

UTILIZACIÓN DE HARINA Y ALMIDÓN NATIVO DE MALANGA EN PRODUCTOS CÁRNICOS

Octavio Venegas-Fornias* y Urselia Hernández-López

Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3½, La Habana, Cuba, C.P. 19200.

E-mail: venegas@iiaa.edu.cu

Recibido: 14-04-2020 / Revisado: 23-04-2020 / Aceptado: 28-04-2020 / Publicado: 05-05-2020

RESUMEN

La malanga es el tubérculo de las especies *Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*. Es rica en almidón y representa una alternativa para obtener su harina y dicho polisacárido, que pueden utilizarse en diversas aplicaciones alimentarias similarmente a las provenientes de otros cereales y tubérculos y particularmente en los productos cárnicos de pasta fina. Se hizo una revisión de la bibliografía relacionada con las propiedades de la harina y del almidón nativo de malanga y con su uso en productos cárnicos. Se encontró que son escasos los trabajos para su utilización en la industria cárnica a pesar del creciente interés en el estudio de sus propiedades, pues ambos productos no se han usado y comercializado como aquellos derivados de otros tubérculos, aunque presentan un buen potencial para añadirles valor agregado empleándolos en el desarrollo de nuevos productos cárnicos o en sustitución de otras harinas y almidones convencionales. No obstante, por sus elevadas temperaturas de gelatinización es recomendable utilizarlos en productos cárnicos que se someten a altas temperaturas de cocción de manera que su gelatinización sea completa, como son las tres-cuartos conservas, las conservas plenas y las tropicales, que todas se tratan por encima de 100 °C y no en productos cárnicos pasteurizados (68 a 72 °C).

Palabras clave: malanga, *Colocasia esculenta*, *Xanthosoma sagittifolium*, harina, almidón nativo, gelatinización.

ABSTRACT

Use of flour and native starch of malanga in meat products

Malanga is the tuber of the *Colocasia esculenta* and *Xanthosoma sagittifolium* species. It is rich in starch and represents an alternative to obtain its flour and said polysaccharide, which can be used in various food applications similarly to those that come from other cereals and tubers, and particularly in meat emulsion products. A review of the literature related to the properties of flour and native starch of malanga and its use in meat products was made. It was found that research jobs on their use in the meat industry are scarce, despite the growing interest in the study of their properties; both products have not been used and marketed as those derived from other tubers, although they have good potential to add value added using them in the development of new meat products or in substitution of other conventional flours and starches. However, due to their high gelatinization temperatures, it is advisable to use them in meat products that are subjected to high cooking temperatures, so that their gelatinization will be complete, such as three-quarters preserves, full preserves and tropical ones, which are all treated above 100 °C, and not in pasteurized meat products (68-72 °C).

Keywords: *Colocasia esculenta*, *Xanthosoma sagittifolium*, taro, cocoyam, flour, native starch, gelatinization.

***Octavio Venegas-Fornias:** Investigador Auxiliar de la Dirección de Carne del IIIA. Lic. en Alimentos (Univ. de La Habana, 1973) y MSc. en Ciencia y Tecnología de Alimentos (Univ. de La Habana, 1998). Investiga temas relacionados con la ciencia y tecnología de la carne y los productos cárnicos.

INTRODUCCIÓN

La malanga es el tubérculo amiláceo comestible de varias plantas tropicales de las especies *Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*, ambas de la

familia Aráceas, siendo la primera originaria de la India y el sureste de Asia y la segunda de la región del Caribe y América Central hasta el norte de Brasil (1). Recibe diferentes nombres comunes que pueden conducir a confusión cuando se consulta la literatura sobre el tema, pues las mismas especies pueden tener diferentes nombres en distintos países e informes. *Taro* es generalmente el nombre usado para los tubérculos de *C. esculenta*, y sus variedades (también *Old cocoyam*); y *Tannia*, *Yautía*, *New cocoyam*, entre otros, para los de *X. sagittifolium* (2). En Cuba se cultivan ambas especies, llamándosele malanga isleña a la *Colocasia* y malanga blanca a la *Xanthosoma*, aunque predomina la blanca preferida por la población que la consume fresca en sopas y otros platos (3). El país se sitúa entre los principales productores mundiales de esta malanga con una cuantía anual de 174 150 t reportada en el 2017 (4).

El tallo subterráneo central de la planta o cormo, se desarrolla verticalmente y del mismo brotan tallos secundarios engrosados llamados cormelos, siendo el almidón el mayor componente de ambos, que puede ascender hasta más del 80 % del total de la materia seca (5, 6). El potencial de este tubérculo amiláceo es grande en regiones tropicales donde no hay condiciones del suelo y del clima propicias para la producción de trigo (7), pues por su riqueza en almidón representa una alternativa atrayente para obtener su harina y su polisacárido, que puede utilizarse en diversas aplicaciones alimentarias (espesante, estabilizante, gelificante), además, proporciona su principal valor nutritivo como una excelente fuente barata de energía dietética en forma de carbohidratos.

Varias harinas y almidones de cereales y tubérculos se usan comúnmente en los productos cárnicos de pasta fina como relleno para reducir los costos y aumentar los rendimientos, para modular características de la textura y mejorar la capacidad de corte de los productos cárnicos, para ligar agua y reducir las pérdidas por cocción, así como agentes de gelificación, y aumento de volumen (hinchamiento) (8, 9). La aplicación de la harina y el almidón de la malanga en la elaboración de productos cárnicos se ha estudiado poco en comparación con los que provienen de otros tubérculos y de cereales, a pesar de que este uso le proporcionaría un valor agregado importante a la fabricación de dicha harina y a la extracción de su almidón. En consecuencia,

este trabajo se propone hacer una revisión de la bibliografía relacionada con el uso de la harina y del almidón nativo de malanga en productos cárnicos.

Harina de malanga

Un buen comportamiento tecnológico de las harinas y almidones como ingredientes en productos alimentarios depende de su composición química, características funcionales y de las cualidades sensoriales que le impartan al producto final (10). La composición de las harinas de malanga varía según la especie, variedad, las condiciones de crecimiento, el tipo de suelo, la humedad y la aplicación de fertilizantes, la madurez en la cosecha y el manejo y almacenamiento post-cosecha.

En las Tablas 1 y 2 se compendia la información sobre la composición de harinas y almidones de malanga (*C. esculenta* y *X. sagittifolium*) reportada en los resultados de diversos trabajos. La mayoría de estos están referidos a la *Colocasia*, que es entre las Aráceas la especie más estudiada y de mayor cantidad mundial de producción.

Se puede observar (Tabla 1) que los carbohidratos (CHO), compuestos mayoritariamente de almidón, constituyen el principal componente de la harina de malanga. El contenido de humedad de las harinas, no más del 12 %, es comparable con el de las harinas comerciales de trigo usadas en la industria alimentaria (< 14 % o < 15,5 %) (11, 12) y está en un orden similar al reportado para otras harinas de tubérculos.

Los valores informados para el contenido de proteína son variables, predominando valores bajos, sobre todo comparado con la harina de trigo, y no sobresalen entre las harinas de otros tubérculos; las variaciones en cierta medida pueden deberse al procedimiento de preparación de la harina o grado de pureza con que se obtenga. El contenido de grasa es muy bajo ($\leq 1,2\%$), el cual está compuesto principalmente por los lípidos de la membrana celular que están en las especies y las variedades de malanga en cantidades versátiles. El contenido de ceniza está entre 1,2 y 5,7 %, comparables con los de otras harinas de tubérculos, pero frecuentemente más altos que los reportados para harinas de cereales (0,6 a 1,7 %) (13). El almidón es el mayor componente de las harinas. El contenido de fibra cruda oscila entre 0,5 y 13,1 %, en varios casos

Tabla 1. Composición y pH de harinas de *Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*

Harina	Humedad %	Proteína (Nx6,25)%	Grasa %	Ceniza %	CHO %	Almidón %	Amilosa %	Amilopectina %	Fibra cruda %	pH	Referencia
<i>C. esculenta</i>	6,9	7,8	0,8	3,2	82,8	----	----	----	5,3	6,5	14
	6,9	5,9	0,9	4,1	80,9	----	----	----	1,2	----	15
	8,1	2,4	0,8	2,5	84,4	----	----	----	0,8	----	16
	7,7	2,0	1,0	1,2	95,7	----	----	----	----	----	17
	8,2-9,6	2,9-4,9	0,3-1,2	1,3-5,5	90,5-95,5	----	14,7-26,0	----	0,4-3,8	----	18
	8,9	5,5	----	----	----	65,4	17,3	48,1	----	----	19
	8,2	6,3	----	----	----	81,0	5,6	94,4	----	----	20
	9,0	4,6 bs	0,4 bs	2,6 bs	83,4 bs	72,2 bs	6,5 bs	93,5 bs	6,3 bs	6,7	21
	----	2,7-5,4	0,3-0,6	3,5-5,7	----	46,9-73,2	22,8-35,7	----	----	----	22
	6,2	8,1	0,4	2,8	85,8	----	----	----	3,1	----	23
	9,4-10,5	4,9-5,1	0,5-0,6	2,5-2,9	78,7-79,0	----	----	----	2,7-3,0	----	24
	11,9	9,8	1,1	5,0	----	63,2	----	----	3,6	----	25
	10,2	12,2	0,5	4,2	72,1	67,4	2,2	65,2	0,8	----	26
	6,3	8,9	1,1	3,5	78,7	78,5	----	----	----	5,2	27
	7,7- 6,0	2,9-3,4	0,1	1,8-2,0	----	----	----	----	----	----	28
	8,6- 10,7	7,9- 11,4	0,8	3,2- 3,5	73,6-78,8	----	----	----	0,5	4,2- 4,5	29
	----	5,7 bs	0,8 bs	4,0 bs	87,9 bs	57,6 bs	----	----	1,6 bs	6,8	30
6,9	5,5	1,2	3,2	72,0	----	----	----	----	5,9	31	
<i>C. esculenta</i>	----	5,1- 8,7	0,4- 0,9	2,0- 5,0	84,6- 91,5	----	----	----	1,1-3,2	----	32
	7,2	5,8 bs	1,2 bs	4,7 bs	----	62,2 bs	----	----	13,1 bs	----	33
<i>X. sagittifolium</i>	11,0	6,4 bs	0,9 bs	4,2 bs	77,5 bs	68,5 bs	18,1 bs	81,9 bs	5,2 bs	6,5	21
	11,6	4,4	0,4	2,2	79,4	----	----	----	2,0	----	34
	12,8	3,5	0,8	1,3	65,8	----	----	----	3,8	----	35
	8,6-8,7	8,1-8,7	0,7-0,8	2,5-3,0	78,5-78,8	----	----	----	0,2-1,0	5,0- 5,8	29
	6,6	9,7 bs	2,4 bs	4,5 bs	75,3 bs	65,0 bs	15,0 bs	85,0 bs	8,1 bs	5,6	36
6,9	7,5 bs	1,1 bs	5,2 bs	----	77,1 bs	----	----	9,9 bs	----	33	

bs: base seca, ----: no información.

superiores al de la harina de trigo. Los valores del pH están en el intervalo de los alimentos de baja acidez (4,5 a 7,0).

Almidón de malanga

El almidón extraído de diversas fuentes siempre está acompañado de otros componentes (grasa, fibra, proteína y ceniza) dependiendo de varios factores como el procedimiento de extracción, época de cosecha, condiciones ambientales, etc., algunos pueden impartirle cualidades deseables mientras otros afectan la calidad (37). Su grado de pureza está relacionado con su composición química y generalmente los almidones puros tienen bajos contenidos de grasa, fibra, proteína y ceniza (38).

En la Tabla 2 se observa que los almidones de malanga presentan un contenido de humedad entre 8,4 y 14,5 %, intervalo aceptable (< 15 %) para utilizarlos en la elaboración de productos alimentarios. La mayoría de los

almidones comerciales tienen una humedad entre 10 y 20 % bajo condiciones atmosféricas normales (39). Las proteínas y las grasas residuales se consideran contaminantes que tienen efectos desfavorables en el almidón: formación de espuma y sabores rancios o harinosos; para el almidón de malanga se reportan bajos valores de proteína ($\leq 1,5$ %), grasa ($\leq 0,5$ %), ceniza ($\leq 0,2$ %) y fibra cruda ($\leq 0,9$ %). En general, para los almidones comerciales las principales impurezas son las grasas, proteínas y cenizas, presentes a niveles de hasta 1,0 %, 0,5 % y menos de 0,2 %, respectivamente (40).

Aparte de las variaciones de la composición (proteína, ceniza y grasa) debidas a las diferencias entre especies y variedades de malanga, diferencias grandes pueden atribuirse al uso de procesos inadecuados de purificación del almidón durante su obtención.

Tabla 2. Composición y pH de almidones de *Colocasia esculenta*, *Xanthosoma sagittifolium* y otras fuentes

Almidón	Humedad %	Proteína (Nx6,25) %	Grasa %	Ceniza %	Total de almidón %	Amilosa %	Amilopectina %	Fibra cruda %	pH	Referencia
<i>C. esculenta</i>	14,5	1,5	0,4	0,3	-----	20,5	-----	0,6	-----	41
	10,5	1,5 bs	0,4 bs	0,1 bs	-----	19,4 bs	-----	0,4 bs	-----	42
	10,9	0,4	0,2	0,2	-----	4,3	-----	-----	-----	43
	11,8	0,4	-----	0,1	-----	33,3	-----	-----	6,8	44
	11,4	2,4 bs	1,2 bs	0,4 bs	74,6 bs	-----	-----	1,2 bs	-----	45
	14,0	0,5 bs	0,3 bs	0,3 bs	-----	30,6 bs	-----	-----	-----	46
	11,5	0,4 bs	-----	0,3 bs	99,7 bs	8,4	91,5	-----	-----	47
	-----	0,09-0,15	0,2-0,5	-----	-----	19,2-24,3	-----	-----	-----	48
	9,0	1,3	-----	-----	88,7	14,4	85,6	-----	-----	20
	10,4-13,2	0,4-0,8	0,1- 0,16	0,13-0,16	86,0-90,9	10,6 –	-----	-----	5,2-7,0	49
	7,7	4,3 bs	-----	-----	84,6 bs	8,3 bs	-----	-----	-----	33
	<i>X. sagittifolium</i>	12,6	0,1	0,1	0,2	-----	22,6	77,4	-----	6,5
5,4		3,9 bs	-----	-----	83,7 bs	11,3 bs	-----	-----	-----	33
8,4		0,2	0,1	2,5	-----	22,7	-----	0,9	-----	51
13,4		0,6 bs	0,1 bs	0,2 bs	-----	35,3 bs	-----	-----	-----	46
<i>X. yucatanensis</i>	9,0	0,2	0,2	0,1	-----	23,6	76,4	0,4	-----	52
Maíz	9,9	0,1	0,4	0,06	-----	28,3	71,7	0,6	-----	52
	11,3	0,7	0,1	0,1	94,7	20,2	-----	-----	6,0	47
Yuca	12,4 –	3,5-3,9	0,9-1,4	0,3-1,4	85,1-92,1	13,3-23,7	-----	-----	4,9 –	47
	13,0	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	5,7	-----
	14,6	0,5	-----	0,3	-----	29,3	-----	-----	6,6	42
	13,6	-----	0,04 bs	0,1 bs	-----	16,9 bs	-----	0,3 bs	-----	44
Trigo	9,5	0,1	0,2	0,3	-----	17,0	83,0	1,0	-----	52
	10,4	0,4	0,7	0,4	-----	27,7	-----	-----	4,4	50

bs: base seca

-----: no información

El almidón es un homo-polisacárido compuesto por unidades de glucosa, agrupadas en dos tipos de moléculas: amilosa, que es una cadena lineal con aproximadamente 500 a 2000 unidades de glucosa, y amilopectina, que es altamente ramificada y con más de un millón de unidades de glucosa, las cuales constituyen aproximadamente el 98 a 99 % del peso seco del almidón (53) y en dependencia de su origen botánico, el almidón contiene de 15 a 25 % de amilosa y de 85 a 75 % de amilopectina (54).

En la Tabla 2 se observa que el almidón de malanga presenta contenidos de amilosa entre 4,3 % y 33,3 % y de amilopectina entre 71,7 % y 91,7 %, que determinan amplios intervalos de valores para ambos compuestos.

Las propiedades fisicoquímicas del almidón están influenciadas por las proporciones de amilosa y amilopectina en sus gránulos, las cuales son determinantes para el poder de hinchamiento (*swelling*), la solubilidad y la formación de pasta, afecta tanto a la gelatinización como a la retrogradación de los almidones de varias fuentes botánicas (55). Cuando los gránulos

de almidón nativo que son relativamente inertes se calientan en un medio acuoso, generalmente por encima de 60 °C, sufren el proceso denominado gelatinización que es una alteración irreversible del orden molecular dentro de ellos, se hidratan y la amilosa se disuelve y se difunde fuera de los gránulos hinchados, los que al enfriarse generan una fase homogénea de gel de amilosa–amilopectina, produciendo una pasta viscosa, que es deseable para muchas aplicaciones alimentarias donde los almidones procesados se usan como espesantes o aglutinantes (54).

No todos los gránulos de un determinado almidón comienzan a gelatinizar a una misma temperatura exacta, es un proceso que ocurre en un intervalo estrecho de temperaturas característico según su origen botánico (papa de 56 a 66 °C, trigo de 52 a 63 °C, maíz de 62 a 72 °C y arroz de 66 a 77 °C) (56), se produce generalmente en un intervalo de valores de 6 a 20 °C (Tabla 4). Así, los almidones nativos forman una pasta de alta viscosidad que espesa a los productos donde se añade y aumenta la cohesión de su estructura. Este proceso se define con los parámetros principales: temperatura

inicial (T_0) a la cual los gránulos comienzan a hincharse, temperatura pico (T_p) donde se registran los valores más altos de absorción de calor, temperatura final o terminal del proceso (T_c), y un valor del cambio de entalpía de gelatinización (ΔH , es la energía absorbida en el proceso).

Valores de los parámetros de gelatinización reportados para la harina de malanga (Tabla 3):

T_0 entre 68 y 85 °C, T_p entre 72 y 90 °C, T_c entre 80 y 103 °C, $T_c - T_0$: entre 6 y 18 °C, ΔH desde 1,0 a 15,0 J/g.

Valores de los parámetros de gelatinización reportados para el almidón de malanga (Tabla 4):

T_0 entre 66 y 79 °C, T_p entre 69 y 86 °C, T_c entre 80 y 97 °C, $T_c - T_0$: entre 6 y 20 °C, H desde 3,6 a 24,4 J/g.

La harina tiene temperaturas de gelatinización más altas que el almidón debido a sus componentes como proteínas, lípidos, grasa y minerales, pues, aunque el almidón también presenta estos componentes, se encuentran en muy pocas cantidades. También la diferencia puede atribuirse a la presencia en la harina de mucílago, que contiene polisacáridos complejos que pueden competir con el almidón por la humedad y esto producir una elevación de la temperatura de gelatinización del almidón en la harina (46). Generalmente unos altos valores de temperatura de gelatinización significan que más energía es necesaria para que ocurra esta transformación en los almidones.

Uso de harina y almidón nativo de malanga en productos cárnicos

Hay pocos trabajos reportados sobre la utilización de la harina y el almidón nativo de malanga en productos cárnicos. El efecto de la sustitución de harina de trigo

Tabla 3. Parámetros de gelatinización de la harina de malanga

Harina	Temperaturas de gelatinización (°C)				ΔH (J/g)	Referencia
	T_0	T_p	T_c	$T_c - T_0$		
<i>C. esculenta</i>	72,3-79,0	77,3 – 83,5	85,6 – 92,4	13,2 – 13,8	11,6 – 12,2	48
	74,3	79,8	87,1	12,8	7,0	20
	55,2 - 65,5	59,0 – 69,8	61,2 – 73,3	6,0 -7,8	8,4 – 15,0	18
	79,5	85,5	94,3	14,8	2,7	57
<i>X.</i>	85,2	90,3	103,3	18,1	2,3	57
<i>sagittifolium</i>	81,8	85,0	89,6	7,8	5,0	34
	68,1-77,2	72,4-81,5	77,2-84,5	7,3-9,1	1,0-1,2	28

T_0 : temperatura inicial, T_p : temperatura pico, T_c : temperatura terminal, $T_c - T_0$: intervalo de temperaturas de gelatinización, ΔH : Cambio de entalpía.

Tabla 4. Parámetros de gelatinización del almidón de malanga y otros almidones

Almidón	Temperaturas de gelatinización (°C)				ΔH (J/g)	Referencia	
	T_0	T_p	T_c	$T_c - T_0$			
<i>C. esculenta</i>	69,1 – 74,0	73,6 -79,0	83,0 –	13,9-	13,6 –	48	
			93,1	19,1	15,5		
		69,7	75,4	80,2	10,5	7,6	19
		71,0	78,5	84,7	13,7	6,3	20
	48,1 - 64,4	54,4 -	57,9 -	9,8-5,9	11,0 -	18	
		74,5	70,3		16,9		
		71,8	81,8	87,4	9,6	3,6	58
		76,3	80,3	88,3	12,0	3,9	45
		73,0	76,0	80,2	7,3	17,2	42

Tabla 4 (cont.)

Almidón	Temperaturas de gelatinización (°C)				Δ H (J/g)	Referencia
	T _o	T _p	T _c	T _c - T _o		
<i>C. esculenta</i>						
						59
Var. Dog Hoof						
Verano	69,2	79,2	88,4	19,2	17,0	
Invierno	78,7	81,9	87,3	8,6	18,2	
Primavera	77,3	80,9	88,5	11,2	17,2	
Var. Mein						
Verano	69,3	74,3	87,2	17,8	16,9	
Invierno	75,4	81,7	88,0	12,6	17,7	
Primavera	75,5	82,6	88,4	12,9	17,5	
Var. KS01						
Verano	64,5	75,6	82,8	18,3	15,8	
Invierno	75,4	79,2	85,4	10,0	17,8	
Primavera	73,3	79,8	85,4	12,1	16,4	
<i>C. esculenta</i>	61,8-75,6	69,4-78,7	78,6-83,7	8,0-16,8	8,2-14,7	49
	78,4	82,3	90,1	7,8	13,5	39
	79,2-79,4	83,0-85,8	89,2-97,0	9,7-17,5	20,4-24,4	60
	75,5	81,4	86,1	10,6	12,6	61
	77,2	83,2	89,7	12,5	-----	44
	80,0	84,8	90,0	10,0	7,7	33
<i>X. sagittifolium</i>						
						62
Var. KCX01						
Verano	68,1	76,0	88,7	20,6	16,1	
Invierno	76,1	81,5	88,0	11,9	17,8	
Primavera	68,3	68,3	88,7	20,4	16,5	
Var. KCX02						
Verano	68,7	73,8	86,6	17,9	16,3	
Invierno	77,1	81,3	87,3	10,2	18,1	
Primavera	75,6	82,8	88,4	12,9	16,8	
<i>X. yucatanensis</i>	72,5	78,4	84,0	11,5	14,9	50
<i>X. sagittifolium</i>	77,2	79,8	84,2	7,1	4,1	49
	66,0	69,9	81,8	15,8	12,9	63
	74,0	78,0	87,0	13,0	4,0	64
	74,2	79,4	86,7	12,5	18,8	65
	78,0	82,6	93,8	15,8	-----	44
	78,0	83,1	90,8	12,8	8,6	33
Maíz	66,2	70,9	76,9	10,7	12,8	47
Yuca	58,2-62,1	65,4-68,6	76,2-77,5	14,1-	13,1-15,1	
	60,1	66,2	72,7	12,6	14,4	42
	65,2	72,0	85,2	20,2	-----	44
Arroz	66,0-67,3	69,7-71,9	74,1-78,1	8,1-10,8	8,2-10,9	66
Papa	64,6	68,7	71,0	6,4	8,3	61
	59,7-66,2	62,9-69,6	67,3-75,4	7,6-9,2	12,6-17,9	67-68
	66,0	69,0	80,0	14,0	4,6	64

To: temperatura inicial, Tp: temperatura pico, Tc: temperatura terminal, Tc- To: intervalo de temperaturas de gelatinización, ΔH: Cambio de entalpía.

por almidón de malanga (*C. esculenta*.) sobre las pérdidas por cocción y aceptabilidad de una salchicha *Frankfurt* fue evaluado, se sustituyó la harina de trigo (50, 75 y 100 %) por almidón de malanga y un control (69). En todos los tratamientos con almidón, las salchichas presentaron menores pérdidas por cocción que la salchicha control y una buena aceptabilidad similar al control. Se concluyó que es posible reemplazar la harina de trigo utilizada como sustancia de relleno por almidón de malanga sin afectar la calidad del producto. En otro estudio (70), se elaboró una salchicha *Frankfurt* con la utilización de 2, 4 y 6 % de harina de *C. esculenta* frente a un control con fécula de papa, se obtuvo un producto con buenas cualidades organolépticas y microbiológicas, comparable con el control, que cumplió con la normativa ecuatoriana y tuvo una buena rentabilidad económica. El empleo de la harina de malanga en un embutido tipo mortadela fue evaluado con una sustitución parcial de la harina de trigo con harina de malanga: hasta 6 % en la fórmula del producto, para un total de adición de harinas de 10 %, obteniendo resultados satisfactorios (35). La capacidad de la harina de *Colocasia* para reemplazar la carne (5; 7,5 y 10 %) en bloques de carne de pollo reestructurada también fue estudiada (71). La incorporación de 7,5 % de harina fue la de mejores atributos sensoriales y microbiológicos. Se demostró que la adición de esta harina en fórmulas de carne de pollo reestructurada mejoraría la calidad funcional, nutricional y sensorial del producto, así como su aceptabilidad, lo que resultó económicamente viable.

Las harinas amiláceas (75 a 80 % de almidón) se usan en los productos cárnicos para retener agua, enlazar las partículas cárnicas e impartir texturas deseadas en los productos, funciones determinadas principalmente por el almidón. Los almidones pasan por diferentes transformaciones estructurales cuando se añaden a los productos cárnicos y se someten a un tratamiento térmico (72).

REFERENCIAS

1. Montaldo A. Historia y distribución geográfica. En: Montaldo A, Ed. Las Aráceas comestibles: ocumo y taro. Caracas: OPSU Oficina de Planificación del Sector Universitario; 2004. pp. 15-33.
2. Pérez E. Raíces y tubérculos. En: León A, Rosell C, Eds. De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. Argentina: Córdoba, 2007. pp. 363-401.
3. MINAG. Instructivo técnico del cultivo de la malanga en Cuba. La Habana: Dirección de Agricultura del MINAG; 2018.
4. FAOSTAT. Statistics Division of Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>. Acceso 15 junio 2017.

Deben ligar agua que liberan las proteínas cárnicas cuando se desnaturalizan, así como agua libre proveniente de la salmuera, y también tienen un gran impacto sobre la textura del producto. En general, su retención del agua en un producto cárnico está basada en el proceso de gelatinización que sufren al ser calentados, por lo que se considera que el criterio más importante para utilizar un almidón en los productos cárnicos es su temperatura de gelatinización, que debe corresponderse con las temperaturas que alcance el producto durante la cocción y ser cercana a la temperatura con la cual las proteínas de la carne se desnaturalizan y liberan agua, de manera que el almidón la retenga usándola para hincharse (8).

CONCLUSIONES

Son escasos los trabajos para la utilización en la industria cárnica de la harina y el almidón nativo de malanga a pesar del creciente interés en el estudio de sus propiedades, pues ambos productos no se han usado y comercializado como aquellos derivados de otros tubérculos. Presentan un buen potencial para añadirles valor agregado empleándolos en el desarrollo de nuevos productos cárnicos o en sustitución de otras harinas y almidones convencionales. Sin embargo, por sus elevadas temperaturas de gelatinización es recomendable utilizar la harina y el almidón nativo de malanga en productos cárnicos que se someten a altas temperaturas de cocción de manera que su gelatinización sea completa, como son las tres-cuartos conservas, las conservas plenas y las tropicales, que todas se tratan por encima de 100 °C, y no en productos cárnicos pasteurizados (68 a 72 °C).

5. Agama-Acevedo E, García-Suárez F, Gutiérrez-Meraz F, Bello-Pérez I. Isolation and partial characterization of Mexican taro (*C. esculenta* L.) starch. 2011; *Starke* 63(3):139-46.
6. Lebot V, Champagne A, Malapa R, Shiley D. NIR determination of major constituents in tropical root and tuber crop flours. *J Agric Food Chem* 2009; 57:10539-47.
7. Ojinnaka M, Akobundu E, Iwe M. Cocoyam starch modification effects of functional sensory and cookies qualities. *Pak J Nutr* 2009; 8(5):556-67.
8. Joly G, Anderstein B. Starches. En: Tarté R, Ed. *Ingredients in Meat Products*. New York: Springer Science + Business Media; 2009. pp. 25-55.
9. Pietrasik Z. Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and colour of comminuted scalded sausages. *Meat Sci* 1999; 51(1):17-25.
10. Kaur M, Singh N. Relationships between various functional, thermal and pasting properties of flours from different Indian Black gram (*Phaseolus mungo* L.) cultivars. *J Sci Food Agric* 2007; 87:974-84.
11. NC 877. Harina de trigo — Especificaciones. Cuba; 2012.
12. Codex Stan 152-1985. Norma para la harina de trigo; 2016.
13. Yang H, Ali S, Jeong J, Moon S, Hwang Y, Park G, Joo S. Properties of duck meat sausages supplemented with cereal flours. *Poultry Sci* 2009; 88:1452-8.
14. James E, Peter I, Charles N, Joel N. Chemical composition and effect of processing and flour particle size on physicochemical and organoleptic properties of cocoyam (*C. esculenta* var. *esculenta*) flour. *NIFOJ* 2013; 31(2):113-22.
15. Simplicé A, Yadé R, Bony P, Ahipo E, Kouamé, L. Biochemical characteristics of flours from ivoirien taro (*C. esculenta* cv *Yatan*) corm as affected by boiling time. *Adv J Food Sci Technol* 2008; 3(6):424-35.
16. Simplicé A, Yadé R, Fernandé E, Ahipo Dué E, Patrice L. Effect of boiling time on chemical composition and physico-functional properties of flours from taro (*C. esculenta* cv *Fouê*) corm grown in Côte d'Ivoire. *J Food Sci Technol* 2014; 51(5):855-64.
17. Kaur M, Kaushal P, Singh K. Studies on physicochemical and pasting properties of Taro (*C. esculenta* L. Schott) flour in comparison with a cereal, tuber and legume flour. *J Food Sci Technol*. 2013; 50(1):94-100.
18. Aboubakar, Njintang YN, Scher J, Mbofung CMF. Physicochemical, thermal properties and microstructure of six varieties of taro (*C. esculenta* L. Schott) flours and starches. *J Food Eng* 2008; 86(2):294-305.
19. Aprianita A, Vasiljevic T, Bannikova A, Kasapis S. Physicochemical properties of flours and starches derived from traditional Indonesian tubers and roots. *J Food Sci Technology-Mysore* 2014; 51(12):3669-79.
20. Aprianita A, Purwandari U, Watson B, Vasiljevic T. Physico-chemical properties of flours and starches from selected commercial tubers available in Australia. *Food Res Int* 2008; 16(4):507-20.
21. Palomino C, Molina Y, Pérez E. Atributos físicos y composición química de harinas y almidones de los tubérculos de *C. esculenta* (L.) Schott y *X. sagittifolium* (L.) Schott. *Rev Fac Agron (UCV)* 2010; 36 (2):58-66.
22. Njintang Y, Mbofung C, Moates G, Parker M, Craig F, Smith A, Waldron W. Functional properties of five varieties of taro flour, and relationship to creep recovery and sensory characteristics of achu (taro based paste). *J Food Eng* 2007; 82 114-20.
23. Alcantara R, Hurtada W, Dizon I. The Nutritional Value and phytochemical components of taro [*C. esculenta* (L.) Schott] powder and its selected processed foods. *J Nutr Food Sci* 2013; 3:207-12.
24. Ogunlakin G, Oke M, Babarinde G, Olatunbosun D. Effect of drying methods on proximate composition and physicochemical properties of cocoyam flour. *Am J Food Technol* 2012; 7(4):245-50.
25. Ventura I, Growoski P. Obtención y caracterización de harina de *C. esculenta* (L. Schott). B. CEPPA Curitiba 1994; 12(1):25-32.
26. Kaushal P, Kumar V, Sharma H. Comparative study of physicochemical, functional, anti-nutritional and pasting properties of taro (*C. esculenta*), rice (*Oryza sativa*) flour, pigeon pea (*Cajanus cajan*) flour and their blends. *LWT - Food Sci Technol* 2012; 48:59-68.
27. Oladeji BS, Akanbi CT, Gbadamosi SO. Comparative studies of physico-chemical properties of yam (*Discorea rotundata*), cocoyam (*Collocasia taro*), breadfruit (*Artocarpus artilis*) and plantain (*Musa parasidiaca*) instant flours. *Afr J Food Sci* 2013; 7(8):210-15.
28. Ganongo-Po FB, Matos L, Kimbonguila A, Ndangui CB, Nzikou JM, Scher J. Sieving effect on the physicochemical and functional properties of taro (*C. esculenta*) flour. *Adv J Food Sci Technol* 2018; 14(2):42-9.
29. Owuamanam CI, Ihediohanma NC, Nwanekezi EC. Sorption isotherm, particle size, chemical and physical properties of cocoyam corm flours. *Researcher* 2010; 2(8):11-9.
30. Rodríguez J, Rivadeneyra J, Ramírez E, Juárez J, Herrera E, Navarro R, Hernández B. Caracterización fisicoquímica, funcional y contenido fenólico de harina de malanga (*C. esculenta*) cultivada en la región de Tuxtepec, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar* 2011; 15(43):37-47.

31. Madrigal-Ambriz L, Hernández-Madrigal J, Carranco-Jáuregui M, Calvo-Carrillo M, Casas-Rosado R. Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de «Malanga» (*C. esculenta* L. Schott) de Actopan, Veracruz, México. Arch Latinoam Nutr 2018; 68(2):23-7.
32. Jirarat Tattiyakul J, Asavasaksakul S, Pradipasena P. Chemical and physical properties of flour extracted from taro (*C. esculenta* (L.) Schott) grown in different regions of Thailand. Sci Asia 2006; 32:279-84.
33. Hoyos-Leyva JD, Bello-Pérez LA, Yee-Madeira H, Rodríguez-García ME, Aguirre-Cruz A. Characterization of the flour and starch of aroid cultivars grown in Mexico. Starch – Stärke 2017; 69(9-10):43-7.
34. Dizon R, Garana R, Mabesa L. Evaluation of physico-chemical properties of cocoyam (*Xanthosoma*) flour. Ann Trop Res 1986; 8(3):123-30.
35. Batista Y. Empleo de la harina de malanga en un embutido tipo mortadela (tesis de licenciatura). La Habana: Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana; 2016.
36. Coronell-Tovar D, Chávez-Jáuregui R, Bosques-Vega A y López-Moreno M. Characterization of cocoyam (*Xanthosoma spp.*) corn flour from the Nazareno cultivar. Food Sci Technol 2019; 39(2):349-57.
37. Moorthy SN. Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches: a review. Starch-Stärke 2002; 54(12):559-92.
38. Peroni FHG, Rocha TS, Franco CML. Some structural and physicochemical characteristics of tuber and root starches. Food Sci Tech Int 2006; 12(6):505-13.
39. Swinkels JM. physicochemical and functional properties of tropical tuber starches: a review. Starch/Stärke 1985; 37(1):1-5.
40. Blenford D. Controlling functionality with food starches. Food Ingr Process Int 1993; 11:13-16.
41. Torres-Rapelo A, Montero-Castillo P, Duran-Lengua M. Propiedades físicoquímicas, morfológicas y funcionales del almidón de malanga (*C. esculenta*). Rev Lasallista Inv 2013; 10(2):52-61.
42. Andrade LA, Barbosa NA, Pereira J. Extraction and properties of starches from the non traditional vegetables Yam and Taro. Polímeros 2017; 27(2):151-57.
43. Sukhija S, Singh S, Riar CS. Isolation of starches from different tubers and study of their physicochemical, thermal, rheological and morphological characteristics. Starch/Stärke 2016; 68(1-2):160-8.
44. Nwokocha LM, Aviara NA, Senan C, Williams PA. A comparative study of some properties of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) and cocoyam (*C. esculenta*, Linn) starches. Carbohydr Polym 2009; 76:362-7.
45. Costa Almeida E, Singh Bora P, Heredia Zárate NA. Amido nativo e modificado de taro (*C. esculenta* L. Schott): caracterização química, morfológica e propriedades de pasta. B. CEPPA, Curitiba 2013; 31(1):67-82.
46. Pérez E, Schultz FS, Pacheco de Delahaye E. Characterization of some properties of starches isolated from *X. sagittifolium* (tannia) and *C. esculenta* (taro). Carbohydr Polym 2005; 60:139-45.
47. Zeng FK, Liu H, Liu G. Physicochemical properties of starch extracted from *C. esculenta* (L.) Schott (Bun-long taro) grown in Hunan, China. Starch/Stärke 2014; 66:142-8.
48. Jane J, Shen L, Chen J, Lim S, Kasemsuwan T, Nip WK. Physical and chemical studies of taro starches and flours. Cereal Chem 1992; 69(5):528-35.
49. Mweta DE, Labuschagne T, Bonnet MT, Swartsb SJ, Sakac JDK. Isolation and physicochemical characterization of starch from cocoyam (*C. esculenta*) grown in Malawi. J Sci Food Agric 2010; 90:1886-96.
50. Ashogbon AO. Chemical and functional properties of cocoyam starch and wheat starch blends. Int J Biotechnol Food Sci 2014; 2(5):94-101.
51. Lawal O. Composition, physicochemical properties and retrogradation characteristics of native, oxidised, acetylated and acid thinned new cocoyam (*X. sagittifolium*) starch. Food Chem 2004; 87:205-18.
52. Hernández-Medina M, Torruco-Uco JG, Chel-Guerrero L, Betancur-Ancona D. Caracterización físicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. Cienc. Tecnol. Alim. Campinas 2008; 28(3):718-26.
53. Santana AL, Meireles MAA. Los nuevos almidones son la tendencia para las aplicaciones de la industria: una revisión. Alimentación y Salud Pública 2014; 4(5):229-41.
54. Whistler RL, BeMiller JN. Carbohydrate chemistry for food scientists. St. Paul, MN, USA: Eagan Press; 1997.
55. Hermansson AM, Svegmärk K. Developments in the understanding of starch functionality. Trends Food Sci Technol 1996; 7(11):345-53.
56. Colonna P, Buleon A. Thermal transitions of starches. En: Bertolini AC, Ed. Starches: characterization, properties, and applications. Boca Raton FL: CRC Press; 2010. pp. 71-102.
57. Pérez E, Gutiérrez M, Pacheco de Delahaye E, Tovar J, Lares M. Production and Characterization of *X. sagittifolium* and *C. esculenta* flours. J Food Sci 2007; 72(6):367-72.
58. Yusnita H, Siti A (2012). Effect of heat moisture treatment on molecular structure and thermal properties of taro starch (*C. esculenta*). Proceedings of UMT 11th International Annual Symposium 2012; 09/07/2012-11/07/2012, Riyaz Heritage & SPA, Pulau Duyung Kuala Terengganu.

59. Lu TJ, Lin JH, Chen JC, Chang YH. Characteristics of taro (*C. esculenta*) starches planted in different seasons and their relations to the molecular structure of starch. *J Agric Food Chem* 2008; 56(6):2208-15.
60. Zhu X, Cui W, Zhang E, Sheng J, Yu X, Xiong F. Morphological and physicochemical properties of starches isolated from three taro bulbs. *Starch/Stärke* 2018; 70(1-2):67-9.
61. Lan X, Li Y, Xie S, Wang Z. Ultrastructure of underutilized tuber starches and its relation to physicochemical properties. *Food Chem* 2015; 188:632-40.
62. Lu TJ, Chen JC, Lin JH, Chang YH. Properties of starches from cocoyam (*X. sagittifolium*) tubers planted in different seasons. *Food Chem* 2005; 91(1):69-77.
63. Valetudie JC, Colonna P, Bouchet B, Gallant D. Gelatinization of sweet potato, tannia and yam starches. *Starch/Stärke* 1995; 47(8):298-306.
64. Pérez EE, Breene WM, Bahnassey YA. Gelatinization profiles of Peruvian carrot, cocoyam and potato starches as measured with Brabender Viscoamylograph, Rapid Visco Analyzer and DSC. *Starch/Stärke* 1998; 50:14-16.
65. Calle J, Benavent Y, Garzón R, Rosell C. Exploring the functionality of starches from corms and cormels of *X. sagittifolium*. *Int J Food Sci Technol* 2019; 54(7):2494-501.
66. Sodhi N, Singh N. Morphological, thermal and rheological properties of starches separated from rice cultivars grown in India. *Food Chem* 2002; 80:99-108.
67. Kim SY, Wiesenborn DP, Orr PH, Grant LA. Screening potato starch for novel properties using differential scanning calorimetry. *J Food Sci* 1995; 60:1060-5.
68. Singh J, Singh N. Studies on the morphological, thermal and rheological properties of starch separated from some Indian potato cultivars. *Food Chem* 2001; 75:67-7.
69. Torres-Rapelo L, Montero-Castillo P, Julio-González L. Utilización de almidón de malanga (*C. esculenta*) en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 2014; 12(2):97-105.
70. Guzmán F, García P, Toledo, Salgado I. Evaluación de la *C. esculenta* (malanga blanca) como aglutinante en la elaboración de un embutido de pasta fina. *Rev Carib Cienc Soc* 2018. Disponible en: www.eumed.net/rev/caribe/2018/06/evaluacion-aglutinante-embutido.html. Acceso mayo 2019.
71. Talukder S, Sharma, B, Mendiratta S, Malav O, Sharma H, Gokulakrishnan P. Development and evaluation of extended restructured chicken meat block incorporated with *colocasia* (*C. esculenta*) flour. *J Food Process Technol* 2013; 4(2):207-11.
72. Petracci M, Bianchi M, Mudalal S, Cavani C. Functional ingredients for poultry meat products. *Trends Food Sci Technol* 2013; 33(1):27-39.
73. Eliášová M, Pospiech M, Tremlová B, Kubícková K, Jandásek J. Native and modified starches in meat products detection of raw materials using microscopy methods. *Maso Int J Food Sci Technol* 2012; 2:101-6.