

Sustitución del almidón en la formulación de mortadela por almidón de clones promisorios (*S. tuberosum* grupo *Phureja*)

LAURA MARCELA ZÁRATE POLANCO¹

NURY ALEJANDRA OTÁLORA SANTAMARÍA²

LAURA RAMÍREZ SUÁREZ³

LENA PRIETO CONTRERAS⁴

MARÍA DEL SOCORRO CERÓN LASSO⁵

JUAN CARLOS POVEDA PISCO⁶

RESUMEN

El almidón de papa aporta buenas características funcionales en la elaboración de productos cárnicos. Por esto, tres almidones nativos de clones promisorios de papa criolla (*S. tuberosum* grupo *Phureja*) suministrados por Corpoica y cosechados en el municipio de Sibaté (departamento de Cundinamarca) fueron evaluados en la elaboración de mortadela estándar. Primero, los almidones de los tres clones se extrajeron y se caracterizaron funcionalmente. Luego se elaboraron tres mortadelas con sustitución total del almidón en la formulación por los almidones nativos, y una mortadela patrón con almidón comercial de papa. A las mortadelas se les aplicaron pruebas fisicoquímicas por triplicado, textura por duplicado y evaluación sensorial por prueba escalar de control. Los almidones extraídos mostraron una temperatura de gelatinización promedio de 70,7 °C, que garantizó una emulsión estable en la operación de escaldado. Las mortadelas con el almidón nativo presentaron valores promedios de proteína (15,22 %), grasa (13,88 %), almidón (4,44 %) y sinéresis (8,83 %), los cuales siguieron la Norma Técnica Colombiana 1325. La prueba de textura arrojó 2,37 kgf de dureza y 71,96

¹ Ingeniera de alimentos, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: lzarate05@unisalle.edu.co

² Ingeniera de alimentos, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: notalora04@unisalle.edu.co

³ Ingeniera de alimentos, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: lramirez09@unisalle.edu.co

⁴ Ingeniera química MSc, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: lprieto@unisalle.edu.co

⁵ Ingeniera agrónoma MSc, Centro Investigación Tibaitata-Corpoica, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: maria3.ceron@gmail.com

⁶ Licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Ciencias Básicas, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: jpoveda@lasalle.edu.co

FECHA DE RECEPCIÓN: 6 DE FEBRERO DE 2013 • FECHA DE APROBACIÓN: 28 DE ABRIL DE 2013

Cómo citar este artículo: Zárate Polanco, L. M.; Otálora Santamaría, N. A.; Ramírez Suárez, L.; Prieto Contreras, L.; Cerón Lasso, M. del S. y Poveda Pisco, J. C. (2013). Sustitución del almidón en la formulación de mortadela por almidón de clones promisorios (*S. tuberosum* grupo *Phureja*). *Épsilon* (20), 41-58.

N/mm de masticabilidad para la mortadela que contenía almidón nativo del clon promisorio 2, la cual mostró una textura similar a la mortadela patrón. Sensorialmente las mortadelas presentaron características organolépticas similares para los panelistas, es decir, el almidón nativo no afectó el sabor, el color y el olor de la mortadela estándar. Estadísticamente los resultados evaluados por un Anova aleatorizado y comparaciones múltiples de Tukey presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) para el contenido de humedad y pH de las mortadelas.

Palabras clave: almidón nativo, papa criolla, clones promisorios, producto cárnico, propiedades funcionales.

*Substitution of Starch in the Elaboration of Bologna for Promising Clones Starch (*S. tuberosum* Phureja group)*

ABSTRACT

Potato starch provides high functional characteristics in the elaboration of meat products. For this reason, three native starches of promising clones of a native Colombian yellow potato (*S. tuberosum* Phureja group) supplied by Corpoica and harvested in the town of Sibaté (Department of Cundinamarca) were evaluated in the elaboration of standard bologna. First, the starches from the three clones were extracted and functionally characterized. Then, three bolognas were produced using a total substitution of the starch in the formula by native starches, and a standard bologna with commercial potato starch. Then, three series of physicochemical tests were performed on the bologna, two series of texture tests and a sensory evaluation control test. The extracted starches showed an average gelatinization temperature of 70.7 °C, which guaranteed a stable emulsion during the scalding process. The bologna with native starches showed average protein (15.22 %), fat (13.88 %), starch (4.44 %) and syneresis (8.83 %) values, which were aligned with Colombian Technical Standard No. 1325. The texture test resulted in 2.37 kgf of hardness and 71.96 N/mm of chewiness for the bologna that contained native starch from promising clone number 2, which showed a similar texture to the standard bologna. At a sensory level, the panelists noticed that the bolognas showed similar organoleptic characteristics, that is, native starch did not affect the flavor, color or smell of the standard bologna. Statistically, the results evaluated by a random ANOVA and multiple Tukey comparisons showed significant differences ($p > 0.05$) for moisture and pH content of the bolognas.

Keywords: Native Starch, Yellow Potato, Promising Clones, Meat Product, Functional Properties.

*Substituição do amido na formulação de mortadela por amido de clones promissórios (*S. tuberosum* grupo Phureja)*

RESUMO

O amido de batata contribui com boas características funcionais na elaboração de produtos da carne. Por isto, três amidos nativos de clones promissórios de batata *criolla* (*S. tuberosum* grupo *Phureja*) fornecidos por Corpoica e colhidos no município de Sibaté (estado de Cundinamarca) foram avaliados na elaboração de mortadela padrão. Primeiro, foram extraídos os amidos dos três clones e caracterizados funcionalmente. Depois foram elaboradas três mortadelas com substituição total do amido na formulação pelos amidos nativos, e uma mortadela padrão com amido comercial de batata. Às mortadelas foram aplicadas provas físico-químicas por triplicado, textura por duplicado e avaliação sensorial por prova escalar de controle. Os amidos extraídos mostraram uma temperatura de gelatinização aproximada de 70,7 °C, que garantiu uma emulsão estável na

operação de escaldado. As mortadelas com o amido nativo apresentaram valores aproximados de proteína (15,22 %), gordura (13,88 %), amido (4,44 %) e sinérese (8,83 %), os quais seguiram a Norma Técnica Colombiana 1325. A prova de textura mostrou 2,37 kgf de dureza e 71,96 N/mm de mastigabilidade para a mortadela que continha amido nativo do clone promissório 2, e que mostrou uma textura similar à da mortadela padrão. Sensorialmente as mortadelas apresentaram características organolépticas similares para os debatedores, ou seja, o amido nativo não afetou o sabor, a cor e o cheiro da mortadela padrão. Estatisticamente os resultados avaliados por um Anova aleatorizado e comparações múltiplos de Tukey apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) para o conteúdo de umidade e pH das mortadelas.

Palavras chave: amido nativo, batata *criolla*, clones promissórios, produtos da carne, propriedades funcionais.

Introducción

La mortadela es un embutido escaldado compuesto principalmente por carne vacuna fresca, carne de cerdo y grasa, junto con otros ingredientes como agua fría y condimentos. Posteriormente recibe un tratamiento térmico para coagular las proteínas, lo cual permite una estructura firme y elástica en el producto terminado con el fin de aportar características de calidad como: aspecto atractivo al corte, carne y grasa no separadas, carne de color rojo vivo, consistencia estable, así como aroma y sabor característicos (FAO, 2006).

Esas características se logran mediante la incorporación de aditivos en el procesamiento puesto que estos ayudan durante el escaldado para que los ingredientes no se separen, el producto se mantenga homogéneo y se aumente su rendimiento. Entre los aditivos utilizados en la industria cárnica el almidón aporta sus propiedades funcionales o características específicas dentro de la matriz cárnica, lo cual favorece la apariencia general del producto sin olores ni sabores desagradables, e incrementa la capacidad de retención de agua, previene pérdidas de humedad a través del tiempo (sinéresis), mejora la textura, la tajabilidad e imparte características ligantes durante el proceso de cocción (Quiroga y López, 2005).

Sin embargo, el uso de este polisacárido en la elaboración de alimentos está limitado por las pocas fuentes o cultivos empleados actualmente para su extracción puesto que la producción de almidón en Colombia y gran parte de Suramérica es baja. Por esto Bou Rached, Rincón y Padilla (2006) han estudiado la extracción de almidón de raíces y de tubérculos mejorados como materias primas no convencionales, entre las cuales se encuentra la papa criolla (*Solanum tuberosum* grupo *Phureja*)

como un tubérculo potencial para la obtención de almidón nativo en Colombia, lo que ha dado origen a diversas investigaciones para su aprovechamiento (Mendoza, 2009; Argüello, 2006).

De acuerdo con los registros de Agronet (2012), el área cosechada promedio en el 2010 fue de 5.153 ha y la producción nacional para el mismo periodo fue de 73.084 t, con un promedio de producción de 14,2 t/ha. Los departamentos de mayor producción son Cundinamarca y Nariño con 33.635 y 12.189 t respectivamente. A pesar del número de hectáreas cultivadas de este tubérculo en el país, actualmente se sigue aprovechando la papa criolla en consumo fresco principalmente por su corto tiempo de vida útil.

Corpoica, por medio del Programa de Mejoramiento de la Papa, ha estado investigando sobre mejoramiento vegetal de la papa criolla y ha desarrollado varios clones promisorios con variadas características agronómicas, fisicoquímicas y de aptitud de procesamiento para tener más alternativas de aprovechamiento y de consumo de la papa criolla (Navas, 2009).

De acuerdo con las características logradas en los clones promisorios, y considerando el desaprovechamiento de la papa criolla como una nueva fuente de almidón para su utilización como aditivo en la industria de alimentos, es importante evaluar la aplicación del almidón nativo extraído de los clones promisorios de papa criolla (*S. tuberosum* grupo *Phureja*) en la elaboración de un producto cárnico escaldado tipo mortadela estándar, con el fin de determinar las características que el nuevo aditivo proporciona a este producto.

Materiales y métodos

Extracción de almidón

A tres clones promisorios de papa criolla (*S. tuberosum* grupo *Phureja*) suministrados por Corpoica, Centro de Investigación Tibaitatá-Mosquera, que fueron cosechados en el municipio de Sibaté (departamento de Cundinamarca), se les extrajo el almidón por el método de Singh y Singh (2001), el cual consistió en las siguientes etapas: lavado y desinfección de los tubérculos por inmersión en una línea de lavado (JJ Industrial®, Bogotá), reducción de tamaño en una procesado-

ra de vegetales (Javar[®], Bogotá), molienda húmeda en una licuadora (Osterizer[®] 4655, USA), filtración y lavado de los sólidos para obtener el almidón, secado al medioambiente del almidón extraído, pulverización del almidón en un pulverizador (IKA Works, Inc.[®] A10S2, China) y tamizado en la malla núm. 100 de la serie ASTM E-11/95. Para cada etapa se halló el peso de los materiales empleados con el fin de calcular el rendimiento de extracción.

Propiedades funcionales

Al almidón extraído de los tres clones promisorios se le determinó: temperatura de gelatinización (TG) por método de Grace (1977), índice de absorción de agua (IAA) según la metodología propuesta por Anderson *et al.* (1969) y porcentaje de sinéresis en refrigeración (PS) con el método de Eliasson y Kim (1992).

Formulación de la mortadela estándar

Para determinar los ingredientes de este producto se estableció la formulación a partir de los parámetros de la Norma Técnica Colombiana NTC 1325 para productos cárnicos procesados no enlatados, y del formulador de la Empresa Tecnas S. A.[®] (Bogotá). Con la formulación (tabla 1) se prepararon tres mortadelas para cada almidón nativo procedente de los tres clones promisorios y una mortadela patrón de comparación con almidón comercial de papa blanca (Agrolechero[®], Bogotá) empleado ampliamente por la industria nacional cárnica.

Tabla 1. Formulación para mortadela estándar

INGREDIENTES	%
Carne de res	52,23
Agua fría	20,18
Grasa de cerdo	14,45
Almidón	4,04
Proteína aislada de soya	4,04
Condimentos y otros aditivos	5,07

Fuente: elaboración propia.

Elaboración de mortadelas

El proceso se llevó a cabo mediante las siguientes operaciones: recibo de la carne de res y grasa de cerdo molidas, cutedo de la carne a 4 °C en un *cutter* (Talsa® MAINCA CM-14-666666-54406, Barranquilla), adición del almidón y demás ingredientes durante el cutedo, embutido de la pasta en tripa artificial fibrosa (FibraCo 1998 S.L.®) con una embutidora (Javar® EMV7, Bogotá), escaldado a una temperatura promedio de 80 °C para que el producto alcance una temperatura interna de 72 °C, choque térmico con agua fría, secado, almacenamiento a una temperatura inferior de 4 °C durante 12 horas y, por último, tajado del producto. Durante la elaboración de cada mortadela se realizaron pesajes en cada etapa mencionada para hallar pérdidas de materiales y rendimientos de producto.

Análisis fisicoquímico y de textura de las mortadelas

Las pruebas fisicoquímicas por triplicado fueron: porcentaje de humedad por método gravimétrico de la Association of Official Agricultural Chemists (AOAC International) 925.10/95, contenido de grasa por el método 948.15/05 de la AOAC International, porcentaje de proteína con la técnica de Kirk (1996) y con el equipo Büchi 426 Digestion Unit®, porcentaje de almidón utilizando el método colorimétrico de Miller (1959), y pH a partir del método 943.02/05 de la AOAC International.

La capacidad de retención de agua se determinó por triplicado con la técnica de Honikel y Hamm (1994) modificada, en la que se cortaron piezas de mortadelas de 10 g y se pesaron inmediatamente. Las muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno con cierre hermético plastificado (Ziploc Johnson®) y almacenadas a 3 °C con una humedad relativa de 65 %, luego las muestras se pesaron cada 24 h durante 5 días hasta que el peso fue constante.

El perfil de textura de cada mortadela se determinó por duplicado en un texturómetro (Lloyd Instruments™ Analyser AMETEK Company®), y junto con el programa Graph Version 4.5.1 issues® y el protocolo propuesto por Mochizuki (2001), se hallaron características de dureza, cohesividad, elasticidad, adhesividad, fragilidad, masticabilidad y gomosidad. Para este perfil de textura se estableció un grosor de la mortadela de 1,2 cm a una velocidad 250 mm/min, una distancia de penetración del 50 % y una fuerza de carga de 1kN con el aditamento de compresión TG34

Vice Grip® para realizar los dos ciclos de compresión-descompresión sucesivos sobre el alimento imitando la acción de la mandíbula.

Evaluación sensorial escalar de control

Esta evaluación se realizó con el fin de determinar si existían diferencias entre las mortadelas elaboradas con los almidones nativos de los tres clones promisorios y la mortadela patrón elaborada con almidón comercial de papa. El análisis se realizó con 50 panelistas no entrenados quienes calificaron las diferencias con una escala definida previamente de 1 a 5 para las características organolépticas de sabor, color, olor y consistencia de las cuatro mortadelas (Hernández, 2005).

Evaluación estadística

La experimentación se organizó en un diseño de bloques incompletos de 4 (mortadelas) \times 16 (pruebas), y los resultados se evaluaron por análisis de varianza (Anova) aleatorizado ($p < 0,05$) y comparaciones múltiples de Tukey con el programa Statistical Analysis System (SAS®) versión 9.1. En cuanto a la evaluación sensorial escalar de control se valoraron sus resultados por estadística descriptiva en el programa Microsoft Office Excel® 2007.

Resultados y análisis

Los tres clones promisorios de papa criolla (*S. tuberosum*, grupo *Phureja*) suministrados por Corpoica tenían un contenido promedio de almidón de 19,41 % (Ramírez, Otálora y Zárate, 2011) los cuales fueron aptos para extraer almidón nativo porque al comparar este valor con el reportado por Loyola, Oyarce y Acuña (2010) para otra variedad de papa (*S. tuberosum* sp. *tuberosum* cv. Desirée), se consideró que un tubérculo con 17,76 % de almidón o más es recomendable para la extracción de almidón nativo.

Almidón extraído

Los rendimientos de extracción del polisacárido de los tubérculos fueron de 15,57 % (Clon 1), 13,54 % (Clon 2) y 14,42 % (Clon 3), los cuales fueron afectados

por las pérdidas presentadas durante las filtraciones, los lavados del almidón, las pulverizaciones después del secado y los tamizados de los almidones.

Estos almidones extraídos se caracterizaron funcionalmente para confrontarlos con las recomendaciones de algunos autores para almidones comerciales dirigidos a la industria cárnica. En la tabla 2 se observan las características halladas para los almidones nativos extraídos y las recomendaciones para estas características.

Tabla 2. Características funcionales de almidones nativos y recomendaciones para almidones comerciales

CARACTERÍSTICAS	ALMIDÓN DEL CLON 1	ALMIDÓN DEL CLON 2	ALMIDÓN DEL CLON 3	RECOMENDACIONES	REFERENCIAS
Temperatura de gelatinización (°C)	74,00	68,50	69,50	68-75	Villegas (2010)
Índice de absorción de agua (kg de gel/kg de muestra)	2,82	4,06	3,51	alto	Carballo <i>et al.</i> (1995)
Sinéresis (%)	12,97	15,68	8,59	bajo	Eliasson (2004)

Carballo, Barreto y Colmenero (1995) mencionan que las propiedades funcionales de los almidones empleados en la elaboración de productos cárnicos influyen en las propiedades de textura del producto final, por lo cual más adelante se relacionan estas características con los resultados de la mortadela estándar elaborada. Así mismo, Villegas (2010) sostiene que una buena retención de agua (IAA) por parte del almidón favorece el rendimiento de los productos obtenidos, y que una alta TG garantiza en el momento del escaldado una emulsión estable; por esta razón esta última característica funcional se ha considerado como la más importante en el momento de seleccionar un almidón para la industria cárnica.

Los almidones nativos de los tres clones promisorios estuvieron en el rango recomendado para la TG (tabla 2) que se requiere en la producción de productos cárnicos; así mismo, el IAA fue alto al compararlo con el almidón de yuca reportado por Flores (2004) con un IAA de 2,7 kg de gel/kg para emplearse como ligante en la industria. Las características funcionales anteriores confirman que los almidones nativos son aptos para las formulaciones de productos cárnicos. El PS del almidón nativo del clon 3 fue el más bajo durante el almacenamiento de refrigeración, es decir, tuvo menos retrogradación con respecto a los otros almidones nativos.

Mortadelas con almidones nativos y con almidón comercial

En la tabla 3 se observa que las mortadelas elaboradas con almidones nativos de los clones promisorios de papa criolla (*S. tuberosum* grupo *Phureja*) presentaron rendimientos más altos que la mortadela patrón elaborada con almidón comercial debido a que el IAA en los almidones nativos fue alto y su TG permitió una mejor unión con las moléculas de agua, puesto que estas dos características funcionales están relacionadas según lo han reportado diversos autores (Villegas, 2010; Tarté, 2009; Carballo *et al.*, 1995).

Adicionalmente, en la tabla 3 se reportan las pérdidas obtenidas durante la elaboración de la mortadela estándar. La operación de embutido para la mortadela patrón presentó más pérdida puesto que la emulsión se adhirió a las paredes internas y a la boquilla del equipo por tener mayor humedad, es decir, el almidón comercial absorbió menos agua que los almidones nativos en las otras mortadelas. Este fenómeno lo reportaron Díaz y Alarcón (2012), y por eso las mortadelas que contenían almidón nativo presentaron emulsión estable con buena retención de agua.

Tabla 3. Pérdidas y rendimientos de las mortadelas elaboradas

OPERACIONES	MORTADELA PATRÓN		MORTADELA 1		MORTADELA 2		MORTADELA 3	
	PÉRDIDAS (%)	RENDIMIENTO (%)	PÉRDIDAS (%)	RENDIMIENTO (%)	PÉRDIDAS (%)	RENDIMIENTO (%)	PÉRDIDAS (%)	RENDIMIENTO (%)
Cuteado	6,16	73,20	3,16	75,29	5,80	75,25	1,72	76,45
Embutido	28,91		24,65		25,08		22,02	
Secado	2,79		2,85		2,60		2,24	
Tajado	4,79		4,41		4,64		5,36	

Las operaciones de cuteado y de tajado presentaron pérdidas de materiales al quedar residuos de estos en las superficies de los equipos empleados. En cuanto a la operación de secado se presentó porcentaje de pérdida por la eliminación del agua libre en la mortadela.

Análisis fisicoquímico de las mortadelas elaboradas

Los resultados promediados de estas características se muestran en la tabla 4 para cada mortadela elaborada, los cuales estuvieron dentro del rango de la Norma Técnica Colombiana NTC 1325.

Tabla 4. Características fisicoquímicas de las mortadelas elaboradas

MORTADELAS	HUMEDAD (%)	GRASA (%)	PROTEÍNA (%)	ALMIDÓN (%)	pH	SINÉRESIS (%)
Patrón	63,74 ± 0,39	9,65 ± 0,34	14,99 ± 0,37	7,32 ± 0,59	6,98 ± 0,01	8,03 ± 1,87
1	63,71 ± 0,21	13,49 ± 0,11	15,70 ± 0,072	3,95 ± 1,77	6,79 ± 0,01	9,79 ± 0,47
2	61,85 ± 0,27	13,99 ± 0,56	15,76 ± 0,55	4,98 ± 2,72	7,22 ± 0,06	7,32 ± 0,15
3	63,29 ± 0,09	14,18 ± 0,09	14,22 ± 0,53	4,39 ± 0,53	6,93 ± 0,06	9,40 ± 0,50

Los contenidos de humedad exigidos por la norma mencionada son máximo de 67 % para productos cárnicos escaldados, y las mortadelas elaboradas presentaron valores inferiores por la capacidad de retención de agua de los almidones incluidos en la formulación (Montañez y Pérez, 2007). Para los porcentajes de grasa y proteína se observó que la mortadela patrón no presentó buena retención de grasa en la emulsión debido a su bajo contenido graso con respecto a las otras mortadelas que contenían almidón de clones promisorios de papa criolla. Esto se presenta cuando el almidón no es capaz de retener agua durante la formación de la emulsión por lo cual la carne y la grasa tienden a separarse (Martínez, 2004).

El contenido de almidón de la mortadela patrón fue mayor debido a que el almidón comercial presentó menor retención de agua y, por tanto, hubo más concentración de almidón presente en el producto cárnico puesto que después de la cocción el almidón formó complejos insolubles que se sedimentaron (Tarté, 2009; Guízar, Montañez y García, 2008). El pH de las mortadelas estuvo entre 6,79 y 7,22 porque en su formulación se emplearon fosfatos y sal durante la elaboración (Ranken, 2000).

Los resultados de la sinéresis mostraron que todas las emulsiones liberaron agua desde su estructura durante los cinco días evaluados, presentando mayor pérdida de agua la mortadela 1 y menor pérdida la mortadela 2 porque tuvo una mejor estabilidad del almidón en la emulsión cárnica, lo que favoreció la disminución

de la pérdida de agua libre (sinéresis) como lo mencionan Guízar *et al.* (2008). Además, al tener menor sinéresis, las características sensoriales del producto, como textura y apariencia, se pueden mantener más tiempo durante el almacenamiento en refrigeración.

Estadísticamente se verificó que el contenido de almidón, grasa y proteína, junto con la sinéresis, no mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) porque todas las muestras tuvieron comportamiento similar en cuanto a estos parámetros, dando como resultado una buena consistencia del gel formado a partir del almidón adicionado a la emulsión.

Estadísticamente se presentaron diferencias en el contenido de humedad y en el pH; por esto, en la prueba de comparación múltiple de Tukey la mortadela patrón se agrupó con las mortadelas 1 y 3 por tener un contenido similar de humedad; en cuanto al pH, las mortadelas 1 y 2 no tuvieron relación con la mortadela patrón y la mortadela 3. Luego, al considerar estas diferencias frente a los criterios de la Norma Técnica Colombiana NTC 1325 se prefirió la mortadela 2 sobre las demás.

Perfil de textura de las mortadelas elaboradas

Los resultados promedio de las características determinadas desde el perfil de textura de cada mortadela se observan en la tabla 5.

Tabla 5. Características de textura de las mortadelas elaboradas

MORTADELAS	DUREZA (KGF)	COHESIVIDAD	ELASTICIDAD (MM)	GOMOSIDAD (N)	MASTICABILIDAD (N/MM)	FRACTURA (N)	ADHESIVIDAD (N/MM)
Patrón	2,75 ± 0,31	0,465 ± 0,02	5,61 ± 0,62	10,59 ± 0,69	55,69 ± 2,31	24,46 ± 2,33	0,35 ± 0,0003
1	4,74 ± 0,28	0,48 ± 0,01	5,49 ± 0,11	20,50 ± 2,22	108,38 ± 4,25	42,08 ± 0,36	0,3 ± 0,01
2	2,37 ± 0,08	0,51 ± 0,01	5,89 ± 0,22	12,25 ± 0,85	71,96 ± 4,39	19,96 ± 1,00	0,2 ± 0,0001
3	4,63 ± 0,02	0,465 ± 0,01	4,45 ± 0,02	20,99 ± 0,28	91,29 ± 1,92	40,77 ± 0,75	0,65 ± 0,022

Las mortadelas 1 y 3 presentaron características similares: mayor dureza, menor elasticidad, mayor gomosidad, mayor masticabilidad, mayor fractura y mayor adhesividad, lo cual se confirmó estadísticamente con la comparación múltiple de Tukey. En cuanto a la mortadela patrón y la mortadela 2, con menores valores en la mayoría de las características de textura, requirieron menor fuerza debido a que

la emulsión presentó fuerzas intermoleculares más débiles en la matriz cárnica después de la cocción (Albarracín, Acosta y Sánchez, 2010).

La figura 1 muestra el perfil de textura de la mortadela 2, pues con las demás se obtuvieron perfiles del mismo comportamiento.

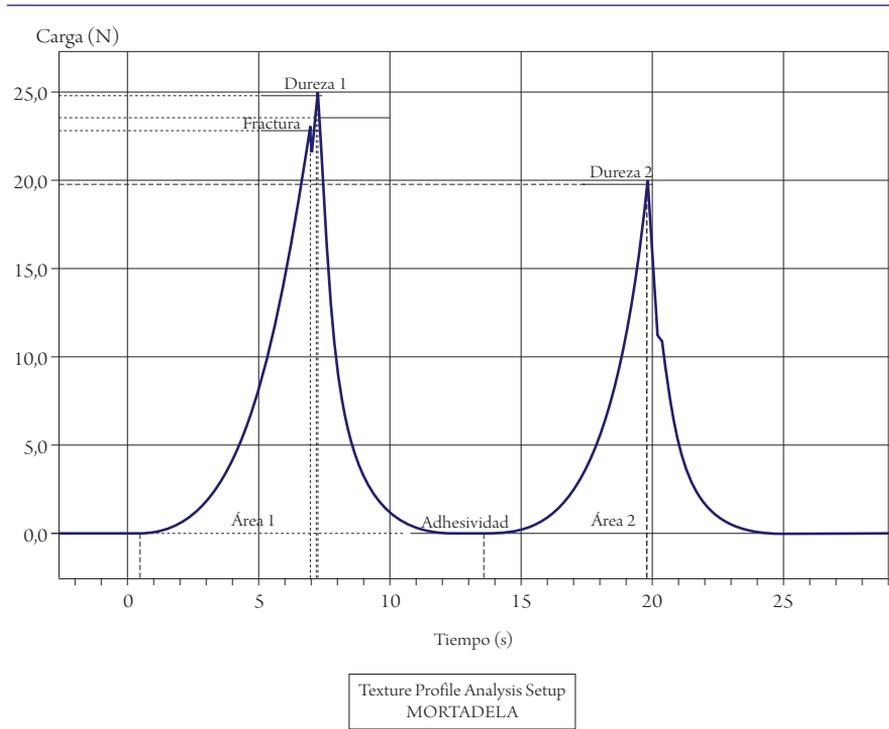


Figura 1. Perfil de textura de la mortadela con almidón nativo del clon promisorio 2

En el caso de la dureza, o dureza 1, un valor bajo es deseable en productos cárnicos porque dicha característica está relacionada con la jugosidad del producto y su rendimiento (Alvarado, 2006), como se observó en la mortadela patrón y en la mortadela 2. No obstante, Muthia *et al.* (2010) y Shand (2000) reportaron valores de dureza de 4,22 kgf para embutidos con almidón de papa, valores similares a las mortadelas 1 y 3 con almidón nativo de clones promisorios de papa criolla.

La cohesividad o cociente entre las áreas 2 y 1 (figura 1) estuvo entre 0,465 y 0,51 mientras que se ha reportado un valor de 0,16 para productos similares (Muthia, Nurul y Noryati, 2010; Shand, 2000), lo cual indicó que en las mortadelas es-

tándar elaboradas tuvieron mayor fuerza los enlaces internos de la red cárnica. Con respecto a la elasticidad, los valores estuvieron menores (4,48 a 5,89 mm) al reportado (14,03 mm) por Muthia *et al.* (2010) y Shand (2000), porque las mortadelas estándar regresaban rápidamente a su condición inicial después de retirar la fuerza deformante.

La gomosidad de 31,5 N y la masticabilidad de 38,7 N/mm mencionadas por Muthia *et al.* (2010) y Shand (2000) con respecto a los datos registrados en la tabla 5 para las mortadelas elaboradas fueron diferentes porque se necesitó menos energía para desintegrar el alimento pero mayor energía para la masticación puesto que las mortadelas elaboradas fueron elásticas y dependieron de las condiciones de escaldado.

La adhesividad fue mayor para la mortadela 3 y menor para la mortadela 2 por lo cual presentó menor fuerza de trabajo necesario para separar la superficie del equipo de la muestra, en el caso de estos productos la alta adhesividad se considera un defecto (Cury *et al.*, 2011) que está relacionado con el porcentaje de grasa en el mismo.

La elasticidad en la mortadela 2 fue mayor y en la mortadela 3 fue menor debido a la proteína presente y a la estabilidad que presentó cada matriz cárnica (Alvarado, 2006) porque esta característica textural representó la capacidad de las mortadelas deformadas para recuperar su forma o longitud inicial después de la fuerza aplicada.

Evaluación sensorial escalar de control

Para la intensidad de color, la consistencia, el olor y el sabor de las cuatro mortadelas evaluadas se estimó que los resultados se encontraban dentro de los límites inferior y superior del análisis estadístico descriptivo; por tanto, los productos presentaron características organolépticas agradables y similares para los panelistas.

A partir de la encuesta realizada se determinó que para la mayoría de los panelistas todos los productos tenían una consistencia similar al patrón y no identificaron diferencias entre las variables evaluadas, mientras que el análisis de textura arrojó que la mortadela 2 tuvo mayor similitud con la mortadela patrón, y las mortadelas 1 y 3 necesitaron mayor fuerza de mordida según la simulación de masticación y deglución realizada con el texturómetro.

El almidón nativo de los clones promisorios de papa criolla proporcionó características deseables a la mortadela estándar, especialmente en cuanto a la dureza, que es importante para la aceptación del producto por parte del consumidor final (Tarté, 2009; Shand, 2000).

Conclusiones

La sustitución del almidón comercial de papa blanca por los almidones nativos de clones promisorios de papa criolla (*S. tuberosum* grupo *Phureja*) en la formulación de la elaboración de mortadela estándar no afectó el sabor, el color, el olor y la consistencia del producto, lo que demuestra que estos almidones nativos son aptos para la industria cárnica porque ofrecen un rendimiento promedio del 75 % de producto final, una buena emulsión cárnica y estabilidad durante la refrigeración de la mortadela.

También tuvieron buena aceptación las mortadelas elaboradas con los almidones nativos por parte de los panelistas que colaboraron en la evaluación sensorial debido a que no afectaron las características organolépticas para este tipo de producto cárnico, confirmando que este nuevo aditivo para la industria ofrece características similares al almidón de papa comercial.

Agradecimientos

A Corpoica Centro de Investigación Tibaitatá-Mosquera que contó con el financiamiento del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y a Laionel Sánchez Triana coordinador de la Planta Piloto de Cárnicos de la Universidad de La Salle.

Referencias

Agronet, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2012). *Estadísticas papa criolla*. Recuperado de: <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/ReportesAjax/VerReporte.aspx>.

- Alarcón, F. y Dufour, D. (1998). *Almidón agrio de yuca en Colombia: producción y recomendaciones*. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. Recuperado de: http://webapp.ciat.cgiar.org/agroempresas/pdf/almidon_agrio_1.pdf.
- Albarracín, W., Acosta, L. y Sánchez, I. (2010). Elaboración de un producto cárnico escaldado utilizando como extensor harina de frijol común (*Phaseolus spp.*). *Redalyc*, 17 (3). Recuperado de: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=169815641004>.
- 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 de Ingeniería Agroindustrial). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Recuperado de: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/231104/296/1/Efecto%20de%20la%20adicion%20de%20los%20derivados.pdf>.
- Anderson, R., Conway, H., Pheiser, V. y Griffin, E. (1969). Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Science Today*, 14, 4-12.
- Argüello, M. (2006). *Extracción y caracterización almidón de papa Criolla* (tesis de especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- Association of Official Analytical Chemists – AOAC (2005). *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists International*. 17th Edition. USA: Editor Horwitz, W.
- Bou Rached, L., Rincón, A. y Padilla, F. (2006). Evaluación de harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida*), variedades blanco y morado. *ALAN*, 56 (4), 375-383. Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222006000400010&script=sci_arttext
- Carballo, J., Barreto, G. y Colmenero, F. (1995). Starch and Egg White Influence on Properties of Bologna Sausage as Related to Fat Content. *Journal of Food Science*, 60, 673-677.
- Cury, K., Martínez, A., Aguas, Y. y Olivero, R. (2011). Caracterización de carne de conejo y producción de salchicha. *Revista Colombiana Ciencia Animal*, 3 (2), 269-282.
- Díaz, H., y Alarcón, N. (2012). *Análisis de las características tecnológicas, fisicoquímicas y sensoriales de un embutido de pasta fina con sustitución de almidón de papa por harina de amaranto (Amaranthus spp)* (tesis de Ingeniería de Alimentos). Universidad de La Salle, Bogotá D.C.
- Eliasson, A., y Kim, H. (1992). Changes in rheological properties of hydroxypropyl potato starch pastes during freeze-thaw treatments. A rheological approach for evaluation of freeze-thaw stability. *Journal of Texture Studies*, 23, 279-295.

- Eliasson, A. (2004). *Starch in Food: Structure, Function and Applications*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Flores, S. (2004). *Obtención de almidón con tamaño de partícula reducido mediante pulverizado mezclado con alta energía* (tesis de maestría en Tecnología avanzada). Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología avanzada. Recuperado de: <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/1316/1/TESIS-SADI1.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2006). *Fichas técnicas productos frescos y procesados* Recuperado de: http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/CARN1.HTM.
- Grace, M. (1977). *Elaboración de la yuca*. Roma: FAO.
- Guízar, A., Montañez, J. y García, I. (2008). Parcial caracterización de nuevos almidones obtenidos del tubérculo de camote del cerro (*Dioscorea spp*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C. México, 9 (1). Recuperado de: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/813/81311226011.pdf>
- Hernández, E. (2005). *Evaluación sensorial. Curso tecnología de cereales y oleaginosas. Guía didáctica*. UNAD. Bogotá D.C. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/54057631/49/PRUEBA-DE-ORDENAMIENTO>
- Honikel, K., y Hamm, R. (1994). Measurement of waterholding capacity and juiciness. In *Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. Advances in Meat Research Series*, 9, 125-161.
- Instituto Colombiano de Normas técnicas y de Certificación (NTC 1325) (1996). *Industrias alimentarias. Productos cárnicos procesados no enlatados*. 4ta revisión. Bogotá: Icontec.
- Kirk, R. (1996). *Composición y análisis de alimentos de Pearson*. México: Compañía Editorial Continental S.A.
- Loyola, L., Oyarce, C. y Acuña, C. (2010). *Evaluación del contenido de almidón en papas (solanum tuberosum, sp. Tuberosum cv. Desirée), producidas en forma orgánica y convencional, en la provincia de Curicó, región Idesia (Arica)*, 28 (2), 41-52. Recuperado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292010000200005&script=sci_arttext.
- Martínez, N. (2004). *Evaluación de 4 niveles de fécula de maíz en la elaboración de salchicha vienesa* (tesis de Ingeniería en Industrias Pecuarias). Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/916/1/27T053.pdf>.

- Mendoza, R. (2009). *Producción de almidón a partir de papa Criolla (Solanum phureja)* (tesis de especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Nacional de Colombia, Programa interfacultades. Bogotá D.C.
- Miller, G. (1959). Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugars. *Analytical Chemistry*, 31 (3), 426-428.
- Montañez, C. y Pérez, I. (2007). *Elaboración y evaluación de una salchicha tipo Frankfurt con sustitución de harina de trigo por harina de quinua desaponificada (Chenopodium quinua)* (tesis de Ingeniería de Alimentos). Facultad de Ingeniería. Universidad de La Salle, Bogotá.
- Mochizuki, Y. (2001). *Current Protocols in Food Analytical Chemistry. Texture Profile Analysis. H2.3.1-H2.3.7*. Recuperado de: <http://www.nshvtvn.org/ebook/molbio/Current%20Protocols/CPFAC/fah0203.pdf>
- Muthia, D., Nurul, H., y Noryati, I. (2010). The effects of tapioca, wheat, sago and potato flours on the physicochemical and sensory properties of duck sausage. *International Food Research Journal*, 17, 877-884.
- Navas, G. (2009). *Evaluación de tres variedades comerciales de papa Criolla en sus características agroindustriales bajo el efecto del N-K en tres municipios del departamento de Antioquia*. Centro de Investigación La Selva. Rionegro, Antioquia. Recuperado de: <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Publicaciones/MEMORIASAGRO-CIENCIA.pdf>
- Ramírez, L., Otálora, N., y Zárate, L. (2011). *Caracterización de almidón nativo extraído de clones promisorios de papa criolla (Solanum phureja) para su aplicación en un derivado cárnico* (tesis de Ingeniería de Alimentos). Facultad de Ingeniería. Universidad de La Salle, Bogotá.
- Quiroga, G. y López, J. (2005). *Industrias cárnicas*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. ICTA. Recuperado de: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2001819/index.html>.
- Ranken, D. (2000). *Manual de industrias de la carne*. Madrid: AMV Ediciones.
- Rodríguez, L. (2009). Criolla latina, criolla paisa y criolla Colombia, nuevos cultivadores de papa criolla para el departamento de Antioquia (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 27 (3), 289-303. Recuperado de: <http://agronomia.unal.edu.co/images/docs/revista/27-3/289.pdf>
- Shand, P. (2000). Textural, Water Holding, and Sensory Properties of Low-fat Pork Bologna with Normal or Waxy Starch Hull-less Barley. *Journal of Food Science*, 65 (1).
- Singh, J., y Singh, N. (2001). Studies on the morphological, thermal and rheological properties of starch separated from some Indian potato cultivars. *Food Chemistry*, 75, 67-77.
- Tarté, R. (2009). *Ingredients in meat products. Properties, functionality and applications*. Springer.

Tecnas. Formulador de derivados cárnicos. Recuperado de: <http://tecnas.com.co/index.php>.

Villegas, C. (2010). *Funcionalidad del almidón de yuca Proyuca en la industria cárnica. Tecnologías cárnicas andina*. Bogotá: Sofex Américas.