

Artículo científico

Cómo citar: M. Romero, Á. Alvarado, y Á. Otálvaro, "Evaluación de la sustitución de grasa animal por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt", *Inventum*, vol. 14, no. 26, pp. 43-51, enero-junio, 2019. doi: 10.26620/uniminuto.inventum.14.26.2019.43-51

Editorial: Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO.

ISSN: 1909-2520
eISSN: 2590-8219

Recibido: 11 de enero de 2019
Aprobado: 18 de febrero de 2019
Publicado: 15 de abril de 2019

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

Evaluation of the substitution of animal fat by cucumber flour (*Cyclanthera pedata*) in a Frankfurt type sausage.

Avaliação da substituição da gordura animal por farinha de pepino (*Cyclanthera pedata*) numa salsicha de tipo Frankfurt

Resumen

Las tendencias mundiales de la alimentación indican el interés de los consumidores por alimentos que aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo. En productos cárnicos, esto se puede lograr mediante la adición de ingredientes funcionales como la fibra. El objetivo de este trabajo fue evaluar la sustitución de grasa animal por harina de cáscara de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt. Para ello, se realizó la obtención y caracterización de la harina vegetal, se formularon y elaboraron las salchichas sustituyendo parte de la grasa del producto por la harina vegetal obtenida (8, 16, 24 y 32%). Luego de evaluar los productos, se estableció que la salchicha al 24% de nivel de sustitución presentó características similares a un producto convencional. Esto dio 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.

Palabras clave: alimento funcional, fibra, harina vegetal, producto cárnico, salchicha.

Abstract

Global trends in food indicate consumers' interest in food that brings benefits to the physiological functions of the organism. In meat products, this can be achieved by adding functional ingredients such as fiber. The aim of this work was to evaluate the substitution of animal fat by cucumber flour (*Cyclanthera pedata*) in a Frankfurt sausage. In order to do this, the vegetable flour was obtained and characterized. Sausages were formulated and elaborated by substituting part of the product fat with the vegetable flour obtained (8, 16, 24 and 32%). After evaluating the

Mayra A. Romero P.
mayraaromero00@unisalle.edu.co
Universidad de La Salle,
Bogotá D.C., Colombia.

Ángela V. Alvarado P.
aalvarado14@unisalle.edu.co
Universidad de La Salle,
Bogotá D.C., Colombia.

Ángela M. Otálvaro A.
amotalvaro@unisalle.edu.co
Universidad de La Salle,
Bogotá D.C., Colombia.

Copyright:



products, it was established that the sausage at 24% substitution level presented similar characteristics to a conventional product. This provided a first step in involving this raw material in the production of meat products that contribute to the technological development of the industry and the welfare of its consumers.

Keywords: functional food, fiber, vegetable flour, meat product, sausage.

Resumo

Tendências alimentares globais apontam para o crescente interesse dos consumidores em alimentos benéficos para suas funções fisiológicas. Nos produtos à base de carne, isto pode ser conseguido através da adição de ingredientes funcionais, tais como fibra. O objetivo deste trabalho foi avaliar a substituição de gordura animal por farinha de casca de pepino (*Cyclanthera pedata*) em uma salsicha do tipo Frankfurt. Para tal, a farinha vegetal foi obtida e caracterizada, os embutidos foram formulados e transformados substituindo parte da gordura do produto pela farinha vegetal obtida em diferentes concentrações (8 %, 16 %, 24 % e 32 %). Após a avaliação dos produtos, estabeleceu-se que a salsicha com 24% de substituição apresentou características semelhantes às de um produto convencional. Estes resultados consistem de um primeiro passo para a inclusão desta matéria-prima na produção de produtos de carne que contribuam tanto para o desenvolvimento tecnológico da indústria quanto para o bem-estar dos consumidores.

Palavras-chave: alimentos funcionais, fibras, farinha vegetal, produtos de carne, salsichas.

I. INTRODUCCIÓN

Las salchichas son un producto que ha sobresalido desde la antigüedad por sus características nutricionales, sensoriales y funcionales [1]; 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, y que es empacada en una tripa que se sella y luego se hierve, o se cuece al vapor [2]. Sin embargo, en los últimos años se han asociado algunos problemas de salud a dietas que presentan altos contenidos de grasa (especialmente saturadas), como las que contienen los embutidos; esto, sumado a cambios en las preferencias de los consumidores, ha dado lugar a una amplia investigación sobre alternativas para reducir la grasa en estos alimentos [3].

Una de las opciones consideradas para disminuir la grasa en un derivado cárnico (tipo salchicha) es sustituirla por aceite o agua [4]. También se ha evaluado el uso de carbohidratos como gomas e hidrocoloides para sustituir grasa, debido a que estas sustancias proveen viscosidad y contribuyen a la formación del gel [5]. Otra alternativa está ligada a la adición de proteínas, como el aislado de soya, que aumentan la capacidad de retención de agua de las salchichas, situación que se refleja en una mayor dureza [6].

En este escenario, también ha sido considerada la adición de diferentes harinas ricas en fibra como sustitutos de la grasa en productos cárnicos. Se han realizado estudios sobre salchichas tipo *bologna* en los que se ha sustituido la grasa de cerdo por harina de banano verde. Con esto el contenido de grasa disminuyó de acuerdo con el nivel de reemplazo de grasa de cerdo. Adicionalmente, la adición de harina de banano verde mejoró las pérdidas en cocción y aportó a la estabilidad de la emulsión [7]. Por otro lado, se han evaluado los efectos de adición de fibra dietaria de piña en salchichas de carne de vacuno de bajo contenido de grasa sobre los atributos físicos, químicos y texturales. Con lo anterior se observó que, durante el almacenamiento del producto, el comportamiento del pH, el color y la textura de las salchichas que contenían fibra dietaria de piña fue similar al de las salchichas control [8]. De igual forma, se han elaborado salchichas fermentadas con adición de fibra dietaria de zanahoria y se evaluaron parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, con cuatro formulaciones que contienen diferentes porcentajes de esta fibra: 3, 6, 9 y 12%. Así, la adición del 3% de fibra permitió obtener un producto con propiedades fisicoquímicas y sensoriales similares al control. También se evidenció que con los porcentajes más altos de la fibra dietaria de zanahoria en la formulación, los productos obtenidos presentaban una menor calidad sensorial [9].

De ese modo, es posible considerar que *Cyclanthera pedata*, cuyo fruto es rico en fibra, minerales (calcio y

magnesio) y vitamina C puede ser útil para la elaboración de este tipo de productos. Además, su contenido en grasas y proteínas es muy bajo (0,1%) y posee un complejo grupo de fitonutrientes y antioxidantes [10]. Además, el pepino (*C. pedata*) ha sido muy utilizado en la industria de alimentos, por lo que este trabajo permitiría explorar un escenario prometedor para darle un valor agregado, y así generar alternativas para disminuir el impacto de sus pérdidas poscosecha. De esa forma, en este trabajo se buscó evaluar la implementación de la harina de pepino en un derivado cárnico, para sustituir la grasa animal por fibra y contribuir al desarrollo de un producto que aporte a mejorar la salud de los consumidores.

II. METODOLOGÍA

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 Bogotá, Colombia, e involucró tres fases: a) obtención y caracterización de la harina de pepino (*C. pedata*); b) formulación, y c) elaboración de las salchichas con las diferentes sustituciones y caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de la muestra patrón junto con los dos productos con mejores características.

A. Obtención de la Harina de Pepino (*C. pedata*)

El pepino (*C. pedata*) fue adquirido en la central de Abastos de Bogotá, proveniente del municipio de San Bernardo (Cundinamarca). Luego de llevarlo al laboratorio, se seleccionó para utilizar en el proceso solo los frutos que presentaban una tonalidad verde oscura y que no mostraban daños superficiales (magulladuras, hongos o alteración microbiológica). Luego se realizó su lavado con agua potable a 4 °C para eliminar la materia orgánica e impurezas, y se efectuó su desinfección por inmersión en hipoclorito de sodio a 200 ppm durante cinco minutos. En este punto, el pepino fue cortado para separar manualmente las semillas y las cáscaras. Luego, las cáscaras fueron cortadas en trozos de 2,5 cm por 2,5 cm, antes de aplicarles un tratamiento térmico por medio de vapor a 90 °C por un tiempo de 2 a 4 minutos, con el fin de inactivar enzimas y fijar color y textura. Luego de este tratamiento, el material se colocó en bandejas para su secado a 70 °C, para lo cual se usó un secador de bandejas durante ocho h/día, por un tiempo total de ocho días para obtener una cáscara con un contenido de humedad menor al 10%. Después del secado, se realizó una molienda (molino de disco 220V con malla de 0,8 mm) y un tamizado utilizando la malla 60 (con esto se obtuvo una partícula de tamaño uniforme de 250 µm) para la obtención de la harina que se envasó en bolsas de polipropileno y se almacenó en un lugar fresco y seco, hasta su utilización a una temperatura de 19 °C y una humedad relativa de 50%. En este punto,

se evaluó el rendimiento en la obtención de la harina, así como la capacidad de hinchamiento y la capacidad de retención de agua de ésta [11]. También se realizó un análisis bromatológico (Laboratorios Enzipan S.A).

B. Formulación y elaboración del producto

La elaboración del producto cárnico cocido (salchicha tipo Frankfurt) se desarrolló considerando el cumplimiento de los parámetros de calidad incluidos en la norma NTC 1325 [12] y utilizando carne de res y de cerdo (con poco tejido conectivo) y grasa dorsal de cerdo; todas las materias primas se compraron en la Central de Abastos de Bogotá. Se trabajaron cuatro niveles de sustitución, que tuvieron una variación en el porcentaje de reemplazo de la grasa por la harina de pepino, usando como control una salchicha patrón con un porcentaje de grasa de 16,48% y en la cual se utilizaba harina de trigo como extendedor.

Luego de elaborar los productos correspondientes a cada formulación, para hacer la evaluación de cada nivel de sustitución, se emplearon como variables de respuesta parámetros de textura, color, características organolépticas y microbiológicas. Las metodologías empleadas para estas determinaciones se detallan en la siguiente sección.

Es importante mencionar que en los productos con sustitución se reemplazó la cantidad del extendedor (harina de trigo) por harina de pepino. En la Tabla 1 se observan las formulaciones y los niveles de sustitución de harina de pepino (*C. pedata*) evaluados (tratamientos).

Tabla 1. Formulaciones y niveles de sustitución de grasa por harina de pepino

Ingredientes	Patrón	TTO I*	TTO II*	TTO III*	TTO IV*
		(8%)	(16%)	(24%)	(32%)
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 Líquido	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Otros aditivos	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37

*Todas las cantidades están referidas a 100 g de producto.

TTO I: Sustitución del 8% de la grasa.
 TTO II: Sustitución del 16% de la grasa.
 TTO III: Sustitución del 24% de la grasa.
 TTO IV: Sustitución del 32% de la grasa.

Fuente: elaboración propia.

Los tratamientos se desarrollaron teniendo en cuenta un estudio realizado sobre salchichas tipo *bologna*, en el cual se sustituyó la grasa de cerdo por harina de banano verde [7]. Con esto se concluyó que hasta con un nivel del 60% de sustitución no se afectaban los parámetros de color y textura del producto.

C. 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 realizaron pruebas fisicoquímicas propias de derivados cárnicos cocidos, que incluyeron: capacidad de retención de agua por goteo (CRA), color (colorímetro marca Konica Minolta, evaluando los parámetros l*luminosidad, a*color rojo y b*color amarillo), textura (prueba de cizalla con cuchilla Warner-Bratzler y perfil de textura-TPA, según una metodología descrita anteriormente [13]). Cada una de estas pruebas se llevó a cabo por triplicado y sus resultados se analizaron mediante un ANOVA, a un 95% de nivel de significancia. Cuando se encontraron diferencias, se aplicó una prueba de Tukey para establecer cuáles de las muestras se asemejaban al control.

Los dos tratamientos que presentaron características más similares al patrón fueron evaluados en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. En este caso, el análisis fisicoquímico incluyó la determinación de proteína, grasa, carbohidratos, humedad, cenizas y fibra dietaria (Laboratorio AllChem Compañía Ltda.). Los análisis microbiológicos correspondieron a lo descrito por la NTC 1325 [12] para determinar: recuento de *Staphylococcus coagulasa* positivo, UFC/g, recuento de esporas *Clostridium* sulfito reductor, UFC/g, detección de *Salmonella* spp. UFC/g y recuento de *Escherichia coli* UFC/g. En el análisis sensorial se buscó evaluar la aceptación por parte del consumidor del producto; para ello, se estudiaron los siguientes parámetros: color, olor, sabor y textura, por medio de una prueba hedónica de cinco puntos a setenta 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 programa Minitab por el método de Kruskal Wallis para probar si había igualdad o no entre los tratamientos. En caso de establecer diferencias, se aplicó la prueba de U de Mann-Whitney.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de llevar a cabo la experimentación.

A. Obtención de la harina de pepino

El rendimiento total del proceso de obtención de la harina fue de 4,56%. Se observó que con el secado se obtuvo la mayor pérdida de peso (94,11%), como se esperaba, debido a que en esta etapa se disminuyó una gran cantidad de agua por la deshidratación del producto (se pasó de una humedad en fresco de 95%, a una humedad luego del secado de 9%). Por otro lado, la harina obtenida se caracterizó por un color verde claro sin presencia de partículas de color distinto y un tamaño y textura similares a los de la harina de trigo.

En la Tabla 2, se observa el análisis fisicoquímico de la harina de pepino (*C. pedata*), donde se registra una humedad del 9,32% y un contenido de proteína del 11,69%. Estos datos se encuentran dentro del rango establecido en la norma técnica colombiana NTC 267 [14] para la harina de trigo (máximo de 14,5% en humedad y mínimo de 7% para la proteína).

Tabla 2. Composición proximal y fisicoquímica de harina de pepino (*C. pedata*)

COMPONENTE	% BASE SECA
Fibra dietaria total (FDT)	49,95
Fibra dietaria insoluble (FDI)	38,68
Fibra dietaria soluble	11,27
	(g/ 100g)
Humedad	9,32
Cenizas	8,76
Proteína	11,69
Grasa	1,02
Carbohidratos	69,21

Fuente: pruebas realizadas en Enzipan Laboratorios S.A. para una única muestra.

El contenido de cenizas hace referencia a los residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica; además, podría evidenciar el aporte de minerales de este material, que es mayor respecto al contenido de estos en la harina de banano verde [7] y en la harina de mango [15], las cuales han registrado contenidos equivalentes al 2,32% y al 4,51%, respectivamente. Por otro lado, el contenido de grasa fue bajo, resultado esperado teniendo en cuenta la naturaleza del fruto.

Respecto a la fibra dietaria total (FDT) en la harina de pepino se obtuvo un valor superior a otras fuentes de fibra reportadas, como la fibra de mango concentrada, con un nivel de FDT de 28,05% [16] y a la fibra contenida en la

cáscara de plátano que alcanza niveles de 46,79% [17]. Respecto a la fibra insoluble (FDI), su contenido fue alto, y en el caso de la fibra dietaria soluble (FDS) se registró una concentración significativa, considerando la fibra dietaria presente en las frutas y vegetales tiene efectos positivos importantes en la salud de los consumidores en virtud de sus propiedades.

Continuando con la caracterización de la harina, se obtuvo una capacidad de hinchamiento promedio de $5 \pm 0,28$ mL/g, que aportaría ventajas al proceso de elaboración del derivado cárnico; esto aumenta el rendimiento en operaciones como el cutedado y embutido, propiedad que está directamente relacionada con la capacidad de absorción de agua y es funcional de las proteínas. El valor obtenido es similar al que se presenta en estudios de sustitución y adición de harina en productos cárnicos, en los cuales se ha establecido para la harina de maracuyá y guayaba una capacidad de hinchamiento de 6,66 mL/g y 5,54 mL/g, con una variación de 1,66 mL/g y 0,54 mL/g con respecto a la harina de pepino. [18], [19].

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 estas. Su valor promedio para la harina de cáscara de pepino fue de 1,53%, con un porcentaje de 11,27% de fibra soluble. Así, se asume, que a mayor cantidad de fibra soluble el producto tendría una mayor capacidad de retención de agua [20]. En el estudio que se utilizaron cáscaras de maracuyá, la capacidad de retención de agua fue de 7,90%, con un diámetro de la partícula de 0,8 mm; en la harina de cáscara de pepino se obtuvo un porcentaje menor, al igual que el diámetro de partícula que fue de 0,25 mm [18]. Sin embargo, eso no significa que la capacidad de retención de agua de la harina de cáscara de pepino fuera baja, ya que esta es levemente mayor a la de la harina de trigo, que tiene un valor de 1,2% [21].

Adicionalmente, sustituir la harina de trigo por la harina de cáscara de pepino podría contribuir a reducir el gluten presente en el producto cárnico considerado, lo que se traduciría en beneficios para la población intolerante a esta proteína.

B. Evaluación de la sustitución de grasa por harina de cáscara de pepino en la salchicha tipo Frankfurt

En la Tabla 3 se encuentran los resultados obtenidos del análisis del perfil de textura y esfuerzo al corte. Como se puede observar, la dureza en la salchicha aumenta

conforme crece el nivel de sustitución de grasa por la harina de cáscara de pepino en la salchicha. Esto sucede porque la dureza de los productos cárnicos aumenta con la adición de la fibra insoluble que forma redes tridimensionales, y así se modifica la propiedad reológica de la fase continua de la emulsión. En este caso, la muestra patrón presenta similitud con el tratamiento del 8, 16 y 24%, mientras que el tratamiento del 32% es diferente a los demás y solo presenta similitud con el del 24%. Al comparar con quienes trabajaron con una salchicha con diferentes sustituciones de grasa por harina de mango, los resultados fueron similares, pues en ese caso la dureza aumentó a medida que la sustitución de harina de mango se hizo mayor.

Tabla 3. Valores promedio del perfil de textura y prueba de esfuerzo al corte en las salchichas tipo Frankfurt a los diferentes niveles de sustitución de grasa por harina de cáscara de pepino (\pm D.E.*)

Componente	Patrón	TTO I (8%)	TTO II (16%)	TTO III (24%)	TTO IV (32%)
Dureza (kgf)	1,15 \pm 0,18 ^c	1,34 \pm 0,03 ^{bc}	1,52 \pm 0,18 ^{bc}	1,63 \pm 0,07 ^{ab}	1,65 \pm 0,17 ^a
Masticabilidad (kg*mm)	7,41 \pm 0,28 ^a	5,10 \pm 0,21 ^{ab}	5,02 \pm 0,83 ^{ab}	4,25 \pm 0,63 ^{bc}	2,52 \pm 0,80 ^c
Esfuerzo	5,88 \pm 0,28 ^b	5,90 \pm 0,50 ^b	6,70 \pm 0,90 ^{ab}	6,77 \pm 1,03 ^{ab}	8,40 \pm 1,10 ^a

Valores dados son promedios de tres repeticiones con sus desviaciones estándar. Las medias seguidas por la misma letra en las columnas no son significativamente diferentes (Tukey, $P < 0,05^$). TTO: tratamiento.

Aplicando el análisis estadístico correspondiente a los datos de esfuerzo al corte, se observa un leve aumento en este para el TTO IV, ya que se necesita una mayor fuerza para romper completamente las muestras. Esto se relaciona directamente con la dureza que de igual forma aumenta cuando crece el porcentaje de sustitución debido al incremento en la fibra. Se encontraron diferencias significativas entre los diversos tratamientos ($p > 0,05$) y se observa que la muestra patrón tiene diferencias significativas con el TTO IV (32%), que contiene un mayor porcentaje de sustitución de grasa animal por harina de cáscara de pepino. Lo anterior hace que aumente su dureza y, por ende, el esfuerzo de corte. Esto se encuentra relacionado con la capacidad de retención de agua del producto, ya que una mayor adición de harina de pepino hace que la emulsión cárnica se vuelva mucho más sólida y homogénea que el patrón, como lo evidenciaron en un estudio sobre salchichas con adición de harina de guayaba; en este obtuvieron una mayor dureza en las muestras con adición de harina de guayaba y, por lo tanto, una mayor retención de agua [19].

Tabla 4. Valores promedio de colorimetría en las salchichas tipo Frankfurt a los diferentes niveles de sustitución de grasa por harina de cáscara de pepino (\pm D.E)

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

Nota: los valores dados son promedios de tres repeticiones con sus desviaciones estándar. Las medias seguidas por la misma letra en las columnas no son significativamente diferentes (Tukey, $P < 0,05^*$) TTO: tratamiento.

Los resultados consignados en la Tabla 4 corresponden a las mediciones de luminosidad (L*), color rojo (a*) y color amarillo (b*). En cuanto a la luminosidad y la coordenada a*, se observa que hay diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ($p < 0,05$). Así, se estableció que la adición de la harina de pepino afectaba el color a la salchicha tipo Frankfurt, lo que dio como resultado un color más oscuro soportado por una disminución de los valores de luminosidad (L), así como también en los valores de la coordenada a*, donde se pasó de tonos rosados a verdes [15].

La pérdida de luminosidad se atribuye a las coloraciones verdes generadas por la harina de cáscara de pepino, relacionadas con su contenido de clorofila y con el proceso de secado de la harina; en este punto, se pudieron formar productos de la reacción de Maillard, que genera pigmentos oscuros [22], [23].

Tabla 5. Valores promedio de la capacidad de retención de agua por goteo (CRA) en las salchichas tipo Frankfurt a los diferentes niveles de sustitución de grasa por harina de cáscara de pepino (\pm D.E)

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

Nota: los valores dados son promedios de tres repeticiones con sus desviaciones estándar. Las medias seguidas por la misma letra en las columnas no son significativamente diferentes (Tukey, $P < 0,05^*$). TTO: tratamiento.

Respecto a la capacidad de retención de agua por goteo (CRA), los resultados están resumidos en la Tabla 5. Se puede mencionar que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos. En comparación, 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 cáscara de pepino tiene una CRA mayor respecto a la harina de trigo, que es empleada

como extendedor en la salchicha patrón. Adicionalmente, la harina de trigo contiene gluten y este que puede afectar las propiedades de textura y jugosidad de las salchichas [24]. Con base en los resultados presentados, se elaboró la Tabla 6, en la cual se resumen los resultados y es posible

observar que los tratamientos I y III (8 y 24%) fueron los más similares al patrón, ya que en el TPA (dureza y masticabilidad) y en la CRA, no se presentaron diferencias significativas con este. Por esta razón, se decidió elegirlos para continuar con los análisis.

Tabla 6. 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 con 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 con la prueba de Tukey).	Tratamiento I (8%). Tratamiento III (24%) (estos tratamientos fueron estadísticamente similares al patrón de acuerdo con la prueba de Tukey).

Fuente: elaboración propia.

C. Pruebas fisicoquímicas y sensoriales a los dos tratamientos elegidos y la muestra patrón

A los tratamientos escogidos en la etapa anterior (TTO I y TTO III) se les realizó una evaluación fisicoquímica y sensorial, para efectuar su comparación con la muestra patrón.

Tabla 7. Resultados de composición fisicoquímica de las salchichas tipo Frankfurt a los diferentes niveles de sustitución de grasa por harina de cáscara de pepino

Pruebas	Patrón	TTO I	TTO III
Fibra dietaria 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

Nota: los valores se encuentran en porcentaje (%).

Fuente: pruebas realizadas en AllChem Compañía Ltda.

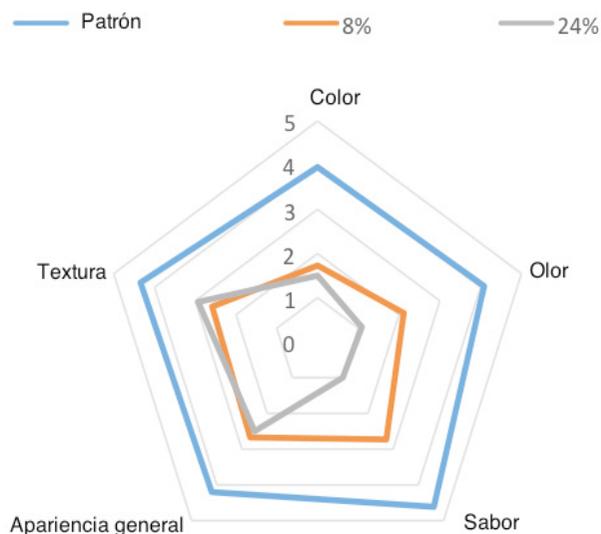
Los resultados obtenidos se comportaron como se esperaba: la fibra dietaria total en la salchicha aumenta para los tratamientos en los cuales se hace la sustitución de la grasa por harina de cáscara de pepino. Así, se pasa de 0,1% en el producto patrón a 1,6% en el producto obtenido con el 24% de sustitución.

Además, se corroboró una leve disminución en el contenido de grasa respecto al contenido de esta en la salchicha patrón. De esta manera, para el tratamiento I, la reducción fue del 0,3% y en el tratamiento III fue del 1,59%. En cuanto a los valores de humedad y cenizas, en los tratamientos

I y III aumentan respecto del patrón; lo contrario ocurre con la proteína, que disminuye en comparación con el contenido del patrón. Por otra parte, todos los productos elaborados cumplieron con lo establecido en la norma técnica colombiana NTC 1325 [12] en cuanto a calidad microbiológica, respecto a las buenas técnicas de manufactura (BPM). De esta forma, se garantizó que el producto cárnico se encontrara en condiciones aptas para el consumo y para la realización de la prueba sensorial.

Los resultados de la evaluación sensorial se presentan en la Figura 1.

Figura 1. Prueba sensorial de la salchicha patrón y las formulaciones del 8 y el 24%



Fuente: elaboración propia.

En el diagrama se observa la aceptación de los consumidores de la salchicha patrón y las dos sustituciones del 8 y el 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, debido a la clorofila que contiene el pepino que le aporta una tonalidad verdosa al producto, que no es de agrado para los consumidores. Asimismo, respecto al olor, la formulación patrón obtuvo una mayor aceptación (4), mientras que con las salchichas del 8 y 24% las aceptaciones tuvieron calificaciones de 2,11 y 1,08, respectivamente. Esto se debe a que luego de adicionar la harina de pepino a las salchichas esta no pierde sus componentes volátiles de aroma los cuales, no resultan agradables para el consumidor. En cuanto al sabor, este fue más aceptado en la formulación patrón, lo que indica que la adición de la harina de pepino influyó de forma negativa en esta característica. Con respecto a la textura, se observó que la salchicha patrón obtuvo una mayor aceptación por parte del consumidor, en comparación con las dos salchichas con sustitución de harina de pepino del 8% y el 24%; mientras que estas dos salchichas tienen aceptaciones similares en la textura. De esta manera, 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, seguida de la formulación con sustitución del 8% y de la sustitución del 24%, en último lugar. Al realizar un análisis estadístico de Kruskal-Wallis, con el que se hacen comparaciones por parejas, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en cuanto a color, olor, sabor, textura y apariencia entre la muestra patrón y las formulaciones del 8% y el 24%. Estos cambios sensoriales se explican 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. Como consecuencia, la reducción del contenido de grasa altera las características sensoriales del producto [25], [26].

Para un análisis más detallado, se comparó cada tratamiento con el patrón mediante la prueba de Mann-Whitney para cada parámetro. Para el color y la apariencia, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre el patrón y las formulaciones del 8 y el 24%, mientras que entre estas dos últimas formulaciones no existieron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). En cuanto al olor existen diferencias importantes ($p < 0,05$) entre todas las muestras comparadas por parejas, al igual que ocurre con el sabor y la textura.

IV. CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación demuestran que es posible sustituir la grasa animal por la harina de cáscara de pepino en salchichas tipo Frankfurt, y así obtener

un producto con propiedades tecnológicas similares a uno convencional, con un valor agregado asociado a la reducción del contenido de grasa y el incremento en contenido de fibra dietaria. Sin embargo, para pensar en un desarrollo tecnológico que pueda ser implementado a nivel industrial, es necesario evaluar el uso de aditivos o de tratamientos enzimáticos para enmascarar la coloración verdosa y los componentes volátiles en la harina de pepino, para mejorar la aceptación a nivel sensorial por parte de los consumidores. Adicionalmente, se deberían examinar otras formas de secado (secado solar) para reducir los costos energéticos involucrados en la obtención de la harina de pepino y estudiar los aportes de antioxidantes y otros bioactivos incluidos en este producto que le pudieran conferir un valor adicional.

V. REFERENCIAS

- [1] P. Izquierdo, A. García, M. Allara, E. Rojas, G. Torres y P. González, "Análisis proximal, microbiológico y evaluación sensorial de salchichas elaboradas a base de Cachama Negra (*Colossoma macropomum*)", *Revista Científica*, Vol. 1, No. 3, pp. 294-300, 2007.
- [2] J. Hleap, A. y Molina, Manual de Transferencia Tecnológica. *Proceso de elaboración de salchichas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) con adición de almidón de sagú (*Marantha rundinacea*)*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2008.
- [3] S. Ospina Meneses, D. Restrepo Molina y J. López Vargas, "Derivados cárnicos como alimentos funcionales", *Rev. Lasallista de Inv.*, Vol. 8, No. 2, pp. 163-172, 2011.
- [4] G. Monteiro, X. Souza, D. Costa, P. Faria and J. Vicente, "Partial substitution of pork fat with canola oil in Toscana sausage", *Innovative Food Sci. & Eme. Tec.*, Innovative Food Science & Emerging Technologies Vol. 44, pp. 2-8, 2017.
- [5] E. Mallika, K. Prabhakar and P. Reddy, "Low fat meat products an overview", *Veterinary World*, Vol. 2, No. 9, pp. 364-366, 2009.
- [6] E. Cengiz and N. Gokoglu, "Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter type sausages", *International Journal Food Science and Technology*, Vol. 42, No. 3, pp. 366-372, 2007.
- [7] L. dos Santos, J. Lorenzo, C. Gonçalves, B. dos Santos, R. Heck, A. Cichoski and P. Campagnol, "Production of healthier bologna type sausages using pork skin and green banana flour as a fat replacers", *Meat Sci.*, Vol. 121, pp. 73-78, 2016.

- [8] S. Henning, P. Tshalibe and L. Hoffman, “Physico-chemical properties of reduced-fat beef species sausage with pork back fat replaced by pineapple dietary fibres and water”, *LWT*, Vol. 74, pp. 92-98, 2016. doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.007
- [9] V. Eim, S. Simal, C. Roselló and A. Femenia, “Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada)”, *Meat Sci.*, Vol. 80, No. 2, pp. 173-182, 2007.
- [10] J. Egea Fernández, J. Egea Sánchez, I. Egea Sanchez y D. Rivera, *Cultivos promisorios para enfriar el clima y alimentar el mundo*. Bullas: Editorial Integral. Asociación para el Desarrollo Rural, 2015.
- [11] G. Valencia, E. Francia y M. Román, “Caracterización fisicoquímica y funcional de tres concentrados comerciales de fibra dietaria”, *Vitae*, Vol. 13, No. 2, pp.54-60, 2006.
- [12] Icontec, *Norma Técnica Colombiana sobre Harina de Trigo NTC 267*. Bogotá, 2007.
- [13] M. Alvarado, “Efecto de la adición de los derivados de *Lupinus* spp. (Aislado, harina y concentrado proteico) sobre las características de textura de salchichas”, Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo Hidalgo, México, 2006.
- [14] Icontec, *Norma Técnica Colombiana sobre Productos Cárnicos no Enlatados, NTC 1325*. Bogotá, 2008.
- [15] C. León y Y. Sarmiento, Evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de una salchicha estándar con adición de harina de mango (*Mangifera indica* L), Tesis de pregrado. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia, 2015.
- [16] N. Vergara, E. Granados, J. Agama, J. Tovar, J. Ruales y L.A. Bello, “Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient”, *LWT*, Vol. 40, No. 4, pp.722-729, 2007.
- [17] M. Alarcón, J. López y D. Restrepo, “Caracterización de la funcionalidad tecnológica de una fuente rica en fibra dietaria a partir de cáscara de plátano”. *Rev. Fac. Nac. de Agro.*, Vol. 66, No. 1, pp. 6959-6968, 2013.
- [18] C. Acosta y D. Virviescas, “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, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia, 2014.
- [19] A. Segura López y L. Vargas Urquijo, “Evaluación del comportamiento tecnológico de harina de guayaba (*Psidium guajava* L) como sustituto de la harina de trigo en un producto cárnico cocido tipo salchicha”, Tesis de pregrado, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia, 2017.
- [20] A. Achouri, J. Boye, D. Belanger, T. Chiron, V. Yaylayan and F. Yeboah, “Functional and molecular properties of calcium precipitated soy glycinin and the effect of glycation with κ -carrageenan”, *Food Res. Int.*, Vol. 43, No. 5, pp. 494-50, 2010.
- [21] C. Montañez y I. Pérez, “Elaboración y evaluación de una salchicha tipo Frankfurt con sustitución de harina de Quinoa de saponificada (*Chenopodium Quinoa, Wild.*)”, Tesis de pregrado, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia, 2007.
- [22] J. Martínez, J. Martínez, L. Hurtado, J. Cuaran y Y. Ocampo, “Pigmentos vegetales y compuestos naturales aplicados en productos cárnicos como colorantes y/o antioxidantes: revisión”, *INVENTUM*, Vol. 11, No. 21, pp. 51-62, 2016.
- [23] W. Albarracín, L. Acosta y I. Sánchez, “Elaboración de un producto cárnico escaldado utilizando como extensor harina de frijol común (*Phaseolus* spp.)”, *Vitae*, Vol. 17, No. 3, pp. 264-271, 2010.
- [24] C. Padrón, R. Oropeza y A. Montes, “Semillas de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*): composición química y procesamiento”, *Rev. Venezolana Cie. y Tec. de Alimentos*, Vol. 5, No. 2, pp. 166-218, 2014.
- [25] M. Ordoñez, J. Rovira and I Jaime, “The relationship between the composition and texture of conventional and low-fat frankfurters”, *Int. Jour. of Food Sci. and Tech.*, Vol. 36, No. 7, pp. 749-758, 2001.
- [26] I. Rivera, “Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados, una revisión”, *Nacameh*, Vol. 6, No. 1, pp. 1-115, 2012.