

EVALUACIÓN SENSORIAL E INSTRUMENTAL DE TEXTURA DE SALCHICHONES TIPO ESTÁNDAR QUE CONTIENEN UN EXTENSOR CÁRNICO DE PASTA DE POLLO

MECHANICAL PROPERTIES AND SENSORY EVALUATION OF SALCHICHON STANDARD EXTENSION CONTAINING AN EXTENSOR OF MECHANICALLY DEBONED CHICKEN MEAT

Diana Marcela GONZÁLEZ RODRÍGUEZ M.Sc.^{1*}, Elizabeth GIRALDO LOPERA IQ²,
Diego Alonso RESTREPO MOLINA M.Sc.³

Recibido: Enero 26 de 2014 Aceptado: Septiembre 21 de 2015.

RESUMEN

Antecedentes: La carne de pollo mecánicamente deshuesada (CMD) o pasta de pollo es uno de los ingredientes principales utilizado en la industria cárnica para aportar proteína en la formulación de embutidos, normalmente se importa, pero se busca obtener extensores de esta materia prima con el fin de contribuir al desarrollo de la industria nacional. **Objetivos:** El objetivo de este trabajo fue determinar la mejor mezcla entre fibra, cuero y carragenina, mediante la evaluación de las propiedades microbiológicas, bromatológicas, reológicas y sensoriales de un salchichón tipo estándar fabricado con pasta de pollo y un extensor que reemplaza un 35% y 50% de esta en la formulación de la matriz cárnica. **Métodos:** Se realizó un diseño experimental que contempló la combinación de tres extensores en diez puntos de mezcla, cada uno compuesto por fibra, cuero de cerdo y carragenina respectivamente. Se llevó a cabo la experimentación para niveles de reemplazo de un 35% y 50%, cada uno de los salchichones fue sometido a evaluación de Análisis de Perfil de Textura (TPA), elasticidad y firmeza en el campo instrumental y el respectivo análisis sensorial. **Resultados:** La dureza y la masticabilidad en el análisis instrumental de textura disminuyeron con la aplicación de los extensores, sin embargo no hay diferencias estadísticamente significativas entre la aplicación de los tres extensores para la dureza. Respecto al análisis sensorial se encontró que la mezcla entre fibra y cuero de cerdo favorece las propiedades sensoriales, adicionalmente una interacción entre fibra y cuero de cerdo mejoró la masticabilidad, la elasticidad aumentó en los salchichones extendidos y una interacción entre los tres extensores para un reemplazo de 35% aumenta la elasticidad con respecto al testigo. La firmeza, a un reemplazo del 35%, disminuye para cualquier salchichón extendido, pero se encontró una posible interacción de los tres extensores, caso contrario para un reemplazo del 50%. **Conclusión:** Según el análisis instrumental de textura, para reemplazos del 35% y 50%, no se encontró una mezcla que exhibiera comportamientos similares al de la pasta de pollo en un salchichón estándar. Sin embargo de acuerdo a los resultados sensoriales una combinación entre fibra y cuero de cerdo da como resultado salchichones extendidos con aceptabilidad entre los consumidores.

Palabras claves: Alimentos, ácidos grasos, Carragenina, Proteínas Musculares.

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín. Medellín, Colombia.

² Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín. Medellín, Colombia.

³ Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Agrarias - Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos. A.A. 1779, Medellín, Colombia.

* Autor de correspondencia: dmgonzalr@unal.edu.co

ABSTRACT

Background: Mechanically separated chicken (MSC) or chicken paste, is a finely textured chicken meat, and one of the principal ingredients used in the meat industry as a protein supplement in the production of processed meats; normally, it is imported; nevertheless, other meat extenders are being used in order to contribute to the development of the domestic industry. **Objectives:** This study aimed to determine the best mixture of fiber, pig skin, and carragennan, through an evaluation of the microbiological, bromatological, rheological and sensorial properties of standard sausages produced with chicken paste and extenders that replaced 35% and 50% of the paste inside a meat matrix. **Methods:** An experimental design that combined three extenders composed of fiber, pigskin, and carragennan in ten mixture points was used. The experiment was carried out with 35% and 50% replacement levels. Each sausage was subjected to a Texture Profile Analysis (TPA), elasticity, and firmness analysis, using instruments and a sensorial evaluation. **Results:** The firmness and chew ability in the instrumental analysis of the texture decreased with the application of the extenders; however, there were no statistically significant differences between the applications of the three extenders for firmness. The sensory analysis showed that the fiber and pigskin mixture favored the sensorial properties. Furthermore, the interaction between the fiber and pigskin improved the chew ability. The elasticity increased in the sausages with the extenders, and an interaction between the three extenders at the 35% replacement increased the elasticity, as compared to the control. The firmness, at the 35% replacement, decreased in the extended sausages, but there was a possible interaction between the three extenders that was not seen at the 50% replacement. **Conclusion:** According to the instrumental analysis of the texture, at 35% and 50% replacements, there was not a mixture that exhibited a behavior similar to that of chicken paste in a standard sausage. However, according to the sensory results, a combination of the fiber and pigskin resulted in a sausage with extenders that was acceptable for consumers.

Keywords: Food, fatty acids, Carragennan, Muscular Proteins.

INTRODUCCIÓN

Es un reto para la industria y para la investigación, desarrollar nuevos ingredientes que sean competitivos y funcionales, que permitan diseñar alimentos que sean menos costosos y cumplan con los requerimientos de nutrientes básicos. Enmarcados en políticas ambientales, saludables, de eficiencia del proceso y de reducción de costos, la búsqueda está orientada a ingredientes que satisfagan los requerimientos de proteína en la nutrición humana, que tengan propiedades funcionales como capacidad de retención de agua, capacidad de formar geles, capacidad de formar emulsiones, que en su proceso de obtención generen el mínimo de residuos para el medio ambiente y que todo esto se obtenga al mínimo costo (1,2).

Dentro de las opciones de ingredientes funcionales que podrían reemplazar la proteína cárnica en algún porcentaje, se encuentran los derivados de la soya, la proteína extraída del rumen del bovino (3), los aislados, texturizados y concentrados de proteínas de cereales, los hongos, las fibras de frutas y hortalizas, entre otros (4–6).

Un extensor cárnico no es un ingrediente que sustituye la carne o proteína de origen animal en un 100%, es un producto o combinación de ingredientes como las fibras, el plasma sanguíneo, las gomas, las carrageninas, el cuero de cerdo, los aceites de origen vegetal, entre otros, que hacen parte de una formulación cárnica, con el objetivo de disminuir la grasa, la proteína y la sal, para obtener productos más económicos y saludables. Adicionalmente el extensor debe tener buenas propiedades funcionales como, alta capacidad de retener agua, capacidad de formar emulsiones y geles, entre otras; lo anterior debido a que estas propiedades son las que confieren la textura, la jugosidad y la aceptabilidad del producto por parte de los consumidores (7–11).

El objetivo de este trabajo fue determinar la mejor mezcla entre fibra, cuero y carragenina, mediante la evaluación de las propiedades microbiológicas, bromatológicas, reológicas y sensoriales de un salchichón tipo estándar fabricado con pasta de pollo y un extensor que reemplaza un 35% y 50% de esta en la formulación de la matriz cárnica

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias primas

La carne de bovino (10 % de grasa), la grasa de cerdo y la pasta de pollo fueron adquiridas en mercados locales, y mantenidas en refrigeración (2 ± 2 °C) durante 24 horas para su utilización. El resto de ingredientes de la formulación como almidón de papa, proteína aislada de soya, nitrato sal curante (mezcla comercial de nitrito de sodio y cloruro de sodio), Condimento Completo Tecnas (mezcla comercial de especias), Colorante Natural y los extensores fibra, cuero de cerdo y carragenina fueron suministrados por la empresa Tecnas S.A.

Diseño experimental

El trabajo experimental tuvo una duración de 12 semanas. En la figura 1. Se puede observar la región experimental, la cual consiste en un diseño de mezclas (12), a partir del cual se elaboraron veintiún formulaciones de salchichón estándar siguiendo lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC 1325 (13). Una formulación sin extensión de pasta de pollo (Testigo para todos los reemplazos – 0%), diez formulaciones obedecen a un reemplazo del 35% de la pasta de pollo con los extensores y las otras diez de acuerdo con un reemplazo del 50%. En las tablas 1 y 2 se observan cada uno de los tratamientos para los reemplazos del 35% y 50 % respectivamente, los cuales corresponden a la forma como se distribuyen los tres ingredientes en la totalidad del extensor cárnico mencionado en las formulaciones de la tabla 3.

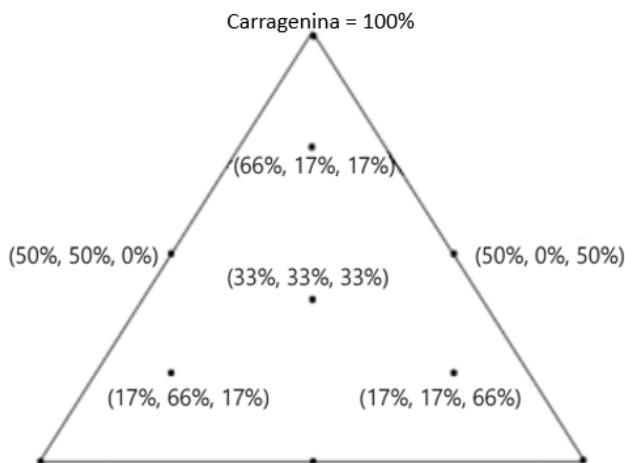


Figura 1. Región experimental, diseño mezclas (Carragenina, Cuero y Fibra)

Tabla 1. Diseño experimental reemplazo del 35%.

Reemplazo del 35%						
#	% en extensor			gramos		
	A	B	C	A	B	C
1	16,7	16,7	66,7	18,7	18,7	74,7
2	33,3	33,3	33,3	37,3	37,3	37,3
3	100,0	0,0	0,0	112,0	0,0	0,0
4	0,0	100,0	0,0	0,0	112,0	0,0
5	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	112,0
6	50,0	50,0	0,0	56,0	56,0	0,0
7	66,7	16,7	16,7	74,7	18,7	18,7
8	50,0	0,0	50,0	56,0	0,0	56,0
9	0,0	50,0	50,0	0,0	56,0	56,0
10	16,7	66,7	16,7	18,7	74,7	18,7

Tabla 2. Diseño experimental reemplazo del 50%.

Reemplazo del 50%						
#	% en extensor			Gramos		
	A	B	C	A	B	C
1	16,7	16,7	66,7	26,7	26,7	106,7
2	33,3	33,3	33,3	53,3	53,3	53,3
3	100,0	0,0	0,0	160,0	0,0	0,0
4	0,0	100,0	0,0	0,0	160,0	0,0
5	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	160,0
6	50,0	50,0	0,0	80,0	80,0	0,0
7	66,7	16,7	16,7	106,7	26,7	26,7
8	50,0	0,0	50,0	80,0	0,0	80,0
9	0,0	50,0	50,0	0,0	80,0	80,0
10	16,7	66,7	16,7	26,7	106,7	26,7

A: Fibra, B: Cuero de cerdo, C: Carragenina

Tabla 3. Formulaciones cárnicas para la elaboración de los salchichones.

INGREDIENTE	g/4 kg según la extensión		
	0%	35%	50%
Res 90/10 3MM	520	520	520
CDM	1920	1248	960
Extensor cárnico (fibra, cuero, carragenina)	0	112	160
Grasa de cerdo	320	420	464,8
Proteína Aislada de Soya	80	80	80
Almidón de papa	200	200	200
Sal Curante (Nitrato al 6%)	13,2	13,2	13,2
Condimento completo tecnas	146	146	146
Colorante natural para embutidos	16	16	16
Agua	784,8	1244,8	1440

Preparación de los salchichones

La elaboración de los salchichones se realizó con base en la información expuesta en las tablas 1, 2 y 3, en la planta piloto de la Fundación INTAL (Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria), bajo la supervisión del equipo de innovación y desarrollo de Tecnas S.A (Itagüí, Colombia).

La carne y la grasa a temperatura de refrigeración fueron cortadas en trozos y luego pasadas por un molino con discos de tamaño 3mm (Torrey®, Referencia M12FS), por separado, luego fueron pesadas en las cantidades exactas de cada formulación y se llevaron a refrigeración para su posterior uso.

Se dispuso la pasta de pollo, la carne y el nitral en un cutter (Mainca®, modelo CM-14) para comenzar con la etapa de homogenización, luego de aproximadamente 1 minuto de mezclado se adicionó la mitad del agua y el colorante, seguido de las demás proteínas y la segunda porción de agua incluyendo el extensor, y por último se adicionó la grasa, el almidón y los condimentos, todo el proceso llevado a cabo a una temperatura inferior de 5°C. Posteriormente se embutió la pasta obtenida en una funda de PVC (cloruro de polivinilo) cero mermas, impermeable al vapor de agua, obteniendo salchichones de aproximadamente 400g. Luego se llevaron a una marmita que contiene agua a una temperatura de 80°C durante una hora, hasta que el producto alcanzó una temperatura interna superior a los 73°C. Cumplido el tiempo de cocción se realizó un proceso de enfriamiento de los salchichones con agua a temperatura ambiente hasta que el producto alcanzara una temperatura interna de mínimo 30°C y disponerlos posteriormente en un cuarto frío a temperatura de refrigeración entre 0 y 4 °C para su posterior análisis.

Proteína y grasa

Para cuantificar el contenido de proteína y grasa se seleccionaron las formulaciones con un porcentaje de fibra superior al 20% y cantidad de carragenina por debajo del 50%. El análisis se realizó para los salchichones que contenían los extensores fibra y cuero de cerdo en alguna combinación o en un porcentaje del 100% cada uno. Para cada uno de estos se evaluaron los contenidos de proteína y grasa, los cuales se determinaron por el método Kjeldahl (NTC 4657(14)) y por extracción soxhlet (NTC 668(15)) respectivamente.

Análisis microbiológico

Para el análisis microbiológico se evaluaron salchichones en los tiempos 8 y 31 días después de la elaboración, almacenados a temperaturas entre 0 y 4°C. Para el análisis de aerobios mesófilos se siguió el procedimiento descrito en la norma NTC 4519 (16), mientras que para el recuento de coliformes fecales y totales, se utilizó el procedimiento establecido en la norma NTC 4516 (17). Las determinaciones de *Staphylococcus aureus*, esporas de *Clostridium* sulfito reductoras y *Salmonella sp*, se llevaron a cabo siguiendo las NTC 4779(18), NTC 4834(19) y NTC 4574(20) respectivamente. Todos estos análisis fueron realizados por duplicado.

Medición instrumental de la textura

El análisis de perfil de textura (TPA) fue realizado en un texturómetro TA-XT Plus (Stable Micro Systems®). Tres muestras de salchichón por tratamiento fueron analizadas, se tomaron bocados de 20 mm de diámetro y 25 mm de alto, a temperatura ambiente fueron comprimidas axialmente al 70% de su altura original. Las curvas fuerza de deformación-tiempo se obtuvieron utilizando una celda de carga de 30 kg y una velocidad de preensayo, ensayo y post ensayo de 2,0 mm/s. Durante el análisis fueron determinados los parámetros dureza, elasticidad, cohesividad, gomosidad, masticabilidad y resiliencia; los cuales se obtuvieron mediante el uso de un Software Exponent Stable Micro System, versión 3.0.5.0. Los valores registrados para cada parámetro corresponden a la media de 3 mediciones, de los cuáles únicamente se analizaron Dureza y Masticabilidad. Con una metodología desarrollada por la empresa Tecnas, se evaluaron las propiedades de firmeza y elasticidad, siendo estas cuatro variables de respuesta las de interés para el análisis instrumental de textura.

Evaluación sensorial

A partir de una evaluación descriptiva se realizó la evaluación sensorial de los salchichones bajo las normas NTC 3932(21) y NTC 5328(22). Se seleccionaron y evaluaron seis descriptores, dureza, masticabilidad, cohesividad, sabor característico, apariencia y calidad general de los salchichones. Para la prueba sensorial, las muestras fueron cortadas en porciones de 20 mm de ancho y 10 mm de alto, e identificadas con números aleatorios de tres cifras. La evaluación sensorial fue realizada por 5 jueces pertenecientes al panel sensorial de la Fundación

INTAL (Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria, Itagüí, Colombia) los jueces son entrenados durante un mes siguiendo las metodologías establecidas en las referencias: GTC 245 (23), GTC 232 (24), NTC 4489 (25), NTC 3915 (26) y NTC 3929 (27); a quienes se les suministró un formato con una escala de intensidad no estructurada de 10 puntos donde 0 = no hay percepción y 10 = intensidad fuerte. No se realizaron repeticiones, ya que se tenían datos de tres réplicas auténticas.

Análisis estadístico

Los datos de cada medición en los diferentes tratamientos fueron tratados mediante un análisis de varianza de una vía ($P \leq 0,1$) para el modelo de regresión cúbico propuesto sin intercepto y restando la media de la variable respuesta a la misma ya que permite analizar la significancia de los efectos de los tratamientos en la tabla Anova y para los parámetros estimados en el modelo de regresión. A partir de estos modelos de regresión se realiza un análisis de superficie de respuesta Simplex {3,2} con 4 puntos en el centro. Todos los análisis fueron realizados usando el programa estadístico R versión 2.15.1 (2012-06-22) - “RoastedMarshmallows” Copyright (C) 2012.

RESULTADOS

Contenido de grasa y proteína

En la tabla 4, se observan los resultados del contenido de grasa y proteína, el # indica la mezcla a la cual se le realizaron los análisis, las cuales se encuentran en la tabla 1 y 2.

Tabla 4. Contenido de grasa y proteína

#	Nivel de reemplazo*			
	35%		50%	
	Grasa	Proteína	Grasa	Proteína
Testigo	13,72d	12a	13,72c	12a
2	13,72d	10,5b	14,36b	10,8d
3	13,72d	10,5b	14,36b	10,8d
4	15,27a	10d	14,43a	10,7c
6	14,68b	10,5b	13,14f	10,9c
7	13,67c	10,4c	11,9g	11b
8	13,81c	10,4c	13,79d	11b
10	12,56f	10,5b	14,16c	10,8d

* En cada columna, valores con letra diferente indican que existen diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Análisis microbiológico.

Luego de analizar los salchichones pasados 8 y 31 días de almacenamiento para determinar la presencia de diferentes microorganismos tales como mesófilos, coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium* sulfito reductoras y *Salmonella sp.*, se encontró que los valores de los mismos no exceden los límites permitidos en la normatividad.

Análisis instrumental de la textura.

En la tabla 5 se presentan los resultados de las variables de respuesta dureza, masticabilidad, firmeza y elasticidad.

Tabla 5. Parámetros estudiados del Análisis perfil de textura (TPA) de salchichones tipo estándar elaborados con diferentes extensores.

Mezcla	Reemplazo del 35%*			
	Dureza	Masticabilidad	Firmeza	Elasticidad
0	4743 ± 70 a	734 ± 152 a	289 ± 30 a	64,9 ± 0,4 a
1	3326 ± 628 b	482 ± 160 ab	241 ± 30 ab	64,4 ± 1,4 a
2	2897 ± 382 b	404 ± 134 b	208 ± 14 b	65,9 ± 1,4 a
3	3245 ± 438 b	377 ± 102 b	237 ± 16 ab	65,2 ± 1,2 a
4	3202 ± 392 b	492 ± 90 ab	257 ± 40 ab	65,5 ± 1 a
5	3447 ± 488 b	441 ± 148 ab	248 ± 36 ab	63,8 ± 2 a
6	3369 ± 564 b	614 ± 154 ab	272 ± 20 ab	64,9 ± 0,4 a
7	3475 ± 634 b	414 ± 178 b	241 ± 56 ab	65,1 ± 1,2 a
8	3264 ± 424 b	455 ± 74 ab	234 ± 46 ab	63,8 ± 1,4 a
9	3073 ± 448 b	417 ± 128 ab	279 ± 22 ab	63,9 ± 1,6 a
10	2980 ± 498 b	410 ± 108 b	239 ± 16,2 ab	65,9 ± 0,6 a
Mezcla	Reemplazo del 50%			
	Dureza	Masticabilidad	Firmeza	Elasticidad
0	4424 ± 630 a	834 ± 342 a	282 ± 50 a	64,3 ± 1,2 a
1	2425 ± 374 b	372 ± 196 b	190 ± 20 b	66,1 ± 1,2 b
2	3018 ± 194 b	371 ± 50 b	224 ± 18 ab	66,8 ± 1,2 ab
3	2381 ± 424 b	371 ± 90 b	224 ± 56 ab	63,7 ± 2,2 ab
4	2859 ± 650 b	302 ± 96 b	246 ± 46 ab	65 ± 1,8 ab
5	2656 ± 184 b	355 ± 112 b	215 ± 11,2 ab	65,3 ± 1 ab
6	2754 ± 408 b	419 ± 138 b	228 ± 30 ab	67 ± 2,2 ab
7	2881 ± 310 b	371 ± 40 b	245 ± 30 ab	66,4 ± 1,8 ab
8	2730 ± 492 b	393 ± 78 b	227 ± 54 ab	66,3 ± 1 ab
9	3095 ± 472 b	407 ± 120 b	240 ± 52 ab	66,4 ± 1,4 ab
10	3013 ± 380 b	362 ± 100 b	223 ± 12 ab	66,3 ± 1,8 ab

*En cada columna, valores con letra diferente indican que existen diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Evaluación Sensorial

En la tabla 6, se pueden observar los resultados obtenidos para cada uno de los descriptores definidos en el análisis sensorial.

Tabla 6. Valores obtenidos para las variables de respuesta en la evaluación sensorial.

	Variables de respuesta					
	Reemplazo 35%*					
	Dureza	Masticabilidad	Cohesividad	Calidad General	Apariencia	Sabor Característico
Test	5,68 ± 0,32 ab	6,01 ± 0,38 a	5,92 ± 0,4 a	6,53 ± 0,44 a	6,98 ± 0,82 a	6,18 ± 0,72 a
1	4,39 ± 0,74 bc	5,37 ± 0,86 ab	5,26 ± 1,06 a	4,43 ± 0,26 bc	5,52 ± 0,4 a	4,85 ± 0,54 b
2	4,47 ± 0,4 bc	5,06 ± 0,54 ab	4,51 ± 0,62 a	4,64 ± 0,36 bc	6,08 ± 0,94 a	5,39 ab ± 0,3 ab
3	4,75 ± 0,38 bc	4,71 ± 0,24 b	4,97 ± 0,18 a	4,77 ± 0,22 bc	5,96 ± 0,42 a	5,72 ± 0,28 ab
4	4,47 ± 0,44 bc	4,58 ± 0,5 b	4,77 ± 0,46 a	3,84 ± 0,72 c	5,79 ± 0,86 a	4,71 ± 0,82 b
5	4,18 ± 0,36 c	4,65 ± 0,38 b	4,61 ± 0,38 a	4,68 ± 0,04 bc	6,02 ± 0,12 a	5,08 ± 0,74 ab
6	5,28 ± 0,58 abc	5,10 ± 0,1 ab	4,95 ± 0,94 a	4,57 ± 0,22 bc	6,35 ± 0,7 a	4,77 ± 0,36 b
7	5,26 ± 0,5 abc	5,02 ± 0,32 ab	5,4 ± 0,2 a	5 ± 0,1 bc	6,55 ± 0,36 a	5,79 ± 0,44 ab
8	6,17 ± 0,5 a	5,40 ± 0,2 ab	5,13 ± 0,52 a	5,32 ± 0,86 ab	6,28 ± 0,38 a	5,68 ± 0,18 ab
9	5,08 ± 0,3 abc	5,02 ± 0,22 ab	4,79 ± 0,38 a	4,72 ± 0,4 bc	6,41 ± 0,62 a	4,87 ± 0,1 b
10	5,22 ± 0,9 abc	5,23 ± 0,54 ab	5,38 ± 0,22 a	4,89 ± 0,58 bc	5,98 ± 0,64 a	5,56 ± 0,58 ab
	Reemplazo 50%					
Test	5,82 ± 0,08 a	5,68 ± 0,34 a	5,09 ± 0,16 a	6,02 ± 0,26 a	5,75 ± 0,44 a	5,88 ± 0,14 a
1	4,09 ± 0,48 b	4,29 ± 0,14 b	4,77 ± 0,1 a	4,35 ± 0,34 b	5,77 ± 0,38 a	4,98 ± 0,54 a
2	4,64 ± 0,16 b	4,85 ± 0,78 ab	4,88 ± 0,76 a	4,57 ± 0,36 b	5,67 ± 0,14 a	4,5 ± 0,76 a
3	4,29 ± 0,44 b	4,42 ± 0,04 b	4,57 ± 0,48 a	4,77 ± 0,78 b	5,7 ± 0,26 a	5,03 ± 0,46 a
4	4,3 ± 0,24 b	4,27 ± 0,38 b	4,05 ± 0,56 a	4,76 ± 0,48 b	5,39 ± 0,26 a	5,14 ± 0,44 a
5	4,68 ± 0,28 b	4,5 ± 0,4 b	4,74 ± 0,62 a	4,91 ± 0,24 ab	5,59 ± 0,28 a	4,95 ± 0,42 a
6	4,9 ± 0,88 ab	4,43 ± 0,7 b	4,76 ± 0,5 a	5,07 ± 0,42 ab	6,08 ± 0,44 a	5,22 ± 0,6 a
7	4,74 ± 0,4 ab	4,47 ± 0,34 b	4,8 ± 0,2 a	4,48 ± 0,54 b	5,61 ± 1,06 a	4,81 ± 0,38 a
8	5,1 ± 0,5 ab	4,83 ± 0,14 ab	4,88 ± 0,52 a	4,92 ± 0,1 ab	5,85 ± 0,46 a	5 ± 0,6 a
9	5,19 ± 0,54 ab	4,97 ± 0,36 ab	5,12 ± 0,64 a	4,95 ± 0,54 ab	5,54 ± 1,52 a	5,1 ± 0,92 a
10	4,93 ± 0,22 ab	4,77 ± 0,14 ab	4,99 ± 0,2 a	4,73 ± 0,4 b	6,05 ± 0,36 a	4,87 ± 0,58 a

* En cada columna, valores con letra diferente indican que existen diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,5$).

A continuación se encuentra el modelo empírico que arrojó diferencias significativas entre los diferentes tipos de reemplazo con un R^2 ajustado de 0,0247.

$$Y = -0,0008932A + 0,0391174B - 0,0002101C + 2,0543644W - 0,0014934AB - 0,0003578BC - 0,0181060AW - 0,0454684BW + 0,0014094ABW$$

Ecuación 1

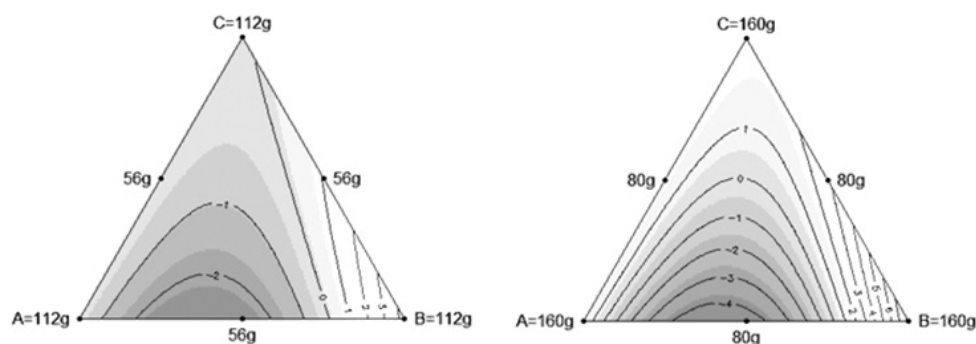


Figura 2. Superficie de respuesta general estimada para reemplazos del 35% (izquierda) y 50% (derecha) sensorial respectivamente.

Tabla 7. Regiones óptimas de la superficie de respuesta.

Evaluación sensorial						
Nivel de reemplazo						
	Modelo General					
	35%			50%		
	Óptimo	Mín.	Max	Óptimo	Mín.	Max
Fibra	0,237	0,040	2,240	0,095	0,004	6,528
Cuero	111,117	100,904	111,440	159,811	148,725	159,811
Carra-genina	0,647	0	10,993	0,095	0,004	11,237

DISCUSIÓN

Es importante resaltar que para ningún reemplazo, el contenido de proteína se encontró por fuera de la norma, también se destaca el cumplimiento con la normatividad respecto a la ausencia de microorganismos patógenos. Se encontró una disminución generalizada para las propiedades texturales de dureza y masticabilidad, al igual que un sabor a grasa marcado y una disminución en el sabor característico.

Contenido de grasa y proteína

Para cuantificar el contenido de proteína y grasa se seleccionaron las formulaciones con un porcentaje de fibra superior al 20% y cantidad de carragenina por debajo del 50%. Todos los salchichones con reemplazo cumplen con el requerimiento de proteína y grasa establecido en la norma NTC 1325, 10% y 28% respectivamente, para productos cárnicos cocidos estándar (13). El comportamiento observado fue que la proteína disminuyó en las formulaciones extendidas, con respecto al testigo, pero nunca por debajo del límite permitido. Lo anterior se debe a que se sustituyó un 35% y 50% de proteína originaria de la pasta de pollo respectivamente, y dos de los extensores, fibra y carragenina, no son de origen proteico. Sin embargo, en el contenido de grasa se observó que las formulaciones 6, 7 y 10 presentaron contenidos de grasa inferiores al testigo, las dos primeras para un reemplazo del 50%, y las dos últimas para un reemplazo del 35% (tabla 1, 2 y 4). Adicionalmente se puede observar que la formulación número 4, la cual representa una formulación de salchichón estándar que contiene un extensor compuesto solo de cuero de cerdo y carragenina, fue la que presentó los contenidos más bajos de proteína y más altos de grasa, para ambos niveles de extensión, este extensor aporta grasa y

colágeno como proteína siendo la relación grasa/proteína mayor. Se conforman un grupo de formulaciones que no presentan diferencias significativas entre sí en sus contenidos de grasa y proteína, entre los cuales no se puede generalizar ningún patrón de comportamiento. Choe *et al.* (28) encontraron resultados similares donde se hacen diferentes reemplazos del contenido de grasa, manteniendo la cantidad de proteína.

Desde el punto de vista del alto contenido de grasa y la baja cantidad de proteína, reflejados en los análisis se puede decir que la formulación número 4 será poco recomendable comparada con las demás (tabla 1, 2 y 4).

Análisis microbiológico

Se puede observar que ninguno de los resultados microbiológicos, superó el límite máximo permitido establecido por la NTC 1325, 100,000 UFC/g para mesófilos, 500 UFC/g para coliformes, <100 UFC/g para *Staphylococcus aureus*, <10 UFC/g para esporas de *Clostridium* sulfito reductor y ausencia/25g para *Salmonella sp* (13). No hubo diferencias significativas, ni cambios que puedan atribuirse a la sustitución de la pasta de pollo por los extensores. Sin embargo, se observó un crecimiento en los mesófilos, esto puede deberse a la naturaleza de estos microorganismos, ya que crecen a temperaturas que rondan los 30 °C, y no necesitan condiciones selectivas ni específicas para crecer, entre ellos se pueden encontrar microorganismos patógenos por lo cual se realizaron las pruebas para los otros microorganismos mencionados. La refrigeración debería inhibir el crecimiento de mesófilos, pero a temperaturas entre 0 y 10 °C pueden crecer microorganismos psicrófilos y psicrotolerantes. Los microorganismos psicrotolerantes pueden crecer entre los 0 °C - 40 °C luego de varias semanas de refrigeración, por lo anterior en la prueba de mesófilos los psicrotolerantes se recuperan con los mesófilos (29, 30). Se percibieron olores desagradables en las muestras después de los 31 días de almacenamiento.

Análisis instrumental de la textura.

Para las variables dureza, masticabilidad y firmeza se observó una disminución estadísticamente significativa con un $p \leq 0,5$ en las formulaciones que tienen el extensor con respecto al testigo, lo anterior sucede para los dos niveles de reemplazo trabajados, caso contrario se presentó para la variable elasticidad. Autores reportan resultados contrarios

realizados en salchichas: (28, 31, 32). La calidad de la textura se afecta cuándo se disminuyen las composiciones de proteína y grasa y se aumenta la cantidad de agua, aunque la fibra, la carragenina y el cuero de cerdo tienen la característica de aumentar la dureza, la masticabilidad y la firmeza, por la característica de los geles que forman (33, 34), es posible que las concentraciones utilizadas no hayan tenido los efectos esperados. Adicionalmente en los estudios realizados, la cantidad de proteína cárnica se ha mantenido constante, variando únicamente el contenido de grasa. En este estudio se quiso evaluar la extensión de la proteína y no de la grasa, por lo que es posible decir que los extensores que no son de origen cárnico funcionan bien para extender la grasa, manteniendo la cantidad de proteína animal constante.

La disminución en la dureza, masticabilidad y firmeza que a su vez tienen una relación directa entre sí, se debe a una variación de las propiedades como: capacidad de retención de agua y capacidad emulsificante de la matriz cárnica con reemplazo, debida a la presencia del extensor y al aumento de agua en la formulación (35-37). Cuando se busca reemplazar parte de las proteínas animales con proteínas vegetales o en su defecto con polisacáridos, existen interacciones químicas que se pierden como la de los fosfatos con la proteína animal. Esta interacción que depende del pH y la carga, es causante de una mayor o menor capacidad de retención de agua, capacidad emulsificante y capacidad de formar geles. La baja cantidad de miosina y pocas interacciones proteína-proteína generan la textura blanda (38). Por ejemplo el cuero de cerdo que en su gran mayoría es colágeno tiene propiedades bajas para emulsificar grasas y buenas para ligar agua si tiene condiciones adecuadas de temperatura, por ende una posible explicación de la interacción entre el cuero y la fibra es que la fibra tiene buena capacidad de estabilizar la grasa evitando la separación de fases, exhibiendo propiedades positivas para la extensión (10), luego se complementa con el cuero de cerdo en el momento de retener agua. Estudios como el de Oliveira *et al.* (39) muestran un aumento en las propiedades texturales en salchichas extendidas con geles provenientes de cuero de cerdo y celulosa amorfa para reemplazar porcentajes de grasa del embutido, con ventajas como la reducción de ácidos grasos insaturados.

Es de esperar que existan interacciones entre los tres extensores, pero estas interacciones no alcanzan

a ser lo suficientemente fuertes para retener el agua de la formulación y emulsificar las grasas. Lo anterior, ya que la fibra y la carragenina son polisacáridos y el cuero de cerdo es en su gran mayoría colágeno y grasa, siendo el colágeno una proteína de origen animal del tejido conectivo, que proporciona otro tipo de propiedades (40,41).

Evaluación Sensorial

Para las 21 formulaciones establecidas en la tabla 1 y 2 del diseño experimental, se evaluaron seis descriptores sensoriales. Se encontró que las variables, cohesividad y apariencia, no presentaron diferencias estadísticamente significativas, con respecto al testigo ni entre ellas (tabla 6). Por el contrario todas las formulaciones, tanto para el reemplazo del 35% y del 50%, mostraron disminuciones estadísticamente significativas para un $p < 0,05$ en la dureza, la masticabilidad, la calidad general y el sabor característico, resaltándose entre ellas la formulación número 4 que presentó la menor calidad general para un reemplazo del 35%. Esta última formulación contiene el extensor que tiene 100% cuero de cerdo. Sin embargo; según el modelo estadístico presentado gráficamente en la figura 2, en la ecuación 1 con sus respectivos óptimos en la tabla 7, muestra que la mejor respuesta sensorial se encuentra cuando se usa un 100% de cuero de cerdo.

Adicionalmente el panel registró texturas blandas y sabores a grasa más marcados, como sensaciones atípicas en todas las formulaciones. Resultados similares reportaron algunos autores, que extendieron sus formulaciones con aceites de origen vegetal, registrando disminuciones en todas las propiedades sensoriales (32). Otras investigaciones trabajaron en reemplazos de grasa en salchichas, por fibra, cuero de cerdo y carragenina, a lo cual no se registraron cambios estadísticamente significativos, lo que llevó a los autores a concluir que estos ingredientes son potenciales extensores de grasa, pero contrastando con la presente investigación no serían potenciales extensores de un extensor con relativo alto porcentaje de proteína de origen animal como lo es la pasta de pollo (28,42).

Contrario a los resultados obtenidos en el presente trabajo, estudios como el de Akweeted *et al.* (43) demuestran que el uso de extensores en rollos de carne con harina de frijol como fuente de proteína, resultaron ser convenientes desde el punto de vista sensorial y de textura, manteniendo las propiedades del testigo, sin embargo a medida

que aumentaron la cantidad de extensor también aumentaron la cantidad de especias para mitigar el cambio de sabor.

Con los resultados de esta investigación podrían recomendarse futuros estudios sobre el comportamiento de un extensor que tenga una cantidad alta de cuero de cerdo, buscando disminuir las cantidades de grasa y conservar las cantidades de proteína. Otro factor importante a estudiar sería la evaluación de la incorporación de diferentes especias que mitiguen la alteración negativa en el sabor característico del salchichón. Adicionalmente es recomendable realizar un estudio nutricional que confirme la disminución en los niveles de ácidos grasos saturados.

CONCLUSIONES

La sustitución de un porcentaje de pasta de pollo en una formulación de salchichón tipo estándar, por un extensor conformado por fibra, cuero de cerdo y carragenina disminuyó considerablemente las propiedades de dureza, masticabilidad y firmeza, y aumentó la elasticidad, situación que se mantuvo para reemplazos del 35% y 50%, sin embargo, cualquiera de las mezclas evaluadas (fibra, cuero y carragenina) como extensores de la pasta de pollo, podrían ser utilizadas con este fin, dado que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los resultados del análisis instrumental de textura. Así mismo a nivel sensorial se observó un decremento en la mayoría de las propiedades evaluadas, aunque se encontró un modelo empírico general que predijo como mejor combinación de ingredientes, 0,23 gramos de fibra, 111,11 gramos de cuero de cerdo y 0,64 gramos de carragenina, dando como resultado que la formulación conformada en mayor proporción por cuero de cerdo fue la que obtuvo resultados más cercanos al óptimo.

Finalmente la sustitución de proteína de origen animal por extensores obtenidos a partir de fibras, otros polisacáridos y proteínas de tejido conectivo en derivados cárnicos, cambia notablemente las propiedades del producto, por ende, se convierte en un reto tecnológico para la investigación y la industria de alimentos, lograr conseguir extensores con capacidad de retención de agua, y capacidad de emulsificar, similares a las proteínas de origen animal.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia (DIME), Sede Medellín y a Tecnas S.A, por la contribución académica y financiera que permitió el desarrollo del proyecto.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no declaran ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

1. Hoek AC, van Bockel MAJS, Voordouw J, Luning PA. Identification of new food alternatives: How do consumers categorize meat and meat substitutes? *Food Qual Prefer*. June 2011; 22(4):371–83.
2. Pérez WAP, Molina DAR, Valencia JUS. Revisión: Uso de Ingredientes no Cárnicos como Reemplazantes de Grasa en Derivados Cárnicos. *Rev Fac Nal Agr Medellín*. 2011; 64(2):6257–64.
3. Conti-Silva AC, Pinto e Silva MEM, Arêas JAG. Sensory acceptability of raw and extruded bovine rumen protein in processed meat products. *Meat Sci*. Agosto 2011; 88(4):652–6.
4. Hoek AC, Luning PA, Weijzen P, Engels W, Kok FJ, de Graaf C. Replacement of meat by meat substitutes. A survey on person- and product-related factors in consumer acceptance. *Appetite*. June 2011; 56(3):662–73.
5. Khan MI, Arshad MS, Anjum FM, Sameen A, Aneeq-ur-Rehman, Gill WT. Meat as a functional food with special reference to probiotic sausages. *Food Res Int*. Diciembre 2011; 44(10):3125–33.
6. Jiménez F, Sánchez FJ, Olmedilla B. Design and development of meat-based functional foods with walnut: Technological, nutritional and health impact. *Food Chem*. Diciembre 2010; 123(4):959–67.
7. Ackroyd A, Sedlis E, McArthur K, Scheiner T, Wekwete B, Ghatak R, . Physical, Textural and Sensory Properties of Chocolate Cup Cakes Prepared Using Prune Purée as a Fat Replacer. *J Am Diet Assoc*. September 2010; 110(9, Supplement):A73.
8. Deng JW, Bhaduri S, Ghatak R, Navder KP. Effect of Chickpea Purée as a Fat Replacer on the Physical, Textural and Sensory Properties of Cheesecake. *J Am Diet Assoc*. September 2011; 111(9, Supplement):A63.
9. Hurtado S, Sager E, Toldrà M, Parés D, Carretero C. Porcine plasma as polyphosphate and caseinate replacer in frankfurters. *Meat Sci*. March 2012; 90(3):624–8.
10. O'Shea N, Arendt EK, Gallagher E. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. *Innov Food Sci Emerg Technol*. October 2012; 16:1–10.
11. Candogan K, Kolsarici N. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. *Meat Sci*. June 2003; 64(2):207–14.
12. John A. Cornell. *A Primer on Experiments with Mixtures*. WILEY; 2011.
13. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Industrias alimentarias. Productos cárnicos procesados no enlatados. No. NTC 1325. Quinta actualización. Bogotá: Icontec; 2008.
14. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Alimento para animales. Determinación del contenido de nitrógeno y cálculo del contenido de proteína cruda. Método kjeldahl. No. NTC 4657. Bogotá: Icontec; 1999.

15. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Alimentos y materias primas. Determinación de los contenidos de grasa y fibra cruda NTC 668 [Internet]. Bogotá: Icontec; 2002 [cited June 1, 2013].
16. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para el recuento de microorganismos. Técnica de recuento de colonias A 30 °C. No. NTC 4519. Primera Actualización. Bogotá: Icontec; 2009.
17. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal. Método horizontal para la detección y enumeración de coliformes técnica del número más probable. No. 4516. Primera Actualización. Bogotá: Icontec; 2009.
18. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de estafilococos coagulasa positiva (*Staphylococcus aureus* y otras especies). No. NTC 4779. Primera Actualización. Bogotá: Icontec; 2007.
19. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de *Clostridium sulfito reductores* e identificación de *Clostridium perfringens* - técnicas de recuento de colonias. No. NTC 4834. Bogotá: Icontec; 2000.
20. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para la detección de *Salmonella* spp. No. NTC 4574. Primera Actualización. Bogotá: Icontec; 2007.
21. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Análisis sensorial. Identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial por una aproximación multidimensional. No. NTC 3932. Bogotá: Icontec; 2002.
22. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Análisis sensorial. Directrices para el uso de escalas de respuesta cuantitativas. No. NTC 5328. Bogotá: Icontec; 2005.
23. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Análisis sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y seguimiento de evaluadores. Parte 1: evaluadores seleccionados. No. GTC 245. Primera edición. Bogotá: Icontec; 2013.
24. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Análisis sensorial. Metodología. Guía general para el establecimiento de un perfil No. GTC 232. Primera edición. Bogotá: Icontec; 2012.
25. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Análisis sensorial. Metodología. Perfil de textura No. NTC 4489. Primera edición. Bogotá: Icontec; 1998.
26. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Análisis sensorial. Metodología. Método para identificar la sensibilidad del gusto. No. NTC 3915. Primera actualización. Bogotá: Icontec; 2012.
27. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y de Certificación (ICONTEC). Análisis sensorial. Metodología. Métodos del perfil del sabor No. NTC 3929. Primera actualización. Bogotá: Icontec; 2009.
28. Choe J-H, Kim H-Y, Lee J-M, Kim Y-J, Kim C-J. Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. *Meat Sci.* April 2013;93(4):849–54.
29. Madigan MT, Martinko JM, Parker J, Fernández EG, Fernández CR, Pérez MS. Brock Biología de los Microorganismos. 10ª edición. España; 2004.
30. Ercolini D, Russo F, Ferrocino I, Villani F. Molecular identification of mesophilic and psychrotrophic bacteria from raw cow's milk. *Food Microbiol.* April 2009;26(2):228–31.
31. Özvural EB, Vural H. Utilization of interesterified oil blends in the production of frankfurters. *Meat Sci.* March 2008;78(3):211–6.
32. Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Pérez-Álvarez JA. Effect of orange dietary fibre, oregano essential oil and packaging conditions on shelf-life of bologna sausages. *Food Control.* April 2010;21(4):436–43.
33. Thrimawithana TR, Young S, Dunstan DE, Alany RG. Texture and rheological characterization of kappa and iota carrageenan in the presence of counter ions. *Carbohydr Polym.* Agosto 2010;82(1):69–77.
34. Jiang G, Huang W, Li L, Wang X, Pang F, Zhang Y. Structure and properties of regenerated cellulose fibers from different technology processes. *Carbohydr Polym.* February 14, 2012;87(3):2012–8.
35. Brenner T, Johannsson R, Nicolai T. Characterization of fish myosin aggregates using static and dynamic light scattering. *Food Hydrocoll.* March 2009;23(2):296–305.
36. Cao Y, Xia T, Zhou G, Xu X. The mechanism of high pressure-induced gels of rabbit myosin. *Innov Food Sci Emerg Technol.* October 2012;16:41–6.
37. Raghavan S, Kristinsson HG. Conformational and rheological changes in catfish myosin during alkali-induced unfolding and refolding. *Food Chem.* March 1, 2008;107(1):385–98.
38. Molina DAR, Mejía CMA, Digiammarco RAR, Campuzano AA. Industria de Carnes. 2001.
39. Miriam de Oliveira Faria a, Tayssa Martins Cipriano a, Adriano Gomes da Cruz b, Bibiana Alves dos Santos c, Marise Aparecida Rodrigues Pollonio c, Paulo Cezar Bastianello Campagnol. Properties of bologna-type sausages with pork back-fat replaced with pork skin and amorphous cellulose *Meat Sci.* February 2015;104:44–51.
40. Messina MC, Di Falco T, Panfili G, Marconi E. Rapid determination of collagen in meat-based foods by microwave hydrolysis of proteins and HPAEC–PAD analysis of 4-hydroxyproline. *Meat Sci.* October 2008;80(2):401–9.
41. Gómez-Guillén MC, Giménez B, López-Caballero ME, Montero MP. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food Hydrocoll.* Diciembre 2011;25(8):1813–27.
42. Sampaio GR, Castellucci CMN, Pinto e Silva MEM, Torres EAFS. Effect of fat replacers on the nutritive value and acceptability of beef frankfurters. *J Food Compos Anal.* June 2004;17(3–4):469–74.
43. W.Y. Akwetey, I.N. Oduro, W.O. Ellis. Whole cowpea (*Vigna unguiculata*) flour (WCPF) as non-conventional extender in meatloaf. *Food BioSci.* November 2013; 5: 42–46.