la mayor pérdida (94,11%), tal y como se esperaba, debido a que en esta etapa se disminuyó la cantidad de agua por deshidratación del producto. Y teniendo en cuenta que el pepino presentaba una humedad en fresco del 95%, al someterlo a un proceso de secado se produce una migración de humedad del sólido hacia la superficie, para alcanzar una humedad que finalmente fue del 9% en la cáscara seca. Luego del secado, llegó la molienda donde se obtuvieron 2,44 kg de harina, las pérdidas nuevamente fueron bajas. Luego, se realizó la separación por tamizado con malla número 60 de la serie Tyler para obtener una harina con tamaño de partícula uniforme de 250 μm , llegando a una masa de 1,33 kg de harina obteniendo una pérdida de 46,73% en esta etapa. El restante correspondía a harina con otro tamaño de partícula de diferente textura. En resumen, a partir de los 53,46 kg de pepino fresco que ingresaron al proceso, se llegó a 2,44 kg de harina, de la cual 1,33 kg fue harina fina, que fue la materia prima utilizada para la sustitución de grasa por harina de pepino. Esta harina se caracterizaba por un color verde claro sin presencia de partículas de color distinto y un tamaño y textura similar a la harina de trigo, mientras que el restante que fue 1,14kg de harina, correspondiente a lo retenido en el tamiz resultó ser más grueso y se

apreciaba allí parte de la cascara del producto seco. En ese sentido, se sugiere procesar nuevamente este material para recuperar una mayor cantidad del producto con menor tamaño de partícula. Así el rendimiento total del proceso de obtención de la harina de pepino fue de 4,57%. Este resultado, coincide con estudios en obtención de harina a base de frutas y hortalizas, en donde se ha demostrado que la mayor pérdida en el proceso ocurre durante el secado, en razón del alto contenido de agua de la fruta fresca. A manera de ejemplo, Pedraza, et al. (s.f) en la elaboración de harina de guayaba (*Psidium guajava*) determinó un rendimiento del 6,98 %.

3.2 CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE PEPINO

En la tabla 7 se puede observar el análisis fisicoquímico de la harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) obtenida en este trabajo (este análisis se presenta en el anexo 4). Esta caracterización fue comparada con valores reportados por otros autores en harinas de trigo, frutas y hortalizas utilizados en la elaboración de embutidos cárnicos. El valor obtenido de humedad fue de 9,32% y proteína de 11,69% valores que se encuentran dentro de la tolerancia indicada en la norma técnica colombiana NTC 267 (2007) para harina de trigo que indica un máximo de 14,5% en humedad y mínimo de 7% para la proteína. En el caso de Lorenzo *et al.* (2016) quienes trabajaron con harina de banano verde, ellos obtuvieron una harina con una humedad de 5,30% con un proceso de secado a 60°C durante 12 h, mientras que en este proyecto el secado fue más intenso trabajando a 70°C (trabajando 8 h/día) y la humedad del producto final más alta.

Tabla 7. Composición proximal y fisicoquímica de harina de pepino (*Cyclanthera pedata*)

COMPONENTE	% EN BASE SECA
FIBRA DIETARIA TOTAL	49,95
FIBRA DIETARIA INSOLUBLE	38,68
FIBRA DIETARIA SOLUBLE	11,27
	(g/ 100g)
HUMEDAD	9,32
CENIZAS	8,76
PROTEINA	11,69
GRASA	1,02
CARBOHIDRATOS	69,21

Fuente: los autores. Pruebas realizadas en Enzipan Laboratorios S.A.

De acuerdo con Cruz (2002), el contenido de humedad depende del grosor de la cáscara, así como del tiempo y temperatura de secado, y es un factor determinante de la calidad en la conservación del producto. A mayor pérdida de humedad la viabilidad de los microorganismos

presentes en los productos se reduce debido a una menor disponibilidad de agua en el producto, por lo que es importante mantener una baja humedad evitando de esta manera la proliferación de agentes contaminantes.

Se obtuvo un valor de 8,76% de cenizas para la harina de pepino, este valor se refiere a los residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica lo que se podría evidenciar como un mayor aporte en minerales considerando que fue mayor respecto al contenido en la harina de banano verde (Lorenzo *et al.*, 2016) y en la harina de mango (León y Sarmiento, 2017) donde se han registrado valores de 2,32% y 4,51% respectivamente.

El contenido de grasa, como era de esperarse, es bajo y presentó un valor de 1,02% lo que puede deberse a la naturaleza del fruto.

En cuanto a la fibra dietaría total (FDT) en la harina de pepino se obtuvo un valor 49,95% que resulta ser superior a otras fuentes de fibra reportadas como la fibra de mango concentrada, con un nivel de (FDT) expresado por Vergara *et al.* (2007) de 28,05% y a la fibra contenida en la cáscara de plátano que alcanza niveles de 46,79% según Alarcón *et al.* (2013), estos valores correspondieron a un recurso con aptitud en cuanto a funcionalidad tecnológica para su inclusión en matrices alimenticias como los productos cárnicos. La incorporación de fibra dietaría total (FDT) en un producto cárnico no solo reduce el contenido de grasa, sino que también mejora los atributos nutricionales del producto. Se establece que consumir más fibra dietética disminuye el riesgo de obesidad, enfermedades cardiovasculares y cáncer de colon. Para los adultos, la ingesta recomendada de fibra dietética es de 28-36 g / día, de los cuales 70-80% debe ser fibra insoluble (Mehta, Ahlawat, Sharma y Dabur, 2015). Por otro lado, las fibras dietéticas hacen funciones tecnológicas tales como fijar y retener agua, reducir la pérdida por goteo durante el almacenamiento, minimizar los costos de producción, compensar los cambios de textura no deseados y mantener las propiedades sensoriales del producto final (Almeida et al., 2014 , Besbes et al., 2008.), lo cual contribuirá durante el proceso de elaboración del producto con sustitución de grasa por harina de pepino, aumentando la capacidad de retención de agua en el producto y disminuyendo pérdidas tanto en almacenamiento como en costos en producción.

Respecto a la fibra insoluble (FDI) se pueden influir en la textura de los alimentos, ya que pueden aumentar la consistencia de los productos cárnicos a través de la formación de estructuras más firmes (Briceño *et al.*, 2002) capaces de modificar las propiedades reológicas

de las emulsiones cárnicas, la FDI para la harina de cáscara de pepino fue de 38,68% siendo un valor alto.

Y en el caso de la fibra dietaría soluble (FDS) se registró un valor de 11,27%, que resulta muy positivo, considerando que se ha confirmado que la fibra dietética presente en las frutas y vegetales tiene efectos positivos importantes en la salud de los consumidores en virtud de sus propiedades. Numerosos estudios de los últimos años revelan que muchas de las enfermedades importantes en salud pública, incluyendo obesidad, enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2, pueden ser prevenidas y tratadas por el incremento en las cantidades y variedad de fibra que contienen los alimentos en la dieta (Roberfroid y Delzenne, 1998). De ese modo y en virtud del potencial terapéutico de la fibra dietética, actualmente están siendo desarrollados productos alimenticios con una mayor incorporación de fibra (Abdul-Hamid y Luan, 2000).

Y en el caso de la harina de cáscara de pepino, estos resultados son prometedores al señalar la posibilidad de desarrollar un producto innovador (ingrediente que puede ser aplicado en la industria alimentaria, debido a su alto contenido de fibra). La inclusión de la harina de pepino en la salchicha tipo Frankfurt contribuye a obtener un producto con mejores atributos nutricionales, ya que estos mejoran cuando se incluyen fibras dietéticas en la formulación (Lairon, Play y Jourdheuil, 2007). Así, el reemplazo de grasa animal por fibra dietética se ha convertido en una de las estrategias más efectivas para controlar la ingesta de grasa por parte de los consumidores (Campagnol *et al.*, 2012), por lo que este producto emulsionado ayuda a mejorar su salud.

Continuando con la caracterización de la harina, para determinar la propiedad tecnológica que puede aportar, se midió su capacidad de hinchamiento (CH) y su capacidad de retención de agua (CRA) de acuerdo a la metodología descrita por Valencia (2006) y Guzmán (2006) respectivamente, obteniendo los resultados que se pueden observar en la tabla 8.

Tabla 8. Capacidad de hinchamiento (CH) y Capacidad de retención de agua (CRA) de la harina de pepino (*Cyclantera pedata*)

Capacidad de hinchamiento (CH) (mL/g)	Capacidad de retención de agua (CRA) (g de agua/g muestra seca)
5± 0,28	1,53± 0,06

Fuente: los autores

La capacidad de retención de agua y la capacidad de hinchamiento son las principales propiedades tecno funcionales de la fibra y están influenciadas por la relación de fibra dietaría y

fibra dietaria soluble características de cada fuente y pueden verse afectadas por los variables externas como la temperatura de secado y por el tamaño de la partícula (Albán, 2013).

En esta investigación, se obtuvo una capacidad de hinchamiento promedio de 5 mL/g para la harina de cáscara de pepino (este análisis se presenta en el anexo 5), que se considera como un valor alto, dicha propiedad se refiere a la capacidad del producto para aumentar su volumen en presencia de exceso de agua y está influenciada por la cantidad de componentes, porosidad y tamaño de la partícula de la fibra (Baena *et al.*, 2012), En un estudio (Cordova, 2005) encontró que los valores más altos de fibra y almidón encontrados en harinas elaboradas con pulpa y corteza del banano estaban relacionados con los sólidos insolubles, observándose que a una mayor proporción de solidos insolubles mayor era la capacidad de retener agua de las harinas ricas en fibra, lo cual aportaría ventajas en el proceso tecnológico del producto, aumentando el rendimiento en operaciones como cutedado y embutido ya que la fibra dietética es un componente natural de muchos alimentos, que puede ser considerada por poseer dos tipos de propiedades funcionales: fisiológica y tecnológica (Lario *et al.*, 2004).

El valor obtenido, es similar al que se presenta en estudios de sustitución y adición de harina en productos cárnicos, para la harina de maracuyá, la cual reporta un valor de 6,66 mL/g (Acosta y Virviescas, 2014) y 5,54 mL/g (Vargas y Segura, 2017) para una harina de guayaba. Asimismo, Yusuf *et al.* (2008) establecieron que el poder de hinchamiento de las harinas está relacionado a la presencia de aminoácidos polares en las proteínas, ya que estos tienen afinidad por las moléculas de agua. Y teniendo en cuenta que el pepino (*Cyclanthera pedata*) contiene dentro de su composición nutricional una serie de aminoácidos polares tales como lisina, treonina y triptófano estos podrían influir en el aumento del volumen de la harina obtenida a partir de su cáscara.

De otro lado, la capacidad de retención de agua de las harinas se relaciona en gran medida con el tamaño de las partículas, con la cantidad de grupos hidroxilos libres capaces de interactuar con el agua externa y con la cantidad de fibra soluble de las mismas (Achouri *et al.*, 2010). En harinas, esta propiedad es usada para determinar su calidad y habilidad para formar una masa visco elástica, la cual es esencial en la industria de los alimentos ya que determina las propiedades funcionales de la matriz. El valor promedio de CRA de la harina de cáscara de pepino fue de 1,53% (análisis presentado en el anexo 6), con un porcentaje de 11,27% de fibra soluble, y se asume entonces, que a mayor fibra soluble habría una mayor capacidad de retención. Igualmente, Sangnark y Noomhorm (2003), realizaron un estudio del efecto del tamaño de partícula sobre las propiedades funcionales de la fibra dietética y determinaron que

una disminución en el tamaño de partícula de la fibra se asociaba con un aumento en la densidad y una reducción de la capacidad de retención, sin embargo, han existido muchos desacuerdos en este aspecto. Pues se ha encontrado también que, en el caso de diferentes fuentes de fibra, independientemente de si es fibra dietética soluble o insoluble, la capacidad de retención de agua aumentaba al incrementarse el tamaño de partícula.

En comparación, se encontró que la capacidad de retención de agua de la harina de trigo, tiene un valor de 1,92% que se debe a la presencia de gluten y una capacidad de hinchamiento de 1,96% (Rodríguez et al., 2012), el cual es un valor similar a la harina de pepino en cuanto a su capacidad de retención de agua, esta diferencia puede ser atribuida a un mayor contenido de carbohidratos, ya que los azúcares libres tienden a hidratarse con mayor facilidad y a un menor tamaño de las partículas en estas harinas, pues teóricamente cuanto menor sea este, la facilidad de hidratación aumenta, debido a la superficie de contacto que se tiene (Goesaert et al., 2005; Granito et al., 2009). Oshodi y Ekperigin (1989) demostraron que el tratamiento térmico húmedo desnaturaliza las proteínas; debido a este efecto, incrementa la accesibilidad a dicha proteína y, en consecuencia, a los aminoácidos polares, los cuales tienen una gran afinidad por el agua, produciéndose un incremento en la CRA. Aunque el valor de la capacidad de hinchamiento en la harina de pepino es alto esta puede ser una alternativa como ingrediente en un producto cárnico debido a su aporte en la matriz.. Una alta CH señala un adecuado uso en la industria, debido a que soluciona problemas relacionado con la pérdida de volumen y humedad, proporcionando mayor estabilidad durante la vida de anaquel, al favorecer una apariencia de fresca (Cervantes et al., 2010). Estos estudios permiten prever la importancia que podría tener para la industria cárnica el uso de la cáscara de pepino como elemento extensor en embutidos.

Teniendo los análisis de la caracterización de la harina en cuanto a sus propiedades tecnológicas y su análisis bromatológico se precedió a realizar las formulaciones para los cuatro tratamientos con las sustituciones de grasa por harina de cáscara de pepino para posteriormente evaluar las propiedades fisicoquímicas de los productos ya elaborados, las formulaciones se presentan en el anexo del 7 al 11.

3.3 EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN DE GRASA POR HARINA DE CÁSCARA DE PEPINO EN LA SALCHICHA TIPO FRANKFURT

De acuerdo a lo descrito en la metodología que se presenta en el anexo 2, se elaboraron los cuatro tratamientos junto con la muestra patrón y se realizaron pruebas tales como perfil de textura, colorimetría, capacidad de retención de agua a los productos correspondientes, con el fin de elegir los dos tratamientos con características más similares al patrón. A continuación, se presentan los resultados de dichas pruebas:

3.3.1 Prueba de textura: En la tabla 9 se encuentran los resultados obtenidos del análisis del perfil de textura para la muestra patrón y los cuatro tratamientos en los diferentes niveles de sustitución, donde se avaluó la dureza, y masticabilidad. Con estos datos, se realizó un análisis estadístico ANOVA y una prueba de Tukey para observar las diferencias entre las muestras y así escoger las dos formulaciones con resultados similares al patrón.

Tabla 9. Valores promedio del perfil de textura

Componente	Patrón	Tratamiento I 8%	Tratamiento II 16%	Tratamiento III 24%	Tratamiento IV 32%
Dureza (kgf)	1,15 ± 0,18 ^c	1,34 ± 0,03 ^{bc}	1,52 ± 0,18 ^{bc}	1,63 ± 0,07 ^{ab}	1,65 ± 0,17 ^a
Masticabilidad (kg*mm)	7,41 ± 0,28 ^a	5,10 ± 0,21 ^{ab}	5,02 ± 0,83 ^{ab}	4,25 ± 0,63 ^{bc}	2,52 ± 0,80 ^c

Los valores dados son promedios de tres repeticiones con sus desviaciones estándar.

Las letras a, b, c o d, indican el agrupamiento que puede hacerse entre las medias de cada tratamiento, de acuerdo a la prueba de Tukey aplicada a cada componente.

En los productos cárnicos se considera a la dureza, uno de los factores determinantes de la calidad (Torres, González y Acevedo, 2015). Como se observa en la tabla anterior los valores de dureza en la salchicha aumentan conforme aumenta el nivel de sustitución de grasa por la harina de cáscara de pepino en la salchicha. Esto es debido a la fibra que contiene la harina de pepino, como mencionan Brown *et al.* (1999), la dureza de los productos cárnicos aumenta debido a la fibra insoluble que forma redes tridimensionales modificando 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, encontrando diferencias significativas ($p < 0,05$) donde se observa que la muestra patrón presenta similitud con el tratamiento del 8% y 16% y 24% , mientras que el tratamiento del 32% es diferente a los demás y solo presenta similitud con el 24% ya que comparten una letra.

Al comparar con el estudio León y Sarmiento (2017), ellas encontraron resultados similares en un análisis de textura (TPA) en una salchicha con diferentes sustituciones de harina de mango. En donde la dureza aumentaba a medida que la sustitución de harina de mango iba aumentando; y en la gomosidad se vio afectada en el tratamiento con mayor sustitución de harina de mango. Los resultados completos del análisis estadístico se presentan en el anexo 14. En los embutidos son distintos los resultados del perfil de textura ya que depende del tipo de carne utilizada, así como de las materias primas empleadas en la elaboración como grasa, ligantes u extensores (Herrero *et al.*, 2008). Investigaciones como la realizada por Cortes *et al.* (2010), indican que la incorporación de extendedores modifica la dureza de los productos cárnicos lo cual se evidencia en el comportamiento el cual es directamente proporcional al aumentar el porcentaje de harina de pepino en el producto. Diferentes ingredientes ricos en fibra han venido utilizándose recientemente como aditivos funcionales en numerosos productos cárnicos picados y emulsionados con el fin de apoyar y garantizar la ligazón; lo que ha resultado en la producción de productos cárnicos bajos en grasa más estables y con mejores propiedades de textura del producto (Pietrasik y Janz, 2010). Fibras de varios vegetales (trigo, avena, remolacha) y frutas (naranja, manzana, melocotón) han sido utilizadas en la elaboración de derivados cárnicos reducidos en grasa (Mansour y Khalil, 1999).

Posteriormente se hizo prueba de esfuerzo al corte por triplicado.

3.3.2 Esfuerzo al corte: los siguientes resultados son los obtenidos empleando la cuchilla Warner-Bratzler para la muestra patrón y las formulaciones con los diferentes niveles de sustitución de grasa por harina de cáscara de pepino.

Tabla 10. Valores promedio del esfuerzo al corte en las salchichas tipo Frankfurt a los diferentes niveles de sustitución de grasa por de harina de cáscara de pepino.

Parámetro	Patrón	Tratamiento I	Tratamiento II	Tratamiento III	Tratamiento IV
		8%	16%	24%	32%
Esfuerzo	5,88 ± 0,28 ^b	5,90 ± 0,50 ^b	6,70 ± 0,90 ^{ab}	6,77 ± 1,03 ^{ab}	8,40 ± 1,10 ^a

Aplicando el análisis estadístico correspondiente, que se encuentra detallado en el anexo 15, se observa un leve aumento en el esfuerzo al corte conforme aumentan los porcentajes de sustitución de grasa por harina de cáscara de pepino en las formulaciones, ya que se necesita una mayor fuerza para romper completamente las muestras, esto está relacionado directamente con la dureza que igualmente aumenta cuando aumenta el porcentaje de sustitución debido al incremento en la fibra, en este caso las fibras insolubles ya que estas influyen en la textura de

los alimentos, pueden aumentar la consistencia de los productos cárnicos a través de la formación de estructuras más firmes (Briceño et al., 2002) capaces de modificar las propiedades reológicas de la emulsiones cárnicas, teniendo en cuenta que la harina de cáscara de pepino posee un porcentaje de FDI que equivale al 38,68% logrando de esta manera un aumento en la firmeza sumado a que se puede generar un efecto sobre el contenido de humedad de las salchichas por los niveles de inclusión de materiales que absorban el agua presente en la formulación.

Al realizar el análisis estadístico se encontró diferencias significativas entre los diferentes tratamientos ($p > 0,05$), sin embargo, se observa que la muestra patrón tiene similitud a todos los tratamientos ya que comparten una letra, menos al tratamiento del 32% como se observa en la tabla 10, este último presenta un mayor porcentaje de harina de cáscara de pepino lo que hace que aumente su dureza y por ende el esfuerzo de corte, está relacionado con la capacidad de retención de agua del producto en la salchichas tipo Frankfurt, donde su retención de agua también fue mayor con respecto a las demás como se observará en la tabla 12, ya que la harina de pepino hará que la emulsión cárnica se vuelva mucho más sólida y homogénea que el patrón, como lo evidenciaron Vargas y Segura (2017) en un estudio sobre salchichas con adición de harina de guayaba, en donde obtuvieron una mayor dureza en las muestras con adición de harina de guayaba y por ende una mayor retención de agua.

3.3.3 Color: los resultados consignados en la tabla 11 corresponden a las mediciones de luminosidad (L^*), color rojo (a^*) y color amarillo (b^*) tomados por el colorímetro.

Tabla 11. Valores promedio de colorimetría en las salchichas tipo Frankfurt a los diferentes niveles de sustitución de grasa por harina de cáscara de pepino.

Parámetro	Patrón	Tratamiento I	Tratamiento II	Tratamiento III	Tratamiento IV
		8%	16%	24%	32%
L^*	61,67 ± 0,69 ^a	55,48 ± 0,48 ^b	54,35 ± 0,59 ^c	54,02 ± 0,61 ^{cd}	53,13 ± 0,43 ^d
a^*	9,46 ± 0,40 ^a	0,91 ± 0,25 ^b	0,42 ± 0,11 ^{bc}	0,38 ± 0,30 ^c	0,53 ± 0,25 ^{bc}
b^*	14,02 ± 1,09 ^b	13,8 ± 0,79 ^a	13,46 ± 1,35 ^a	13,37 ± 0,81 ^a	9,49 ± 1,42 ^a

Los valores dados son promedios de tres repeticiones con sus desviaciones estándar.

Las letras a, b, c o d, indican el agrupamiento que puede hacerse entre las medias de cada tratamiento, de acuerdo a la prueba de Tukey aplicada a cada parámetro.

Con base en los resultados estadísticos en cuanto a la luminosidad y la coordenada a^* hay diferencias entre las muestras ($p < 0,05$), por ende, la adición de la harina de pepino afecta en el color a la salchicha tipo Frankfurt por la ausencia de harina de trigo en los tratamientos el cual da como resultado un color significativamente más oscuro y característico de la harina pepino y

una disminución de los valores de luminosidad (L). Las diferencias en las propiedades de dispersión de la luz de la grasa y las fibras en las mezclas de salchichas podrían ser la causa de las diferencias en los parámetros de color entre el control y las salchichas que contienen fibra (Varnam y Sutherland, 1995). En la tabla 11 se observa una luminosidad de 61,67 para la muestra patrón, mientras que, en las salchichas con adición de harina de cáscara de pepino disminuye la luminosidad al aumentar el porcentaje de sustitución de grasa por ésta. Esta pérdida de luminosidad se atribuye a las coloraciones verdes generadas por la harina de cáscara de pepino, relacionadas con su contenido de clorofila, ya que la clorofila es el pigmento responsable del color verde de las plantas (Martínez *et al.*, 2016) y al proceso de secado de la harina, en donde se pudieron formar productos de la reacción de Maillard, que genera pigmentos oscuros igualmente la adición de extendedores a las salchichas generan un cambio de color por una disminución en la mioglobina de la carne (Albarracín, Acosta y Sánchez, 2010). En cuanto a la coordenada a* la muestra patrón tiene un valor alto de 9,46 y presentaba un tono rosado característico de este producto, la disminución de la coordenada a* en los cuatro tratamientos podría deberse a la oxidación de la oximioglobina (rojo brillante) a la forma de metmioglobina; que es de color verde pardusco, así como la desnaturalización del resto de globina (Jakobsen & Beterlsen, 2002; Lawrie & Ledward, 2006). El análisis estadístico completo se presenta en el anexo 16.

3.3.4 Capacidad de retención de agua por goteo (CRA): los resultados resumidos en la tabla 12 se calcularon por la ecuación 3 y se evaluaron para los cuatro tratamientos y el patrón, en donde se realizó el análisis estadístico ANOVA y Tukey para obtener los dos mejores tratamientos. La capacidad de retención de agua por goteo se midió por cinco días.

Tabla 12. Valores promedio de la capacidad de retención de agua por goteo (CRA)

Patrón	Tratamiento I 8%	Tratamiento II 16%	Tratamiento III 24%	Tratamiento IV 32%
0,17 ± 0,05 ^b	1,82 ± 0,60 ^{ab}	2,15 ± 0,70 ^{ab}	2,52 ± 0,80 ^a	2,66 ± 0,17 ^a

Los valores dados son promedios de tres repeticiones con sus desviaciones estándar.

Las medias que no comparten una letra (a, b, c o d) son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey.

Con base en los resultados obtenidos en la tabla 12, hay diferencias significativas ($p < 0,05$,) se evidencio en el análisis estadístico entre los tratamientos y el patrón, por lo que la adición de harina de pepino en las diferentes concentraciones influye en la capacidad de retención de agua de la salchicha tipo Frankfurt. El análisis estadístico completo se presenta en el anexo 17

La muestra patrón tuvo una capacidad de retención de agua menor que las salchichas con adición de harina de pepino a los diferentes porcentajes de sustitución. Esto se debe a que la harina de trigo que es empleado como extendedor en la salchicha patrón, contiene gluten, lo que puede afectar las propiedades de textura y jugosidad de las salchichas (Padrón, Oropeza y Montes, 2014), el incremento en la CRA en el producto se le atribuye a la fibra que contiene la harina de pepino, que es alta, como se observa en la tabla 7, a mayor sustitución de grasa por harina de pepino en el producto aumenta la CRA como se observa en la tabla 12, Las fibras dietéticas son ingredientes funcionales y naturales que aportan un valor añadido al producto final, en los productos cárnicos tienen diferentes ventajas, ya que ayudan a la retención de agua, pueden mejorar la textura del producto cárnico, influyen en la jugosidad reduciendo la exudación, y pueden suponer un aumento del rendimiento del producto final (Carda, 2014). En una emulsión es importante que la CRA sea alta para que haya una menor tendencia a perder agua durante el tratamiento térmico, sean menores las pérdidas y sea rentable llevar a cabo su elaboración.

La salchicha patrón al presentar una retención de agua menor, presenta inconvenientes en el coteado, en el cual la emulsión no fue lo suficientemente fuerte para retener el agua dentro de su matriz, afectando las propiedades físicas, texturales y sensoriales durante su almacenamiento (León y Sarmiento, 2015), , Adicionalmente, Vargas y Segura (2017), quienes evaluaron la harina de guayaba en salchichas en donde se usó de harina de guayaba observaron que la adición de ésta favorecía la CRA del producto, es decir que durante su almacenamiento el agua presente desde su elaboración no se perdía y lo que se veía reflejado en el rendimiento, lo que se traduce en beneficios a nivel industrial cuando se desee obtener un producto cárnico disminuyendo pérdidas.

En los resultados de la prueba de Tukey en perfil de textura, capacidad de retención de agua y esfuerzo al corte se observó que en los primeros tratamientos con menor porcentaje de sustitución comparten la misma letra que la de la muestra control sin sustitución, lo que demuestra que el efecto del extendedor en la sustitución de grasa por harina de pepino no interfiere notablemente, mientras que al incrementar la sustitución de la grasa se nota una diferencia la cual se debe a la sustitución de grasa animal por fibra en el producto que afecta las propiedades del producto, obteniendo una emulsión más sólida.

Los resultados que se observan en las tablas de los análisis a las salchichas tales como perfil de textura (TPA) esfuerzo al corte, colorimetría y capacidad de retención de agua, en las cuatro

formulaciones y el patrón se analizaron, y con esta información se procedió a seleccionar dos de los cuatro tratamientos.

3.4 Selección de los tratamientos más similares a la salchicha Patrón

Con los resultados anteriores se eligieron los productos con las características más similares a la salchicha patrón, para posteriormente hacer un análisis fisicoquímico, microbiológico y sensorial y así determinar cuál sería el mejor nivel de sustitución de grasa por harina de cáscara de pepino en una salchicha tipo Frankfurt.

Tabla 13. Resumen de similitudes en los parámetros medidos entre el patrón y los tratamientos.

TPA	COLOR	CRA	Esfuerzo al corte
Tratamiento I (8%) Tratamiento II (16%) Tratamiento III (24%) (Estos tratamientos fueron estadísticamente similares al patrón de acuerdo a la prueba de Tukey)	Todos los tratamientos fueron significativamente diferentes a la muestra patrón.	Tratamiento I (8%) Tratamiento III (24%) Tratamiento II (16%) (Estos tratamientos fueron estadísticamente similares al patrón de acuerdo a la prueba de Tukey)	Tratamiento I (8%) Tratamiento III (24%) (Estos tratamientos fueron estadísticamente similares al patrón de acuerdo a la prueba de Tukey)

Con base en los resultados presentados en la tabla 13, los tratamientos I y III (8 y 24%) fueron similares al patrón, en el TPA (dureza y masticabilidad) no presentaron diferencias significativas con el patrón en el análisis estadístico, estos dos tratamientos fueron también similares al patrón en cuanto a CRA y esfuerzo al corte en donde se observaron diferencias significativas pero se procedió a elegir por medio de la prueba Tukey. En cuanto al color ninguno de los cuatro tratamientos fue similar al patrón. Así, se decidió elegir el tratamiento I correspondiente al 8% de nivel de sustitución y el tratamiento III correspondiente al 24% de nivel de sustitución para continuar con los análisis.

3.4.1 Pruebas fisicoquímicas a los dos tratamientos y la muestra patrón

En la tabla 14, se encuentran los resultados correspondientes a las pruebas fisicoquímicas aplicadas a los tratamientos al 8% y 24% de nivel de sustitución de grasa por harina de cáscara de pepino. En el anexo 18 al 20 se encuentran detalles sobre las pruebas fisicoquímicas.

Tabla 14. Resultados de composición proximal y fisicoquímica de las salchichas

PRUEBAS	Patrón	Tratamiento I	Tratamiento III
Fibra Dietaría Total	0,1	0,6	1,6
Fibra Soluble	0	0,1	1,2
Fibra Insoluble	0,1	0,5	0,4
Humedad	65,44	66,41	67,44
Proteína	17,43	14,74	14,05
Cenizas	1,74	2,4	1,98
Grasa	9,12	8,82	7,53

Fuente: Pruebas realizadas en AllChem Compañía LTDA.

Los valores se encuentran en porcentaje (%)

Con los resultados obtenidos en la tabla 14 se observan los valores de fibra dietaría en la salchicha patrón y las sustituciones del 8% y 24%, donde en comparación de la salchicha patrón el valor de fibra aumenta para los tratamientos, pero hay un mayor aumento de la fibra en el tratamiento con más sustitución de harina de pepino; para el tratamiento I aumento en un 5% la fibra y en el tratamiento II un 15%, esto indica que al incrementar el porcentaje de sustitución de harina de pepino en la salchicha aumenta la fibra del producto. Además, se corrobora una leve disminución de la grasa respecto al contenido de ésta la salchicha patrón, en el tratamiento I la reducción fue del 0,03% y en el tratamiento II fue del 0,17%. Dos Santos, et al (2016) evaluaron salchichas tipo Bolonia con valores bajos en grasa al sustituirlo por piel de cerdo y harina de plátano verde, en donde reportaron valores reducidos en grasa del 19,7% y 78,4% en sustituciones del 20% y 100% respetivamente, debido a la inclusión de la harina de plátano verde.

En cuanto a la humedad se reporta un aumento en las salchichas tipo Frankfurt con adición de la harina de pepino del patrón. El aumento de humedad podría deberse a que el agua liberada de la matriz cárnica durante el proceso de cocción queda retenida por la fibra, que tiene una alta capacidad de retención de agua, debido a sus componentes solubles, y por ende una estabilidad en la emulsión. Estos resultados son similares a los encontrados por Chio, et al. (2014) donde el uso de fibra de linaza en salchichas Frankfurt como sustituto de grasa aumento el contenido de humedad, presentando también una mejor capacidad de retención de agua (CRA).

En otro estudio León y Sarmiento (2015), obtuvieron resultados similares en una salchicha tipo estándar con sustitución de harina de mango, donde los valores de cenizas y fibra aumentaron al aumentar el porcentaje de sustitución de esta harina, en cuanto a proteína, grasa y almidón disminuyeron los valores conforme aumentaron las concentraciones de harina. En el contenido

de proteína en la salchicha patrón es mayor a los tratamientos con adición de harina de pepino, siendo 17,43% en el patrón, mientras para el tratamiento I ésta fue de 14,74% y para el tratamiento III fue de 14,05%, esta disminución en la proteína se debe a la disponibilidad de proteína cárnica en la grasa añadida en la formulación que fue reducida en las muestras de las salchichas que contienen harina de pepino (Henning, Tshalibe y Hoffman, 2016), además los productos vegetales como cereales, raíces, tubérculos y verduras o almidones y harina, tienen bajo contenido de proteínas. Estos componentes se agregan para hacer volumen en productos o agregar nuevos componentes que no suelen ser inherentes a la carne, como los carbohidratos o la fibra (Heinz y Hautzinger, 2007).

Por otro lado, Oliveira, et al (2014) encontraron que el pepino (*Cyclanthera pedata*) tiene un alto contenido de potasio, calcio, fósforo y magnesio, y puede recomendarse fuertemente como suplemento nutricional debido a su alto contenido; por lo que la salchicha tipo Frankfurt con adición de harina de pepino puede tener presencia de estos minerales.

3.4.2 Pruebas microbiológicas

En la tabla 15 se encuentran los resultados para los parámetros microbiológicos, los cuales al ser comparados con el índice de tolerancia indicada en la norma técnica colombiana NTC 1325 (2008) se encuentran por debajo de lo establecido para productos cárnicos cocidos, cumpliendo con las Buenas técnicas de Manufactura (BPM). De esta forma se garantizó que el producto cárnico se encontraba en condiciones aptas para el consumo y para la realización de la prueba sensorial.

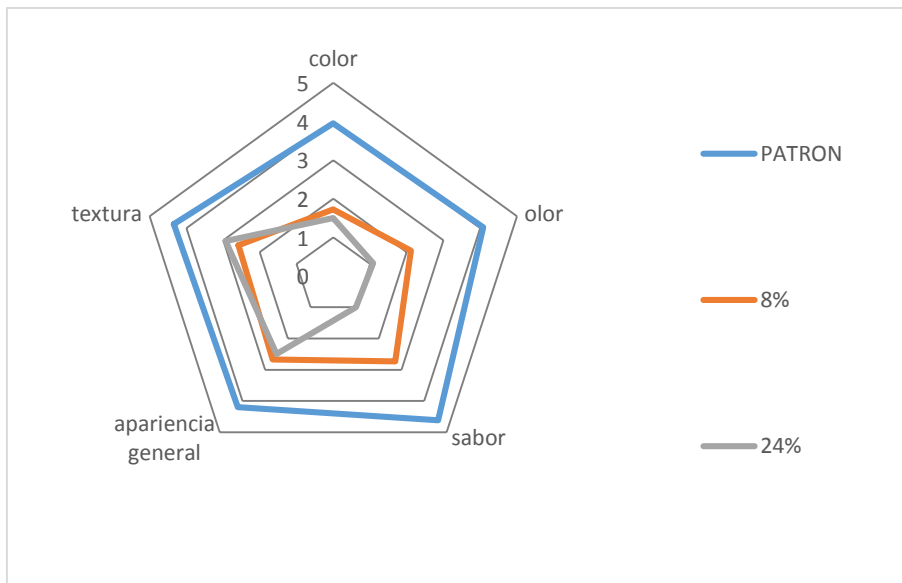
Tabla 15. Resultados pruebas microbiológicas

PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS				
MUESTRA	<i>Stafilococcus a.</i> coagulasa positivo	<i>Clostridium</i> sulfito reductor	<i>Salmonella spp</i>	<i>E coli</i>
Salchicha patrón	<10	<10	AUSENCIA	<10
Salchicha al 8% de nivel de sustitución de grasa por harina de pepino	<10	<10	AUSENCIA	<10
Salchicha al 24% de nivel de sustitución de grasa por harina de pepino	<10	<10	AUSENCIA	<10

3.4.3 Análisis sensorial

Para analizar la aceptación por parte del consumidor se procedió a evaluar los siguientes parámetros: color, olor, sabor y textura por medio de una prueba hedónica de cinco puntos a 70 panelistas no entrenados, con los siguientes descriptores: Me gusta mucho = 5, Me gusta = 4, Ni me gusta ni me disgusta = 3, Me gusta poco = 2 y No me gusta = 1. Con los resultados obtenidos se realizó un análisis por la prueba de Kruskal Wallis que es un método para datos no paramétricos. En la figura 7 se encuentran los resultados.

Tabla 7. Prueba sensorial de la salchicha patrón y las formulaciones del 8% y 24%.



Fuente: los autores

En el diagrama se observa la aceptación de los consumidores de la salchicha patrón y las dos sustituciones del 8% y 24%. En cuanto al color la salchicha patrón tiene una mayor aceptación y una gran diferencia de las salchichas con adición de harina de pepino, esto es debido a la clorofila que contiene el pepino que le aporta una tonalidad verdosa al producto, que no es de agrado para los consumidores. En cuanto al olor, la formulación patrón obtuvo una mayor aceptación (4), mientras las salchichas del 8% y 24% la aceptación tuvieron calificaciones de 2,11 y 1,08 respectivamente; esto se debe a que al adicionar la harina de pepino en las salchichas ésta no pierde sus componentes volátiles de aroma y estos no resultan agradables para el consumidor; Según Gaonkar (1995), el modo en que los sustitutos de grasa interactúan con los componentes del flavor es decisivo en aquellos alimentos, en los cuáles se ha reemplazado parte de la grasa por éstos compuestos. En cuanto al sabor, éste fue más aceptado en la formulación patrón, esto indica que la adición de la harina de pepino influyó

sobre esta característica sensorial de las salchichas; la harina de pepino tiene un sabor fuerte, con sabores pastosos; que no se pierde en su almacenamiento. Con respecto a la textura se observó que la salchicha patrón obtuvo una mayor aceptación por parte del consumidor, en comparación de las dos salchichas con sustitución de harina de pepino del 8% y 24%, donde estas dos salchichas tienen aceptaciones similares en la textura, por lo que se concluyó que el nivel de adición de la harina de pepino no tuvo mayor influencia en los consumidores. Por último, la aceptación general de las salchichas fue más destacada en la formulación patrón, seguido de la formulación del 8% y en último lugar la formulación al 24%. Al realizar un análisis estadístico de Kruskal-Wallis (anexo 21) se obtuvo que hay diferencias significativas ($p < 0,05$) en el color, olor, sabor, textura y apariencia entre la muestra patrón y las formulaciones del 8% y 24%,

Para un análisis más detallado, se comparó cada tratamiento con el patrón mediante la prueba de Mann-Witney para cada parámetro, este análisis se encuentra en el anexo del 22 al 26. Para el color y la apariencia, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre el patrón y las formulaciones del 8 y 24%, mientras que entre estas dos formulaciones (8 y 24%) no existieron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$); En cuanto al olor existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre todas las muestras comparadas por parejas, al igual para el parámetro sabor y textura. La calidad general fue calificada en mayor proporción como baja; esto debido a las variaciones percibidas en los atributos sensoriales evaluados, estos cambios se ven afectados por otro lado debido a que la grasa animal que se emplea para elaborar los productos cárnicos emulsionados, como es el caso de las salchichas, es muy importante para aportar las características de sabor y textura al producto, al hacer la sustitución de grasa por harina de pepino la cual tiene un color verde característico del fruto reduce atributos sensoriales como color, olor y sabor de la salchicha convencional, ya que se está utilizando igualmente como extendedor en el producto; lo cual se da como recomendación hacer uso del colorante E160a (beta caroteno), es de color naranja al amarillo, donde se obtendrá el color característico (tono rosado) de la salchicha tipo Frankfurt (aditivos alimentarios, 2018). Por otro lado la reducción del contenido de grasa y la sustitución del extendedor condiciona de manera fundamental las características sensoriales del producto (Ordoñez et al., 2001), particularmente esta grasa animal, suele contener niveles altos de ácidos grasos saturados y colesterol, los cuales han sido asociados con el desarrollo de enfermedades (Yang et al., 2007) por lo que se buscan nuevas alternativas para su sustitución y ofreciendo un aporte nutricional al consumidor, por lo que en este caso con el resultado sensorial una alternativa y quizás la que ha recibido mayor atención, la constituye el empleo de

una variedad de ingredientes y/o aditivos, los cuales han sido usados especialmente para contrarrestar los efectos secundarios no deseados por la reducción de la grasa en las formulaciones y para mantener las características funcionales y sensoriales de los productos cárnicos (Jiménez, 1996; Vural *et al.*, 2004).

CONCLUSIONES

La harina de cáscara de pepino obtuvo una capacidad de retención de agua de 1,53 g/g muestra seca y una capacidad de hinchamiento de 5 mL/g, que la confiere la fibra dietaria, que contiene un 49,95%; convirtiéndose en un ingrediente que aporta estabilidad a las emulsiones y a la disminución de pérdidas en el proceso de obtención de productos cárnicos.

En cuanto a las características fisicoquímicas, en el perfil de textura en las salchichas tipo Frankfurt se obtuvo como resultados un incremento en el valor de la dureza y esfuerzo al corte igualmente en la capacidad de retención de agua al aumentar las sustituciones de harina de pepino, siendo mayor en el tratamiento IV con 1,65 kgf, esto es debido al contenido de fibra que contiene la cáscara de pepino la cual contribuye a la retención de agua, mejora la textura del producto e influye en la jugosidad reduciendo así la exudación del producto cárnico.

El efecto como extendedor de la harina de pepino no interfirió notablemente en el producto ya que su capacidad de retención de agua es similar a la harina de trigo y se observó en los primeros tratamientos con menor sustitución, al incrementar la sustitución de la grasa se nota una diferencia la cual se debe a la sustitución de grasa animal por fibra en el producto logrando un cambio en las propiedades fisicoquímicas del producto obteniendo una emulsión cárnica más sólida, que da un buen resultado para el almacenamiento y vida útil del producto.

Con base en los resultados obtenidos tanto para pruebas fisicoquímicas como microbiológicas, se considera que los productos cumplen con los requisitos exigidos por la NTC 1325, para productos cárnicos procesados, cocidos y embutidos, se consideró que la mejor formulación por su alto contenido de fibra (1,6%) y con características similares al patrón fue el tratamiento III, que corresponde a una sustitución de grasa por harina de pepino del 24%. En cuanto a las características sensoriales, el empleo de este producto genera variaciones en los atributos sensoriales debido a la naturaleza del fruto.

Es posible sustituir la grasa usando fibra a partir de la harina de pepino, para producir salchichas con propiedades tecnológicas similares a una convencional y bajas en grasa; contribuyendo a la salud del consumidor.

RECOMENDACIONES

Se deben examinar otras formas de secado (secado solar) para reducir los costos energéticos involucrados en la obtención de la harina de pepino.

Es necesario evaluar el uso de la harina de pepino 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 del pepino.

Una forma de bajar la coloración verdosa en la harina de pepino es realizar un proceso enzimático al pepino para su blanqueamiento o la inclusión de colorantes y aditivos para que la aceptación por parte del consumidor del producto final sea mayor. Así, se disminuiría la diferencia entre los productos elaborados con la sustitución y el producto convencional, aportando una buena alternativa para las personas que buscan mayores niveles de fibra dietaria y menores niveles de grasa en los alimentos, contribuyendo a la salud de los consumidores.

Se requieren de más investigaciones para evaluar la aceptación sensorial de las salchichas con sustitución de grasa por harina de pepino, en lo relacionado con el uso de paneles entrenados ya que según estudios anteriores se ha establecido que el pepino (*Cyclanthera pedata*) tiene un alto contenido de potasio, calcio, fósforo y magnesio, y por lo tanto posee efectos benéficos sobre la salud, que han sido comprobados clínicamente, por lo que se le puede catalogar como un alimento funcional. En ese sentido, sería importante evaluar la funcionalidad de las salchichas elaboradas mediante pruebas clínicas.

REFERENCIAS

- Abdul-Hamid A, Luan Y (2000) Functional properties of dietary fiber prepared from defatted rice bran. *Food Chem.* 68: 15-19
- Alban Gomez, V.T. (2013). Propiedades tecno-funcionales de la fibra dietaria de subproductos de maracuya y cacao. Loja, Ecuador.
- Achouri, A.; Boye, J.I.; Belanger, D.; Chiron, T.; Yaylayan, V.A. y Yeboah, F.K. (2010). Functional and molecular properties of calcium precipitated soy glycinin and the effect of glycation with κ -carrageenan. *Food Research International*, 43(5), 494-50
- Acosta, C y Virviescas, D.2014. Evaluación de la sustitución de grasa por harina de cáscara de maracuyá ((*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) sobre un chorizo elaborado con mojarra roja (*Oreochromis* sp) Tesis de grado. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. PP. 4-62
- Aditivos alimentarios, (2018). E160a-Betacaroteno. Recuperado de: <https://www.aditivos-alimentarios.com/2016/01/E160a.html>
- Ahmed, P. Miller, M. Lyon, C. Vaugthers, H & Reagan, J. (1990). *Physical and sensory characteristics of low fat fresh pork sausage processed with various levels or added water*. *Journal of Food Science*
- Alarcon, M. Lopez, J. Restrepo, D. (2013) Caracterización de la funcionalidad tecnológica de una Fuente rica en fibra dietaria a partir de cascara de platano.
- Albarracín, W., L.F. Acosta e I.C. Sánchez. 2010. Elaboración de un producto cárnico escaldado utilizando como extensor harina de frijol común (*Phaseolus* spp.). *Vitae* 17(3), 264-271.
- Almeida, C. Wagner, R. Mascarin, L. Zepka, L y Campagnol, P. (2014). Producción de salchichas cocidas emulsionadas bajas en grasa usando gel de celulosa amorfo. *Journal of Food Quality*. pp. 437 - 443
- Alvarado, M. 2006. Efecto de la adición 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
- Ashwell M., (2002), "Conceptos sobre Alimentos Funcionales", International Life Sciences Institute (ILSI). Versión en español. Bruselas. Bélgica.
- Baena, L. y García, N. 2012. Propiedades fisiológicas de la fibra dietaria. Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarrilla de las semillas tostadas de *Theobroma cacao* L. de la industria chocolatera colombiana. Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Tecnologías Escuela de Química Pereira. Formato PDF. (En línea). Consultado, 10 may. 2013. p 27. Disponible en <http://repositorio.utp.edu.co>.
- 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

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.

Briceño, R., C. Gómez, M. Consuelo y M. Dadan. 2002. Fibra dietaria. *Temas Pediátricos. Nestle Nutrition* 19(1): 5-24

Carda, Carlos. (2014). Elaboración de salchichas de pollo bajas en grasa y ricas en Omega-3 y fibra. Universidad Politécnica de Valencia. Ciencia y Tecnología de alimentos.

Choe, J. Kim, H. Lee, J. Kim, Y & Kim, C. (2013). Calidad de las salchichas tipo salchicha con adición de piel de cerdo y mezcla de fibra de trigo como sustitutos de la grasa. *Ciencia de la carne.* Vol 93. Pág. 849-854.

Choi, Y. Kim, H. Hwang, K. Song, D. Choi, J y Lee, M. (2014) Propiedades fisicoquímicas y características sensoriales de salchichas de grasa reducida con grasa de cerdo reemplazada por fibra dietética extraída de lías makgeolli. *Meat Science*, pp. 892 - 900

Campagnol, P. Dos Santos, B. Wagner, R. Terra, N y Rodrigues, M (2012). *Gel de celulosa amorfa como sustituto de grasa en embutidos fermentados.* Ciencia de la carne. Vol 90. N. 1. Pag 36-42.

Carballo, B. (1991) Manual de bioquímica y tecnología de la carne. Madrid: A. Madrid Vicente ediciones.

Carballo, J. Bareto, G. Solas, M & Jimenez, C. (1996). *Characteristics of high and low fat bologna sausages as affected by final internal cooking temperature and chilling storage.* Journal of the Science of Food and Agriculture.

Cengiz, E & Gokoglu, N. (2007). *Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter type sausages.* International Journal Food Science and Technology

Cervantes, et, al.,(2010). Estudio de algunas propiedades funcionales de residuos agroindustriales de frutos tropicales. XVII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica. México.

Cordova, A. (2005). Caracterización de las propiedades relacionadas con la textura de suspensiones de fibras alimentarias (Doctoral), Universidad Politecnica de Valencia

Cortes, M.; Quezada, E.; Nieto, M.; Alfaro, R.; Güemes, N.; Hernández, J. y Soto, S. (2010). Textura de salchichas elaboradas con mezclas de carne de pavo y pollo. *Salud Pública y Nutrición*, 20(1), 1-4

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.

Dos Santos, L. Lorenzo, J. Alvarenga, C. Dos Santos, B. Heck, R. Cichoski, A y Bastianello, P. (2016). Producción de embutidos más sanos de Bolonia utilizando piel de cerdo y harina de plátano verde como sustitutos de la grasa. *Ciencia de la carne.* Vol 121. Pág 73-78.

Eim, V. Simal, S. Roselló, C y Femenia, A (2007). Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada). recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S0309174007003890>

FAO, (2014). *Procesado de carnes*. Fichas técnicas. Recuperado de: <http://www.fao.org/in-action/inpho/library/detail/en/c/2470/>

FAO (2014) Departamento de agricultura y protección al consumidor, tomado de: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/quality_meat.html.

Faria, M. Cipriano, T. Da Cruz, A. Dos Santos, B. Pollonio, M & Campagnol, P. (2015). *Propiedades de las salchichas de Bolonia con grasa de cerdo reemplazada con piel de cerdo y celulosa amorfa*. Meat Science, pp. 44 - 51

Fernández J., Egea I., Rivera D. (2015). *Cultivos promisorios para enfriar el clima y alimentar el mundo*.

FISCHER, A.. (2000). Tecnología e higiene de la carne. 1ª ed. Zaragoza, España. Edit ACRIBIA. pp 41-43

Fernández-Ginés, J. M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Sendra, E. y Pérez-Álvarez, J. A. (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. Meat Science, 67(1), 7-13 , tomado del capítulo 12. Alimentos funcionales carnicos.

Figuerola, F. Hurtado, M. Estévez, A. Chiffelle, I & Asenjo, F (2005). Concentrados de fibra de orujo de manzana y cáscara de cítricos como fuentes potenciales de fibra para el enriquecimiento de alimentos. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S0308814604003693>

Fonseca, C. Sarmiento, Y (2015). Evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de una salchicha estándar con adición de harina de mango. (tesis pregrado)

GAONKAR, A. (1995). Ingredient interactions: effects on food quality. New York: Marcel Dekker, 585pp.

GIRARD, J, (2001). Tecnología de la carne y los productos cárnicos. 2ª ed. Zaragoza, España. Edit Acribia. pp 10-13

Goesaert, H. Brijs, K. Veraverbeke, W. Courtin, C. Gebruers, K. y Delcour, J (2005). *Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality*. Trends in Food Science & Technology, pp12-30.

Guevara, P, Torres, E. (S.F) Temperatura y velocidad del aire en harina de guayaba (*Psidium guajava* L) con máxima vitamina C, p.6

Granito, G. Pérez, D. y Suhey, P. (2009). *Valor nutricional y propiedades funcionales de Phaseolus Vulgaris procesada: un ingrediente potencial para alimentos*. Interciencia, pp 64-70

GREPE. Nicolás. Elaboración de productos cárnicos. 1ra Ed. México. grupo editorial Iberoamérica, S.A. de C.V, 2001.

Heinz, G & Hautzinger, P. (2007). *Tecnología de procesamiento de carne para pequeños y medianos productores*. Organización de alimentos y agricultura.

Hernández, E. (2016). *Las exportaciones de los embutidos crecieron en promedio 5% en los últimos años*. El Heraldo.

Herrero, A.M.; De la Hoz, L.; Ordóñez, J.A.; Herranz, B.; De Ávila, M.R. y Cambero, M.I. (2008). Tensile properties of cooked meat sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) parameters and physico-chemical characteristics. *Meat Science*, 80(3), 690-696

Henning, S. Tshalibe, P. y Hoffman, L. (2016). Propiedades físico-químicas de las salchichas de carne de vacuno de bajo contenido de grasa con grasa de cerdo reemplazada por fibras dietéticas de piña y agua. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S0023643816304108>

Hleap J, Molina A, 2008. *Proceso de elaboración de salchichas a partir de tilapia roja (Oreochromis sp.) con adición de almidón de sagú (Marantha arundinacea)*. Manual de Transferencia Tecnológica. Universidad Nacional de Colombia

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.

Izquierdo P, García A, Allara M, Rojas E, Torres G, González P. Análisis proximal, microbiológico y evaluación sensorial de salchichas elaboradas a base de Cachama Negra (*Colossomamacropomum*). *Revista Científica* 2007; 17(3): 294-300.

Jakobsen, M y Bertelsen, G. (2002). *Modelando la estabilidad del color en la carne*. Publishing Ltd , Cambridge, Inglaterra, pp. 233 - 246

Jiménez, F., Carballo, J. y Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science*, 59(1), 5-13 tomado Cap 12. Alimentos funcionales cárnicos.

Jiménez, F. 1996. Review: Technologies for developing low-fat meat products. *Trends in Food Science and Technology* 7(2): 41-47.

Lairon, D. Play, B y Jourdeuil-Rahmani, D. (2007). Carbohidratos digeribles e indigeribles: Interacciones con el metabolismo lipídico posprandial. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. pp. 217 - 22

Lario, Y., E. Sendra, J. García, C. Fuentes, E. Sayas, J. Fernández and J. Pérez. 2004. Preparation of high dietary fibre powder from lemon juice byproducts. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 5(1): 113-117.

Lawrie, R y Ledward, D. (2006). *La ciencia cárnica*. Woodhead Publishing Ltd , Cambridge, Inglaterra.

León, C y Sarmiento, Y. (2015). Evaluación físicoquímica, microbiológica y sensorial de una salchicha estándar con adición de harina de mango (*Mangifera indica L*) Tesis de grado. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. PP. 10-76

León, J. (2000). Botánica de los cultivos tropicales. Editorial Agroamerica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.

Leslie, T (2012). Caigua. Tropical plant database. Recuperado de: <http://www.rain-tree.com/caigua.htm#.VjisMbcvfl>

Liu, C. Wang, X. Ma, H. Zhang, Z. Gao, W. y Xiao, L. (2008). *Functional properties of protein isolates from soybeans stored under various conditions*. *Food Chemistry*, pp 29-37

Lorenzo, J. Alves, L. Alvarenga, C. Alves, B. Heck, R. Cichoske, A & Bastianello, P (2016). *Producción de salchichas sanas de tipo bolonia utilizando piel de cerdo y harina de banano verde como reemplazantes de grasa*. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S0309174016301656>

Mallika, E. Prabhakar, K., Reddy, P. (2009). *Low fat meat products-an overview*. Veterinary World

Mansour, E. and A. Khalil. 1999. Characteristics of low-fat beefburgers as influenced by various types of wheat fibres. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79(3): 493-498

Martínez, J. Martínez, J. García, L. Cuaran, J & Ocampo, (2016). Pigmentos vegetales y compuestos naturales aplicados en productos cárnicos como colorantes y/o antioxidantes: Revisión. Facultad de ingeniería. Universidad del Valle.

Mehta, N. Ahlawat, S. Sharma, D y Dabur, R. (2015). Nuevas tendencias en el desarrollo de productos cárnicos ricos en fibra dietética: una revisión crítica. *Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, pág. 633 – 647

Ministerio de agricultura, (2012). *Anuario estadístico de frutas y hortalizas, y sus calendarios de siembras y cosechas 2007-2011*.

Montañez, C y Pérez, I. 2007. Elaboración y evaluación de una salchicha tipo Frankfurt con sustitución de harina de Quinoa de saponificada (*chenopodium Quinoa, Wild.*) Tesis de grado. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. PP. 10-56

Monteiro, G. Souza, X. Costa, D. Faria, P & Vicente, J. (2017). *Sustitución parcial de la grasa de cerdo con aceite de canola en la salchicha Toscana*. Innovadora Ciencia de los Alimentos y Tecnologías Emergentes.

Morales, S. (2014) *Elaboración de pan francés con sustitución parcial de harina de trigo por harinas de papa criolla (S.tuberosum Grupo Phureja) variedad Criolla Colombia*. Tesis de grado. Universidad de la Salle.

Oliveria, A. Dos Santos, V. Dos Santos, D. Duarte, R. Santos, A & Costa, S. (2014). Determinación de la composición mineral de Caigua (*Cyclanthera pedata*) y evaluación mediante análisis multivariante. *Química de alimentos*. Vol 152. Pág. 619-623.

OSPINA, M. Julio E. (2001) *Enciclopedia agropecuaria terranova*. Tomo5: Ingeniería y agroindustria. Bogotá. Ed Terranova.2 ed.

Oshodi, A y Ekperigin, M (1989). *Functional properties of pigeon pea (Cajanus cajan) flour*. *Food Chemistry*, pp 187-91.

ORDONEZ, M.; ROVIRA, J.; y JAIME, I. (2001).The relationship between the composition and texture of conventional and low-fat frankfurters. *International Journal of Food science and Technology*, vol. 36, núm. 7, 749–758pp.

Orrego, C. 2008. Congelación y Liofilización de Alimentos. Consultado, 15 de Septiembre de 2017. Formato PDF. Disponible en <http://sistemamid.com/>

Pacheco, E. Maldonado, R. Pérez, E & Schroeder, M. (2008). *Producción y caracterización de plátano verde (musa paradisiaca l.) Harinas*. Interciencia. Vol. 33. N.4.

Padrón, C. Oropeza, R y Montes, A. (2014). *Semillas de quinua (Chenopodium quinoa Willd): composición química y procesamiento*. Aspectos relacionados con otras áreas. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos, p. 166-218.

Pietrasik, Z. and J. Janz. 2010. Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. *Food Research International* 43(2): 602-608.

RODRIGUEZ. B, Ma. Mercedes. (2002) Manual técnico de derivados cárnicos. 1ra ed. Bogotá. UNAD.

Rodriguez, E. Lascano, A. Galo, S. (2012) Influencia de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. Facultad de Ciencias y Ingeniería de Alimentos. Universidad de Ambato- Ecuador.

Rodríguez, R. Jiménez, A. Fernández, J. Guillén, R & Heredia, A (2006). *Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients*. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S092422440500244X>

Roberfroid M, Delzenne N (1998) Dietary fructans. *Annu. Rev. Nutr.* 18: 117-143.

Ruiz, E. Villa, A. (2015). Obtención de harina de zapallo por el proceso de secado de alimentos. Recuperado de: http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rvc/v5n9/v5n9_a02.pdf

RIVERA RUIZ, I. N. (2012). Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados, una revisión. *Nacameh*, vol. 6, nº 1, 1-14pp. ISSN 2007-0373

Sangnark, A., y Noomhorm, A., 2003. Effect of particle sizes on functional properties of dietary fiber prepared from sugarcane bagasse. En: *Food Chemistry*, 80, pp.221–229.

Schwember, A. Segura, P., Contreras, S. (2014). *Caigua, cucurbitácea nativa con potencial hortícola*. *Agronomía y forestal UC*. Pag.14, 15, 16 y 17. Recuperado de: https://issuu.com/agronomiaforestal/docs/ayf_50

Torres, J.D.; González-Morelo K. y Acevedo D. (2015). Análisis del perfil de textura en frutas, productos cárnicos y quesos. *Revista RECITEIA: Revisiones de la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de los Alimentos*, 14(2), 63-75.

Valencia G., Francia E., Román M. (2006). caracterización fisicoquímica y funcional de tres concentrados comerciales de fibra dietaria. *vitae, revista de la facultad de química farmacéutica*, 54-60

Vallejo C., Franco A. (2004). Hortalizas en Colombia. Director del Grupo de Investigación de Hortalizas Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira-V

Vandenberg, N. (2010). Comparación sensorial de dos salchichas tipo Frankfurt elaboradas a base de carne de avestruz y de res. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria. Pag 5-39.

Varnam, A y Sutherland, J. (1995). *Carne y productos cárnicos: tecnología, química y microbiología*. Chapman & Hall. Londres, Reino Unido. (pp. 26, 84, 149, 376-381)

Vergara, N., E. Granados, E. Agama, J. Tovar, J. Ruales, and L.A.Bello. 2007. Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. *LWT - Food Science and Technology* 40(4): 722-729.

Vural, H., I. Javidipour and O. Ozbas. 2004. Effects of interesterified vegetable oils and sugarbeet fiber on the quality of frankfurters. *Meat Science* 67(1): 65-72.

Yang, H., S. Choi, J. Jeon, G. Park and S. Jo. 2007. Textural and sensory properties of low fat pork sausages with added hydrated oatmeal and tofu as texture-modifying agents. *Meat Science* 75(2): 283-289.

Yusuf, A.; Ayedun, H.; Sanni, L. 2008. Chemical composition and functional properties of raw and roasted Nigerian benniseed (*Sesamum indicum*) and bambara groundnut (*Vigna subterranean*). *Food Chemistry* 111: 277-282.

Yoo, S. Kook, S. Park, S. Shim, J & Chin, K. (2007). *Physicochemical characteristics textural properties and volatile compounds in comminuted sausages as affected by various fat levels and fat replacers*. *International Journal of Food Science and Technology*

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de flujo elaboración de harina de pepino (*Cyclantera pedata*)

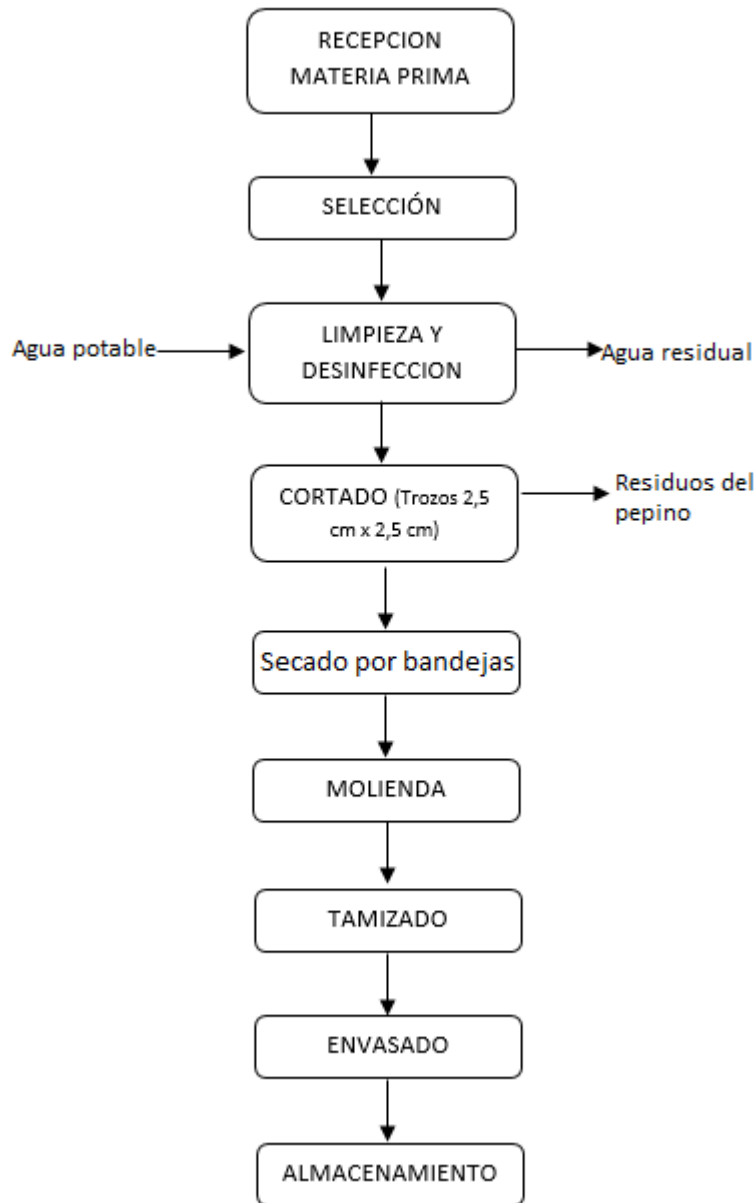


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de la harina de pepino.

Anexo 2. Diagrama de flujo elaboración de salchicha tipo Frankfurt con adición de harina de pepino (*Cyclantera pedata*)

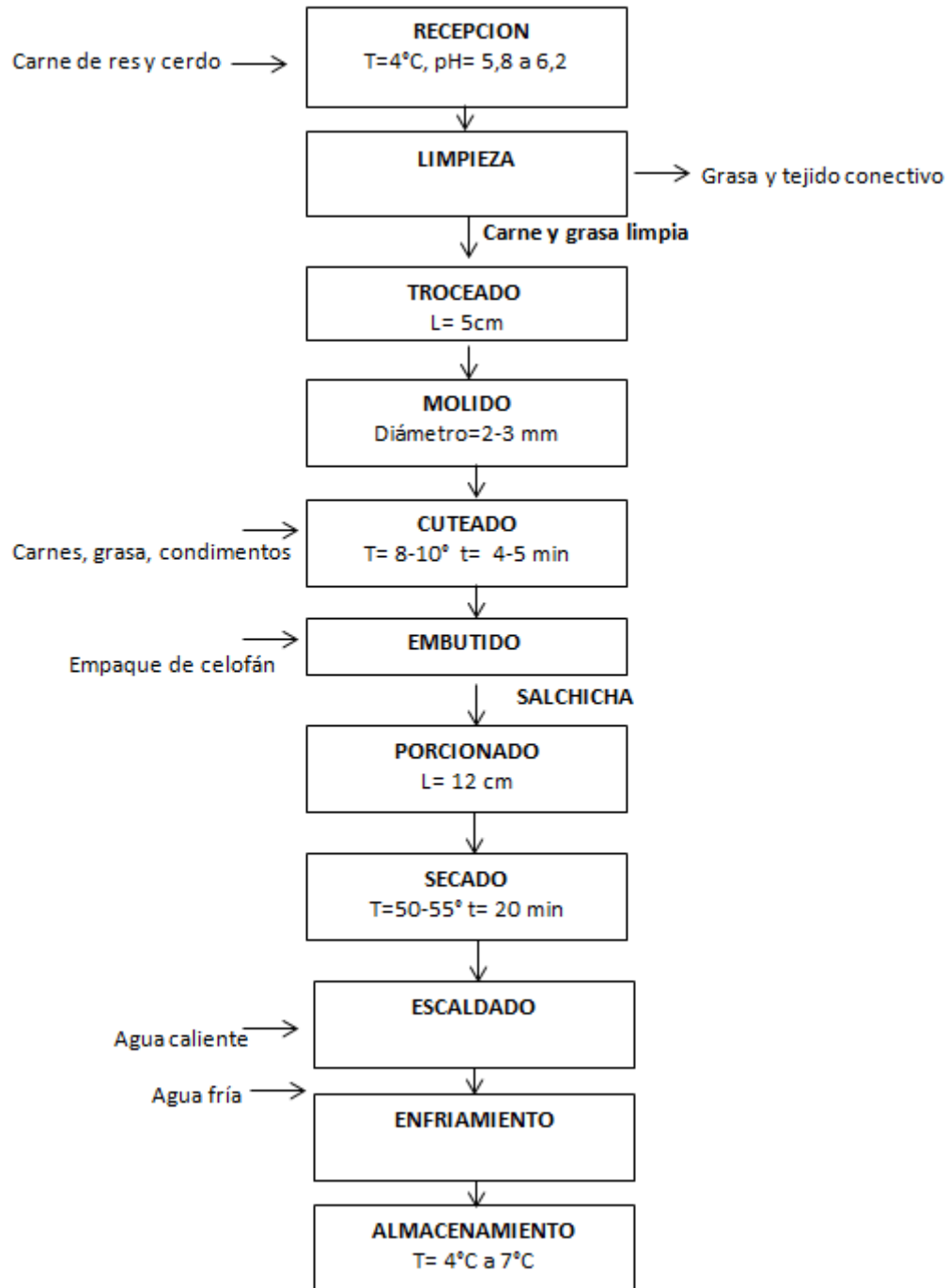
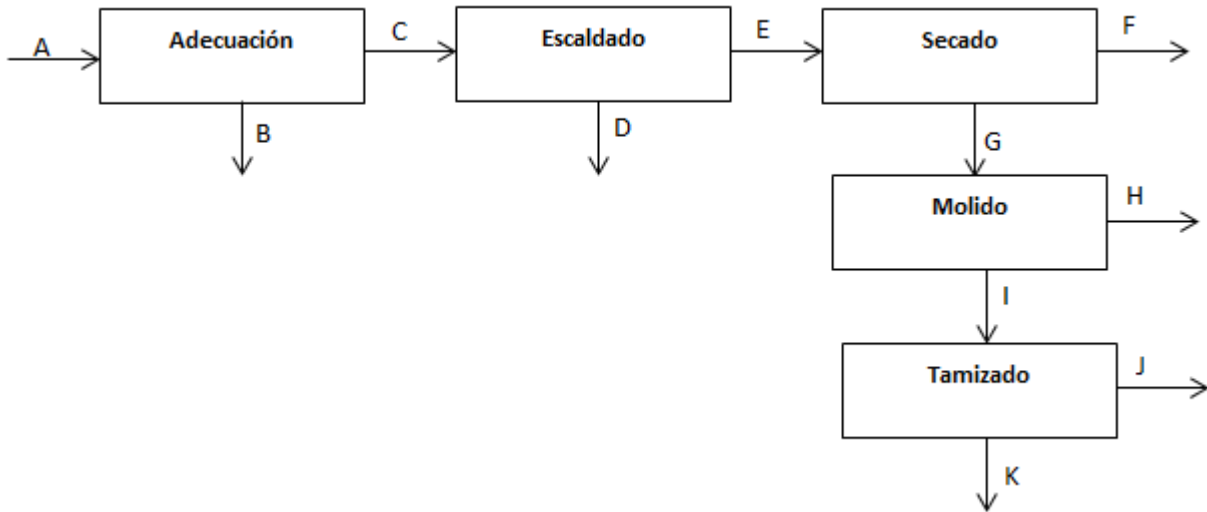


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de salchicha tipo Frankfurt

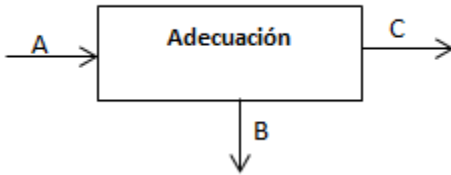
Anexo 3. Balance de materia para la obtención de harina de pepino (*Cyclantera pedata*)



- A. Pepino que ingresa a la planta.
- B. Perdidas de pepino en la adecuación.
- C. Pepino que ingresa al proceso de escaldado
- D. Perdidas de pepino en el proceso de escaldado.
- E. Pepino que ingresa al proceso de secado.
- F. Perdidas de peso en el proceso de secado.
- G. Pepino que ingresa al proceso de molido.
- H. Perdidas en el proceso de molido
- I. Harina de pepino que entra al proceso de tamizado
- J. Perdidas en el proceso de tamizado.
- K. Harina de pepino obtenida.

CALCULOS

Balance general para adecuación



$$A = B + C$$

$$53,457 \text{ kg} = 47,703 \text{ kg} + 5,754 \text{ kg}$$

$$53,457 \text{ kg} = 53,457 \text{ kg}$$

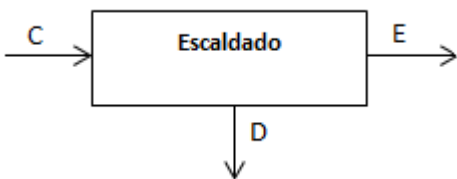
Porcentaje de pérdidas para la adecuación

$$\text{Pérdidas (\%)} = \left(\frac{B \times 100}{A} \right)$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = \frac{5,754 \times 100}{53,457}$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 10.76\%$$

Balance general para escaldado



$$C = D + E$$

$$47,703 \text{ kg} = 4.423 \text{ kg} + 43.28 \text{ kg}$$

$$47,703 \text{ kg} = 47,703 \text{ kg}$$

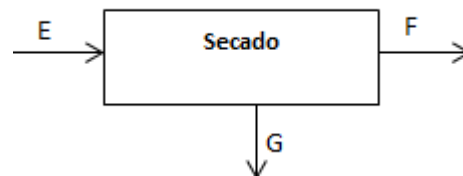
Porcentaje de pérdidas para escaldado

$$\text{Pérdidas (\%)} = \left(\frac{D \times 100}{C} \right)$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = \frac{4.423 \times 100}{47,703}$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 9.27\%$$

Balance general para secado



$$E = G + F$$

$$43,28 \text{ kg} = 40,73 \text{ kg} + 2.55 \text{ kg}$$

$$43,28 \text{ kg} = 43,28 \text{ kg}$$

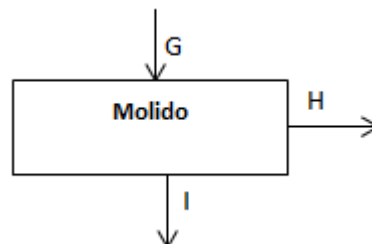
Porcentaje de pérdidas para secado

$$\text{Pérdidas (\%)} = \left(\frac{G \times 100}{E} \right)$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = \frac{40,73 \times 100}{43,28}$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 94.10\%$$

Balance general para molido



$$G = H + I$$

$$2.55 \text{ kg} = 0.11 \text{ kg} + 2.44 \text{ kg}$$

$$2.55 \text{ kg} = 2.55 \text{ kg}$$

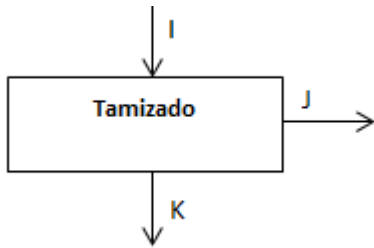
Porcentaje de pérdidas para molido

$$\text{Pérdidas (\%)} = \left(\frac{H \times 100}{G} \right)$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = \frac{0.11 \times 100}{2.55}$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 4.31 \%$$

Balance general para tamizado



$$I = J + K$$

$$2.44 \text{ kg} = 1.14 \text{ kg} + 1.3 \text{ kg}$$

$$2.44 \text{ kg} = 2.44 \text{ kg}$$

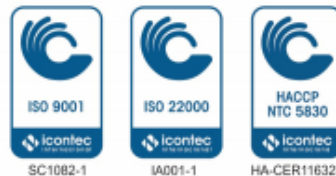
Porcentaje de pérdidas para tamizado

$$\text{Pérdidas (\%)} = \left(\frac{J \times 100}{I} \right)$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = \frac{1.14 \times 100}{2.44}$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 46.73\%$$

Anexo 4. Resultado análisis bromatológico de la harina Pepino (*Cyclantera pedata*)



Tecnología al Servicio de la Industria Alimentaria

I-18635-00-FQ-18

INFORME DE RESULTADOS

Cliente:	MAYRA ROMERO	Fecha de recepción:	2018-03-15
Dirección:	Calle 159 # 91-26	Fecha de análisis:	2018-03-16/2018-04-02
Producto:	Harina de Pepino	Fecha de informe:	2018-04-02
ID Cliente:	No reporta	Muestra No.:	A23239
Fecha de Fab.:	No reporta	Fecha de Venc:	No reporta
Condic. muestra: Muestra en buenas condiciones			

PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	METODO
Fibra Dietaria Total	(%)	49.95	AOAC 985-29
Fibra Dietaria Insoluble	(%)	38.68	AOAC 985-29
Fibra Dietaria Soluble	(%)	11.27	AOAC 985-29
Humedad	(g/100 g)	9.32	Gravimetría
Proteína kjeldahl	(g/100 g)	11.69	ISO 1871
Grasa	(g/100 g)	1.02	NTC 668
Cenizas	(g/100 g)	8.76	AACC 08-01
Carbohidratos Totales	(g/100 g)	69.21	NTC 512-2
Aporte Calórico	(Kcal/100g)	332.78	NTC 512-2

CONFORME: NO CONFORME: NO APLICA:

NORMATIVIDAD:

OBSERVACION:

RESULTADOS VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

Nota: Los resultados no podran ser reproducidos sin la debida autorizacion de este laboratorio.
FIN DEL INFORME

Realizado por:


DANIEL ERNESTO NAVAS CIFUENTES
JEFE DE LABORATORIO

Aprobado por:


SANDRA MILENA ROZA
DIRECTORA TECNICA
PQI 0024

Anexo 5. Resultados evaluación capacidad de hinchamiento (CH) de la harina de Pepino (*Cyclantera pedata*)

Muestras	PESO muestra (g)	V0 (volumen ocupado por la fibra) (ml)	V1(volumen final de la muestra) (ml)	capacidad de hinchamiento (ml/g)
1	2	2	12	5
2	2	2	13	5,5
3	2	2	12	5
Promedio	2	2	12,3	5,17
Desviación estándar	-	-	-	0,28

Fuente: los autores

Anexo 6. Resultados evaluación capacidad de retención de agua (CRA) de la harina Pepino (*Cyclantera pedata*)

Muestras	Peso sedimento húmedo	Peso final sedimento seco	Capacidad de retención de agua (g de agua/g muestra seca)
1	2,74	1,0	1,74
2	2,72	0,95	1,86
3	2,7	0,98	1,78
Promedio	2,72	0,98	1,53
Desviación estándar	-	-	0.06

Fuente: los autores

Anexo 7. Formulación, muestra salchicha patrón

Composición:		Ingrediente	kg	%	kg/bache	\$/kg
%Proteína tot	12,43	Res 90/10	3,000	18,04%	9,020	5000,00
%Prot.cárnica	6,61	Tocino De Cerdo	2,000	12,03%	6,013	3000,00
%Prot.vegetal	5,81	Cerdo 80/20	3,000	18,04%	9,020	6000,00
%Grasa	16,48	Proteína Aislada (1100 AA)	0,800	4,81%	2,405	10092,00
%Humedad	59,25					
%Almidones	7,90	Harina De Trigo	1,800	10,82%	5,412	4200,00
%Sal	2,22					
%Fosfatos	0,48					
%Ascorbatos	0,05	Agua Fria	5,600	33,67%	16,837	50,00
ppm NO2	180	Sal Refinada	0,150	0,90%	0,451	450,00
índices:		Mezcla Polifosfatos (801 AE)	0,050	0,23%	0,150	4628,40
Hum/Prot	4,8	Eritorbato Sodio (240 AA)	0,003	0,01%	0,009	10440,00
Gra/Prot	1,3	Humo Liq. Poly 8.5 (1803 AI)	0,020	0,12%	0,060	6451,92
Sal/Hdad	3,7					
Bal.H2O	0,7	Nitral - Sal Curante. (5700)	0,050	0,27%	0,150	1113,60
Costos:		Ajo Deshidratado (1600 AA)	0,010	0,06%	0,030	4090,00
Ingred/kg	3383,2					
Tripa/kg		Prep. Sabor Salchicha (7702)	0,150	0,90%	0,451	5291,92
Ud vta kg.						
Emp. ud. vta						

Fuente: los autores (TECNAS)

Anexo 8. Formulación, salchicha con sustitución de 8% de harina de pepino por grasa.

Composición:		Ingrediente	kg	%	kg/bache	\$/kg
%Proteína tot	12,49	Res 90/10	3,000	18,04%	9,020	5000,00
%Prot.cárnica	6,61	Tocino De Cerdo	1,840	11,06%	5,532	3000,00
%Prot.vegetal	5,88	Cerdo 80/20	3,000	18,04%	9,020	6000,00
%Grasa	15,71	Proteína Aislada (1100 AA)	0,800	4,81%	2,405	10092,00
%Humedad	59,42					
%Almidones	8,16	harina pepino	1,960	11,79%	5,893	4200,00
%Sal	2,22					
%Fosfatos	0,48					
%Ascorbatos	0,05	Agua Fria	5,600	33,67%	16,837	50,00
ppm NO2	180	Sal Refinada	0,150	0,90%	0,451	450,00
índices:		Mezcla Polifosfatos (801 AE)	0,050	0,23%	0,150	4628,40
Hum/Prot	4,8	Eritorbato Sodio (240 AA)	0,003	0,01%	0,009	10440,00
Gra/Prot	1,3	Humo Liq. Poly 8.5 (1803 AI)	0,020	0,12%	0,060	6451,92
Sal/Hdad	3,7					
Bal.H2O	-1,3	Nitral - Sal Curante. (5700)	0,050	0,27%	0,150	1113,60
Costos:		Ajo Deshidratado (1600 AA)	0,010	0,06%	0,030	4090,00
Ingred/kg	3394,8					
Tripa/kg		Prep. Sabor Salchicha (7702)	0,150	0,90%	0,451	5291,92
Ud vta kg.						
Emp. ud. vta						

Fuente: los autores (TECNAS)

Anexo 9. Formulación, salchicha con sustitución de 16% de harina de pepino por grasa.

Composición:		Ingrediente	kg	%	kg/bache	\$/kg
%Proteína tot	12,59	Res 90/10	3,000	18,04%	9,020	5000,00
%Prot.cárnica	6,61	Tocino De Cerdo	1,680	10,10%	5,051	3000,00
%Prot.vegetal	5,97	Cerdo 80/20	3,000	18,04%	9,020	6000,00
%Grasa	14,84	Proteína Aislada (1100 AA)	0,800	4,81%	2,405	10092,00
%Humedad	59,45					
%Almidones	8,82	harina pepino	2,120	12,75%	6,374	4200,00
%Sal	2,22					
%Fosfatos	0,48					
%Ascorbatos	0,05	Agua Fria	5,600	33,67%	16,837	50,00
ppm NO2	180	Sal Refinada	0,150	0,90%	0,451	450,00
índices:		Mezcla Polifosfatos (801 AE)	0,050	0,23%	0,150	4628,40
Hum/Prot	4,7	Eritorbato Sodio (240 AA)	0,003	0,01%	0,009	10440,00
Gra/Prot	1,2	Humo Liq. Poly 8.5 (1803 AI)	0,020	0,12%	0,060	6451,92
Sal/Hdad	3,7					
Bal.H2O	-0,3	Nitral - Sal Curante. (5700)	0,050	0,27%	0,150	1113,60
Costos:		Ajo Deshidratado (1600 AA)	0,010	0,06%	0,030	4090,00
Ingred/kg	3406,3					
Tripa/kg		Prep. Sabor Salchicha (7702)	0,150	0,90%	0,451	5291,92
Ud vta kg.						
Emp. ud. vta						

Fuente: los autores (TECNAS)

Anexo 10. Formulación, salchicha con sustitución de 24% de harina de pepino por grasa.

Composición:		Ingrediente	kg	%	kg/bache	\$/kg
%Proteína tot	12,68	Res 90/10	3,000	18,04%	9,018	5000,00
%Prot.cárnica	6,61	Tocino De Cerdo	1,520	9,14%	4,569	3000,00
%Prot.vegetal	6,07	Cerdo 80/20	3,000	18,04%	9,018	6000,00
%Grasa	13,96	Proteína Aislada (1100 AA)	0,800	4,81%	2,405	10092,00
%Humedad	59,47					
%Almidones	9,49	harina pepino	2,280	13,71%	6,854	4200,00
%Sal	2,22					
%Fosfatos	0,48					
%Ascorbatos	0,05	Agua Fria	5,600	33,67%	16,834	50,00
ppm NO2	180	Sal Refinada	0,150	0,90%	0,451	450,00
índices:		Mezcla Polifosfatos (801 AE)	0,050	0,23%	0,150	4628,40
Hum/Prot	4,7	Eritorbato Sodio (240 AA)	0,003	0,01%	0,009	10440,00
Gra/Prot	1,1	Humo Liq. Poly 8.5 (1803 AI)	0,020	0,12%	0,060	6451,92
Sal/Hdad	3,7					
Bal.H2O	0,8	Nitral - Sal Curante. (5700)	0,050	0,27%	0,150	1113,60
Costos:		Ajo Deshidratado (1600 AA)	0,010	0,06%	0,030	4090,00
Ingred/kg	3417,3					
Tripa/kg		Prep. Sabor Salchicha (7702)	0,150	0,90%	0,451	5291,92
Ud vta kg.						
Emp. ud. vta						

Fuente: los autores (TECNAS)

Anexo 11. Formulación, salchicha con sustitución de 32% de harina de pepino por grasa.

Composición:		Ingrediente	kg	%	kg/bache	\$/kg
%Proteína tot	12,78	Res 90/10	3,000	18,04%	9,018	5000,00
%Prot.cárnica	6,61	Tocino De Cerdo	1,360	8,18%	4,088	3000,00
%Prot.vegetal	6,17	Cerdo 80/20	3,000	18,04%	9,018	6000,00
%Grasa	13,08	Proteína Aislada (1100 AA)	0,800	4,81%	2,405	10092,00
%Humedad	59,49					
%Almidones	10,15	harina pepino	2,440	14,67%	7,335	4200,00
%Sal	2,22					
%Fosfatos	0,48					
%Ascorbatos	0,05	Agua Fria	5,600	33,67%	16,834	50,00
ppm NO2	180	Sal Refinada	0,150	0,90%	0,451	450,00
Índices:		Mezcla Polifosfatos (801 AE)	0,050	0,23%	0,150	4628,40
Hum/Prot	4,7	Eritorbato Sodio (240 AA)	0,003	0,01%	0,009	10440,00
Gra/Prot	1,0	Humo Liq. Poly 8.5 (1803 Al)	0,020	0,12%	0,060	6451,92
Sal/Hdad	3,7					
Bal.H2O	1,8	Nitral - Sal Curante. (5700)	0,050	0,27%	0,150	1113,60
Costos:		Ajo Deshidratado (1600 AA)	0,010	0,06%	0,030	4090,00
Ingred/kg	3428,8					
Tripa/kg		Prep. Sabor Salchicha (7702)	0,150	0,90%	0,451	5291,92
Ud vta kg.						
Emp. ud. vta						

Fuente: los autores (TECNAS)

Anexo 12. Balance de materia en la elaboración de salchicha tipo Frankfurt con adición de harina de pepino (*Cyclantera pedata*) para los cuatro tratamientos y el patrón

Base de cálculo: 1 kg

TRATAMIENTOS	Cuteado (g)	Cuteado Perdidas (%)	Embutido	Embutido Pérdidas (%)	Escaldado	Escaldado Perdidas (%)
Patrón	920	8	670	27,17	750	11,94
8%	940	6	690	26,59	770	11,59
16%	960	4	710	26,04	790	11,26
24%	940	6	690	26,59	770	11,59
32%	930	7	680	26,88	760	11,76

Fuente: los autores

Anexo 13. Balance de materia en la elaboración de salchicha tipo Frankfurt con adición de harina de pepino (*Cyclantera pedata*) para los dos tratamientos y el patrón.

Base de cálculo : 2,5 kg

TRATAMIENTOS	Cuteado (g)	Cuteado Perdidas (%)	Embutido	Embutido Perdidas (%)	Escaldado	Escaldado Perdidas (%)
Patrón	2420	3,2	2170	10,33	2250	3,69
8%	2460	1,6	2210	10,16	2290	3,61
24%	2460	1,6	2210	10,16	2290	3,61

Fuente: los autores

Anexo 14. Análisis Estadístico y prueba de Tukey para el (Perfil de textura TPA) en las diferentes concentraciones de harina de pepino y el patrón en la salchicha tipo Frankfurt.

Utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

- *Dureza*

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Origen de las varianzas de cuadrados de libertad de los cua</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad crítica para F</i>
Entre grupos	0,53954483	4	0,13488621
Dentro de los grupos	0,344103	10	0,0344103
Total	0,88364783	14	

Utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Comparaciones en parejas de Tukey

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

Factor	N	Media	Agrupación
32%	5	1,913	A
24%	5	1,5709	A B
16%	5	1,3948	B C
8%	5	1,2577	B C
patron	5	1,0389	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

- *Masticabilidad*

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Origen de las varianzas de cuadrados de libertad de los cua</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad crítica para F</i>
Entre grupos	37,3236391	4	9,33090977
Dentro de los grupos	12,3232207	10	1,23232207
Total	49,6468597	14	

Comparaciones en parejas de Tukey

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

Factor	N	Media	Agrupación
patron	2	7,417	A
8%	2	5,107	A B
16%	2	5,025	A B
24%	2	4,254	B C
32%	2	2,526	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 15. Análisis Estadístico y prueba de Tukey para el (Esfuerzo al corte) en las diferentes concentraciones de harina de pepino y el patrón en la salchicha tipo Frankfurt.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variación de cuadrados de libertad de los cua</i>		<i>F</i>	<i>Probabilidad lo crítico para F</i>	
Entre grupos	12,5454967	4	3,13637417	2,78662768
Dentro de los grupo	11,2550887	10	1,12550887	0,08597571
Total	23,8005853	14		3,47804969

Comparaciones en parejas de Tukey

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

Factor	N	Media	Agrupación
32%	3	8,395	A
24%	3	6,773	A B
16%	3	6,691	A B
8%	3	5,897	B
patron	3	5,886	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 16. Análisis Estadístico y prueba de Tukey para las características fisicoquímicas (colorimetría) en las diferentes concentraciones de harina de pepino y el patrón en la salchicha tipo Frankfurt.

- *Parámetro L* (Luminosidad)*

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variación de cuadrados de libertad de los cua</i>		<i>F</i>	<i>Probabilidad lo crítico para F</i>	
Entre grupos	234,551024	4	58,637756	180,012881
Dentro de los grupo	6,51484	20	0,325742	2,2298E-15
Total	241,065864	24		2,8660814

Comparaciones en parejas de Tukey

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

Factor	N	Media	Agrupación
patron	5	61,670	A
8%	5	55,482	B
16%	5	54,346	C
24%	5	54,024	C D
32%	5	53,134	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

- *Parámetro a**

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de la variación de cuadrados de libertad de los cua</i>			<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>lor crítico para F</i>
Entre grupos	317,870936	4	79,467734	1008,26906	9,3733E-23 2,8660814
Dentro de los gruꝑ	1,57632	20	0,078816		
Total	319,447256	24			

Comparaciones en parejas de Tukey

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

Factor	N	Media	Agrupación
patron	5	9,464	A
8%	5	0,914	B
32%	5	0,532	B C
16%	5	0,4240	B C
24%	5	0,378	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

- *Parámetro b**

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de la variación de cuadrados de libertad de los cua</i>			<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>lor crítico para F</i>
Entre grupos	178,38388	4	44,59597	35,2633206	8,5108E-09 2,8660814
Dentro de lo	25,29312	20	1,264656		
Total	203,677	24			

Comparaciones en parejas de Tukey

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

Factor	N	Media	Agrupación
16%	5	16,736	A
32%	5	16,432	A
8%	5	15,892	A
24%	5	15,874	A
patron	5	9,606	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 17. Análisis Estadístico y prueba de Tukey en la Capacidad de Retención de agua en las diferentes concentraciones de harina de pepino y el patrón en la salchicha tipo Frankfurt.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las ra de cuadrados de libertad de los cua</i>		<i>F</i>	<i>Probabilidad lor crítico para F</i>			
Entre grupos	12,0709418	4	3,01773544	3,04605828	0,06972086	3,47804969
Dentro de lo	9,90701808	10	0,99070181			
Total	21,9779599	14				

Comparaciones en parejas de Tukey

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

Factor	N	Media	Agrupación
32%	2	2,666	A
24%	2	2,520	A
16%	2	2,151	A B
8%	2	1,829	A B
patron	2	0,1707	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 18. Resultado análisis fisicoquímico de la salchicha patrón.



TRANSVERSAL 39 N° 20A - 72 TELÉFONO: 7450682 Bogotá, D.C. www.allchem.com.co

LABORATORIO DE ANÁLISIS, ENSAYOS Y ASESORIAS

Informe de Resultados

INF - 1802843-0

Bogotá 02 de mayo, 2018

Página 1 de 1

Nombre: ROMERO PULIDO MAYRA ALEXANDRA - 1056612952
Dirección: Calle 154# 91-56 Teléfono: _____
Muestras suministradas por: Mayra Alexandra Romero Pulido
Fecha de recepción: 20 de abril, 2018 Proced. de Muestreo: Puntual
Fecha toma de muestra: 20 de abril, 2018 02:00
Planta

Descripción: Salchicha Patron

Lote: 0%

No. de Ingreso: HD200818

Análisis Realizado	Métodos	Técnicas	Unidades	Resultado
Calorias (Factor de Atwater)	Codex Etiquetado Nutricional	Cálculo	cal/100g	177
Carbohidratos Totales	Codex Etiquetado Nutricional	Cálculo	Porcentaje	6.27
Cenizas en Carnicos y Derivados	AOAC 920.153	Gravimetrica	Porcentaje	1.74
Proteína en carne y productos carnicos	NTC 1556	Volumetrica	Porcentaje	17.43
Grasa Alimentos Consumo Humano	NTC 668	Gravimetrica	Porcentaje	9.12
Humedad en Alimentos Carnicos	AOAC 950.46	Gravimetrica	Porcentaje	65.44
Fibra Insolubles	AOAC 991.43	Gravimetrica	Porcentaje	0.1
Fibra Soluble	AOAC 991.43	Gravimetrica	Porcentaje	0
Fibra Dietaria Total	AOAC 985.29	Enzimatico-Gravimetrico	Porcentaje	0.1

* Muestra tomada por el cliente.

FIN DE INFORME

Anexo 19. Resultado análisis fisicoquímico de la salchicha con sustitución de 8%.



TRANSVERSAL 39 N° 20A - 72 TELÉFONO: 7450682 Bogotá, D.C. www.allchem.com.co

LABORATORIO DE ANÁLISIS, ENSAYOS Y ASESORIAS

Informe de Resultados

INF - 1802844-0

Bogotá 30 de abril, 2018

Página 1 de 1

Nombre: ROMERO PULIDO MAYRA ALEXANDRA - 1056612952
 Dirección: Calle 154# 91-56 Teléfono: _____
 Muestras suministradas por: Mayra Alexandra Romero Pulido
 Fecha de recepción: 20 de abril, 2018 Proced. de Muestreo: Puntual
 Fecha toma de muestra: 20 de abril, 2018 02:00
Planta

Descripción: Salchicha Harina de Pepino

Lote: 8%

No. de Ingreso: HD200918

Análisis Realizado	Métodos	Técnicas	Unidades	Resultado
Calorías (Factor de Atwater)	Codex Etiquetado Nutricional	Cálculo	cal/100g	169
Carbohidratos Totales	Codex Etiquetado Nutricional	Cálculo	Porcentaje	7.63
Cenizas en Carnicos y Derivados	AOAC 920.153	Gravimétrica	Porcentaje	2.4
Proteína en alimentos no lacteos	NMX-F-608-NORMEX-2 011	Volumetría	Porcentaje	14.74
Grasa Alimentos Consumo Humano	NTC 668	Gravimétrica	Porcentaje	8.82
Humedad en Alimentos Carnicos	AOAC 950.46	Gravimétrica	Porcentaje	66.41
Fibra Insolubles	AOAC 991.43	Gravimétrica	Porcentaje	0.5
Fibra Soluble	AOAC 991.43	Gravimétrica	Porcentaje	0.1
Fibra Dietaria Total	AOAC 985.29	Enzimatico-Gravimétrico	Porcentaje	0.6

* Muestra tomada por el cliente.

FIN DE INFORME

Anexo 20. Resultado análisis fisicoquímico de la salchicha con sustitución de 24%.



TRANSVERSAL 39 N° 20A - 72 TELÉFONO: 7450682 Bogotá, D.C. www.allchem.com.co

LABORATORIO DE ANÁLISIS, ENSAYOS Y ASESORIAS

Informe de Resultados

INF - 1802845-0

Bogotá

02 de mayo, 2018

Página 1 de 1

Nombre: ROMERO PULIDO MAYRA ALEXANDRA - 1056612952
Dirección: Calle 154# 91-56 Teléfono: _____
Muestras suministradas por: Mayra Alexandra Romero Pulido
Fecha de recepción: 20 de abril, 2018 Proced. de Muestreo: Puntual
Fecha toma de muestra: 20 de abril, 2018 02:00
Planta

Descripción: Salchicha Harina de Pepino

Lote: 24%

No. de Ingreso: HD201018

Análisis Realizado	Métodos	Técnicas	Unidades	Resultado
Calorías (Factor de Atwater)	Codex Etiquetado Nutricional	Cálculo	cal/100g	160
Carbohidratos Totales	Codex Etiquetado Nutricional	Cálculo	Porcentaje	9.0
Cenizas en Carnicos y Derivados	AOAC 920.153	Gravimétrica	Porcentaje	1.98
Proteína en alimentos no lácteos	NMX-F-608-NORMEX-2 011	Volumétrica	Porcentaje	14.05
Grasa Alimentos Consumo Humano	NTC 668	Gravimétrica	Porcentaje	7.53
Humedad en Alimentos Carnicos	AOAC 950.46	Gravimétrica	Porcentaje	67.44
Fibra Insolubles	AOAC 991.43	Gravimétrica	Porcentaje	0.4
Fibra Soluble	AOAC 991.43	Gravimétrica	Porcentaje	1.2
Fibra Dietaria Total	AOAC 985.29	Enzimático-Gravimétrico	Porcentaje	1.6

* Muestra tomada por el cliente.

FIN DE INFORME

Anexo 21. Análisis Estadístico de la prueba sensorial por Kruskal Wallis en el parámetro de color, olor, sabor, apariencia y textura de la muestra patrón y los tratamientos del 8% y 24%.

- **Parámetro: Color**

Prueba de Kruskal-Wallis: panelistas vs. color

210 casos utilizados
2 casos tenían valores faltantes

Prueba de Kruskal-Wallis en panelistas

color	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	68	3,000	141,5	5,95
2	62	3,000	140,5	5,40
3	28	1,500	70,5	-3,27
4	33	1,000	35,5	-7,21
5	19	1,000	35,5	-5,27
General	210		105,5	

H = 122,77 GL = 4 P = 0,000

H = 138,11 GL = 4 P = 0,000 (ajustados para los vínculos)

- **Parámetro: olor**

Prueba de Kruskal-Wallis: panelistas_1 vs. olor

Prueba de Kruskal-Wallis en panelistas_1

olor	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	88	3,000	156,4	10,31
2	32	2,000	109,9	0,44
3	33	2,000	84,3	-2,18
4	32	1,000	35,5	-7,08
5	24	1,000	35,5	-6,00
11	1	2,000	105,5	0,00
General	210		105,5	

H = 140,27 GL = 5 P = 0,000

H = 157,80 GL = 5 P = 0,000 (ajustados para los vínculos)

* NOTA * Una o más muestras pequeñas

- **Parámetro: sabor**

Prueba de Kruskal-Wallis: panelistas_2 vs. sabor

Prueba de Kruskal-Wallis en panelistas_2

sabor	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	51	3,000	146,7	5,56
2	46	3,000	164,8	7,50
3	22	2,000	102,3	-0,26
4	40	1,000	67,0	-4,45
5	51	1,000	42,4	-8,53
General	210		105,5	

H = 138,47 GL = 4 P = 0,000

H = 155,78 GL = 4 P = 0,000 (ajustados para los vínculos)

- **Parámetro: apariencia**

Prueba de Kruskal-Wallis: panelistas_3 vs. Apariencia

Prueba de Kruskal-Wallis en panelistas_3

Apariencia	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	48	3,000	143,4	4,92
2	29	3,000	144,1	3,69
3	32	2,000	101,1	-0,44
4	57	1,000	77,3	-4,11
5	43	1,000	76,2	-3,55
11	1	3,000	175,5	1,15
General	210		105,5	

H = 54,21 GL = 5 P = 0,000

H = 60,99 GL = 5 P = 0,000 (ajustados para los vínculos)

* NOTA * Una o más muestras pequeñas

- **Parámetro: textura**

Prueba de Kruskal-Wallis: panelistas_4 vs. Textura

Prueba de Kruskal-Wallis en panelistas_4

Textura	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	35	3,000	155,5	5,33
2	50	2,000	137,7	4,29
3	43	2,000	113,6	0,98
4	34	1,000	43,7	-6,47
5	48	1,000	72,0	-4,35
General	210		105,5	

H = 88,26 GL = 4 P = 0,000

H = 99,29 GL = 4 P = 0,000 (ajustados para los vínculos)

Anexo 22. Prueba de U de Mann-Whitney en el parámetro de color entre la muestra patrón y los tratamientos del 8% y 24%.

Muestra patrón y 8%

	N	Mediana
Patron	70	4,0000
8%	70	2,0000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 2,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (2,0001;3,0000)
W = 7185,0
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,0000
La prueba es significativa en 0,0000 (ajustado por empates)

Muestra patrón y 24%

	N	Mediana
Patron	70	4,0000
24%	70	1,5000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 3,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (1,9999;2,9998)
W = 7315,0
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,0000
La prueba es significativa en 0,0000 (ajustado por empates)

Tratamiento 8% y 24%

	N	Mediana
8%	70	2,0000
24%	70	1,5000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 0,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (-0,0000;0,0001)
W = 5250,0
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,1900
La prueba es significativa en 0,1461 (ajustado por empates)

Anexo 23. Prueba de U de Mann-Whitney en el parámetro de olor entre la muestra patrón y los tratamientos del 8% y 24%.

Muestra patrón y 8%

	N	Mediana
Patron	70	4,0000
8%	70	2,0000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 2,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (1,9999;2,0000)
W = 7134,0
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,0000
La prueba es significativa en 0,0000 (ajustado por empates)

Muestra patrón y 24%

	N	Mediana
Patron	70	4,0000
24%	70	1,0000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 3,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (3,0000;2,9999)
W = 7373,0
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,0000
La prueba es significativa en 0,0000 (ajustado por empates)

Tratamiento 8% y 24%

	N	Mediana
8%	70	2,0000
24%	70	1,0000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 1,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (1,0000;0,9999)
W = 6369,0
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,0000
La prueba es significativa en 0,0000 (ajustado por empates)

Anexo 24. Prueba de U de Mann-Whitney en el parámetro de sabor de la muestra patrón y los tratamientos del 8% y 24%.

Prueba patrón y 8%

	N	Mediana
patron	70	5,0000
8%	70	3,0000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 2,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (0,9998;2,0000)
W = 6882,0
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,0000
La prueba es significativa en 0,0000 (ajustado por empates)

Prueba patrón y 24%

	N	Mediana
patron	70	5,0000
24%	70	2,0000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 3,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (3,0000;3,0000)
W = 7365,0
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,0000
La prueba es significativa en 0,0000 (ajustado por empates)

Prueba tratamiento 8% y 24%

	N	Mediana
8%	70	3,0000
24%	70	2,0000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 1,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (1,0001;1,9998)
W = 6130,0
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,0000
La prueba es significativa en 0,0000 (ajustado por empates)

Anexo 25. Prueba de U de Mann-Whitney en el parámetro de apariencia entre la muestra patrón y los tratamientos del 8% y 24%.

Prueba patrón y 8%

	N	Mediana
patron	70	4,0000
8%	70	3,0000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 2,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (0,9999;2,0004)
W = 6397,5
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,0000
La prueba es significativa en 0,0000 (ajustado por empates)

Prueba patrón y 24%

	N	Mediana
patron	70	4,0000
24%	70	2,0000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 2,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (2,0002;2,9997)
W = 6597,5
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,0000
La prueba es significativa en 0,0000 (ajustado por empates)

Prueba tratamiento 8% y 24%

	N	Mediana
8%	70	3,0000
24%	70	2,0000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 0,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (-0,0002;1,0001)
W = 5236,5
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,2097
La prueba es significativa en 0,1954 (ajustado por empates)

Anexo 26. Prueba de U de Mann-Whitney en el parámetro de textura entre la muestra patrón y los tratamientos del 8% y 24%.

Prueba patrón y 8%

	N	Mediana
patron	70	4,0000
8%	70	2,0000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 2,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (2,0001;2,0000)
W = 6827,0
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,0000
La prueba es significativa en 0,0000 (ajustado por empates)

Prueba patrón y 24%

	N	Mediana
patron	70	4,0000
24%	70	2,0000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 2,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (2,0002;2,9998)
W = 6847,0
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,0000
La prueba es significativa en 0,0000 (ajustado por empates)

Prueba tratamiento 8% y 24%

	N	Mediana
8%	70	2,0000
24%	70	2,0000

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 0,0000
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (0,0001;1,0000)
W = 5497,0
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,0193
La prueba es significativa en 0,0148 (ajustado por empates)

