

FACTIBILIDAD DE EMPLEO DE DIFERENTES AGENTES ADHESIVOS PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS A BASE DE CARNE DESHUESADA DE PESCADO

Oswaldo Quezada L.¹ y Rafael A. Bello¹

Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela,
Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se elaboraron bloques de carne deshuesada de pescado capaces de desarrollar propiedades cohesivas estables y apropiadas para el moldeo. Se investigaron sistemas preparados con carne de pescado y agentes adhesivos, haciendo énfasis en las propiedades reológicas y de hidratación. Como agentes adhesivos se utilizaron almidones y harinas precocidas de maíz y yuca. Las harinas presentaron una alta capacidad adhesiva, aun a bajas concentraciones (10⁰/o-15⁰/o); sin embargo, a concentraciones mayores esta propiedad tendió a ser antagonizada por la capacidad de absorción de agua. Por otro lado, se observó que el empleo de almidón crudo exige la aplicación de tratamientos térmicos gelatinizantes. En cuanto a color, los cambios observados dependieron tanto del tipo de adhesivo como de su concentración. Se encontró que la textura del sistema carne-adhesivo utilizado, depende de la viscosidad desarrollada por el producto amiláceo.

Manuscrito modificado recibido: 10-8-83.

¹ Miembros del Departamento de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, Apartado Postal 47097, Caracas 1041A, Venezuela.

INTRODUCCION

El deshuesado mecánico es el proceso más rápido y eficiente empleado en la actualidad para obtener carne de pescado. La aplicación de esta operación no está limitada por la forma, el tamaño o la estructura interna del pescado entero, permitiendo inclusive, recuperar una cantidad importante de carne de los restos del fileteado. Además, con la aplicación del deshuesado mecánico pueden reducirse los costos de producción, ampliarse el universo de especies explotables, y elaborarse productos alimenticios con características totalmente distintas a las del pescado entero. La carne deshuesada de pescado se adapta con facilidad al procesamiento mecanizado continuo y ofrece múltiples y nuevas alternativas a la siempre creciente demanda de alimentos que priva en todas partes del mundo.

La elaboración de carne deshuesada de pescado de buena calidad exige un control adecuado de las características sensoriales, microbiológicas y de estabilidad durante el almacenamiento. Al elaborar productos con esta materia prima, se ha encontrado que la textura es una de las propiedades más complejas y más difíciles de controlar (1). El primer factor determinante lo constituye la estructura y composición del músculo de pescado, ya que a diferencia del ganado y de las aves, el pescado posee un colágeno muy inestable y por esa razón se hidroliza rápidamente. En consecuencia, el tejido conectivo no juega un papel importante en la textura de la carne de pescado (2). El pescado cocido se despedaza fácilmente al morderlo y puede ser totalmente desintegrado. La textura de su carne también puede variar desde muy blanda hasta dura pero nunca tan dura como la carne de res o de aves sometida al mismo régimen de cocción.

Ajeno a las causas biológicas, existen factores físicos que influyen decisivamente en la textura de la carne deshuesada de pescado. El proceso de deshuesado, por ejemplo, destruye la estructura muscular original, perdiéndose así la fuerza cohesiva presente en la carne sin procesar. Wong, Law y Yamamoto (3) informan que el tamaño de los orificios de la deshuesadora es uno de los factores clave de la textura que desarrolla la carne deshuesada de pescado.

Es un hecho más que conocido que la congelación, especialmente la congelación lenta seguida de un almacenamiento prolongado, es una de las principales causas de la denaturalización de las proteínas y del exudado de la carne (4, 5); a su vez ambos eventos

inciden negativamente en la calidad de la textura de la carne. Se ha observado que dos de las causas más importantes de la denaturalización de las proteínas son la lipólisis (6) por su participación en la formación de complejos ácido graso libre-proteína, y la lipoxidación (7) por el papel que desempeña en la producción de malonaldehído y radicales libres capaces de reaccionar con las proteínas. Por otro lado, Awad, Powrie y Fennema propusieron la hipótesis de la denaturalización por salado con muy buena evidencia experimental. Otros dos factores sumamente importantes por su rol en las propiedades funcionales de las proteínas del músculo de pescado, son el pH y el calentamiento.

En un esfuerzo por mejorar la textura de la carne deshuesada de pescado se han utilizado diversos compuestos, incluyendo materiales de tipo alginato, almidón, fibra texturizada de soya y otros (8-10). En todos los casos, el éxito que se obtuvo ha dependido grandemente tanto de las condiciones de procesamiento de los ingredientes, como del producto. El almidón, sobre todo el de yuca -por las propiedades visco-elásticas que desarrolla al gelatinizar- ha sido extensamente utilizado en la fabricación del producto tipo embutido como el "Kamaboko" (11) y otros tipo pasta (8). Sin embargo, son pocos los trabajos de investigación que se detienen a examinar sus efectos en la carne deshuesada o en el gel de pescado.

El trabajo objeto del presente estudio, estuvo orientado hacia el mejoramiento de las propiedades de retención de agua y reológicas de la carne deshuesada de pescado, empleando como agentes modificadores de la textura, harinas y almidones de maíz y de yuca.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras de carne deshuesada de pescado fueron elaboradas con especies de la fauna de acompañamiento del camarón (*Penaeus sp*) capturado en la Zona Pesquera Nor-Oriental de Venezuela. Con este propósito se adquirieron dos lotes de pescado. Con el primer lote se preparó la muestra denominada "muestra 1". Con el segundo lote de pescado se prepararon la "muestra 2", igual que la "muestra 1" compuesta por varias especies y la "muestra 3", elaborada exclusivamente con tonquicha, especie perteneciente a la familia *Scianidae*.

El procedimiento seguido en la obtención de la carne deshuesada

sada de pescado incluyó siete etapas: 1) lavado, 2) selección y clasificación, 3) eliminación de la cabeza y de las vísceras, 4) deshuesado mecánico, 5) empaque, 6) congelación rápida, y 7) almacenamiento en congelación a -100°C hasta su posterior utilización.

Para mejorar la capacidad de retención de agua y las propiedades cohesivas de la carne deshuesada se investigaron varios productos amiláceos con capacidad adhesiva potencial. Estos agentes adhesivos incluyeron almidón de maíz, almidón de yuca, y harina precocida de yuca. Todos ellos se usaron en el rango comprendido entre los niveles de 5 y 250/o.

Para preparar las muestras experimentales primero se dejaron descongelar los bloques de carne deshuesada. A continuación se mezclaron la carne y los agentes adhesivos en proporciones definidas hasta obtener una masa relativamente homogénea y, por último, de estas mezclas se tomaron muestras para practicar las determinaciones.

Métodos Analíticos

Análisis proximal – Se determinó aplicando los procedimientos enumerados. Humedad: por desecación en estufa a 100°C (12); ceniza: método de incineración (13); proteína: método de Kjeldahl (13); grasa: procedimiento de Goldfish (13); fibra cruda: método oficial de la AOAC (12); y carbohidratos, por diferencia.

Almidón – se determinó según el método de McCready *et al.* (14).

pH – Para determinarlo se usó un pH-metro "Corning", mezclando homogéneamente la muestra en agua destilada. Se utilizó una relación agua:muestra de 2:1 para la carne de pescado sola o mezclada, y de 5:1 para los almidones y las harinas.

Capacidad de absorción de agua – Esta se llevó a cabo por centrifugación a 5,000 rpm y temperatura ambiente de una suspensión de harina o almidón en agua destilada, utilizándose una centrífuga "Sorvall" modelo RC-2-B. La determinación se realizó variando la concentración de la suspensión y el tiempo de hidratación de cada agente adhesivo. En el primer caso se centrifugó a tiempo constante de 10 min, y en el segundo, se empleó una relación de agente adhesivo:agua destilada constante (7:1).

Capacidad de retención de agua – La determinación se hizo por centrifugación de la carne deshuesada sola o mezclada, centrifugando a 18,000 rpm por 10 min a una temperatura de 0°C .

Se utilizó una centrífuga "Sorvall" modelo RC2-B.

Color – Se determinó con un colorímetro "Hunter Lab" modelo D25-3, empleando la placa blanca de referencia No. C2-7396 ($L = 92.00$; $a = 1.0$; $b = 0.8$). La diferencia de color total (ΔE) y la diferencia en cromaticidad (ΔC) fueron estimadas en términos de coordenadas rectangulares (ejes cartesianos L , a y b) según las ecuaciones descritas por Hunter (15):

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

$$\Delta C = \sqrt{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad \text{respectivamente.}$$

' L ' es la dimensión luminosidad y abarca valores comprendidos entre 0 (negro) y 100 (blanco); ' a ' es la dimensión de color que va del verde (–) al rojo (+), y ' b ' es la dimensión de color que va del azul (–) al amarillo (+).

Textura – Se midió con un texturómetro "Instron" modelo 1101. La textura se obtuvo tomando el valor máximo del registro de la fuerza de corte/compresión necesaria para que un dispositivo de penetración de 2.5 cm de diámetro atravesara la muestra 1.5 cm perpendicularmente al centro. Las muestras de 50 g se moldearon en forma cilíndrica de 5.0 cm de diámetro x 2.5 cm de altura. La calibración se realizó con una pesa de 5,000 g.

Viscosidad – Para su determinación se emplearon dos procedimientos: A) Usando el amilógrafo Brabender y B) usando el viscosímetro Brookfield. El primer procedimiento se realizó de acuerdo al método de la AACC (16), empleando suspensiones al 6.50/o de almidón o harina en solución buffer citrato-fosfato. Cada suspensión fue sometida a calentamiento desde 30°C hasta 90°C y enfriada inmediatamente hasta 30°C a una tasa de 1.50°C/min con el amilógrafo operando a 75 rpm. La determinación con el viscosímetro Brookfield modelo LV se llevó a cabo empleando suspensiones al 60/o en agua destilada. La suspensión de almidón fue gelatinizada mediante calentamiento a 90°C por 15 min, y luego dejando enfriar. Cada suspensión se vertió en un beaker de 600 ml, se homogeneizó, y se midió la viscosidad a 25°C.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis proximal de las muestras de carne

deshuesada de pescado usadas en este trabajo se exponen en la Tabla 1. En general, todas presentaron una composición química similar a pesar de ser diferentes en las proporciones de las especies componentes.

El alto contenido de proteína de la carne deshuesada —que sugiere su gran valor nutritivo— concuerda con los datos notificados por otros autores (17, 18).

TABLA 1

ANALISIS PROXIMAL DE LAS MUESTRAS DE CARNE DESHUESADA DE PESCADO

Determinación* (o/o)	Muestra 1 (mezcla 1)	Muestra 2 (mezcla 2)	Muestra 3 (tonquicha)
Humedad	79.3	79.8	78.0
Proteínas	17.3	16.9	17.9
Grasa	1.2	1.3	1.7
Cenizas	2.2	1.6	2.1

* Todas las determinaciones se hicieron en triplicado.

Teniendo en cuenta el contenido de humedad tan alto que presentaba este material y que durante su procesamiento y almacenamiento intervienen factores denaturalizantes de las proteínas (deshuesado mecánico, congelación, descongelación, etc.) que producen una reducción drástica de la capacidad de retención de agua, se aprecia la importancia que tiene el añadir a la carne, compuestos capaces de enlazar el agua libre. Ello se debe a que la pérdida de fluido tisular constituye al mismo tiempo una importante pérdida económica y nutricional, a causa de la reducción de peso, y la remoción de nutrientes hidrosolubles.

En relación al contenido de grasa, las determinaciones indican que la carne deshuesada obtenida proviene de especies magras. Esto es importante, por cuanto el contenido de grasa está estrechamente ligado a la estabilidad durante el almacenamiento.

La Tabla 2 detalla los valores del análisis proximal de las harinas y los almidones usados en este trabajo como agentes adhesivos.

TABLA 2

ANALISIS PROXIMAL DE LOS AGENTES ADHESIVOS

Determinación* (%)	Harina		Almidón	
	de maíz	de yuca	de maíz	de yuca
Humedad	11.0	13.0	13.3	10.6
Proteínas	6.6	2.2	0	0
Grasa	0.6	0.9	0	0
Cenizas	0.5	2.6	0	0
Fibra cruda	0.5	2.3	0	0
Carbohidratos**	80.8	79.0	86.7	89.4
Almidón	65.2	58.4	84.5	86.9

* Todas las determinaciones se hicieron en triplicado.

** Por diferencia.

Los resultados ponen de relieve el alto contenido de almidón y el bajo contenido de humedad de estos productos. En cuanto a los contenidos de proteína, cenizas, grasa y fibra cruda, presentes en las harinas pero no en los almidones, cabe señalar que aun cuando estos compuestos se encuentran en bajas cantidades, su influencia sobre las propiedades reológicas de los almidones es notable (19).

El efecto de los agentes adhesivos sobre el pH de la carne deshuesada de pescado se muestra en la Tabla 3. En general, se observó una ligera tendencia del pH a disminuir con el incremento del porcentaje del agente adhesivo en la muestra. Esto podría ser consecuencia del menor pH de los productos amiláceos en relación al de la carne de pescado y de la capacidad buffer disminuida de este último debido a denaturalización. Por su acción denaturalizante de las proteínas, los cambios de pH relativamente grandes podrían estar involucrados tanto en las pérdidas de fluido tisular como en los cambios de textura. En el caso estudiado, a pesar de que los cambios de pH observados caen en un rango relativamente pequeño, su medición es importante por cuanto no se ha establecido del todo el efecto que este parámetro ejerce sobre la textura. No obstante, aquí en realidad existe muy poco margen para pensar que tales cambios de pH puedan ser fuente importante de variación en los resultados de la textura.

TABLA 3

DETERMINACION DE pH *

	Porcentaje del agente adhesivo (g/100 g)	Carne deshuesada de pescado con:			
		Harina		Almidón	
		de maíz	de yuca	de maíz	de yuca
Muestra 1	0	7.2	7.2	7.2	7.2
	5	7.2	7.2	7.2	7.2
	10	7.1	7.1	7.1	7.2
	15	7.0	7.1	7.1	7.1
	20	6.9	7.0	7.0	7.0
	25	6.8	6.8	6.9	7.0
Muestra 2	0	7.0	7.0	7.0	7.0
	5	6.9	7.0	7.0	7.0
	10	7.0	6.9	6.9	6.9
	15	6.9	6.8	6.9	6.9
	20	6.8	6.8	6.8	6.8
	25	6.6	6.7	6.8	6.8
Muestra 3	0	6.9	6.9	6.9	6.9
	5	6.9	6.8	6.8	6.8
	10	6.8	6.8	6.8	6.8
	15	6.8	6.7	6.7	6.8
	20	6.7	6.6	6.7	6.8
	25	6.7	6.6	6.6	6.8
	100	6.0	6.0	5.2	6.5

* Todas las determinaciones se hicieron en triplicado.

En la Tabla 4 se detallan los cambios de color ocasionados por la adición de los agentes adhesivos a la carne deshuesada. Se aprecia que el mayor cambio lo produjeron los almidones, mientras que las harinas, y sobre todo la harina de yuca, causaron cambios de color notablemente menores.

Debido a que la diferencia de color total es una cantidad escalar que comprende el cambio de cromaticidad y luminosidad, su estimación da la magnitud del cambio total de color, pero no de la

TABLA 4
DIFERENCIA DE COLOR TOTAL (ΔE)*

Muestra 2						
Agente adhesivo	$\Delta E^{0-5\%}$	$\Delta E^{0-10\%}$	$\Delta E^{0-15\%}$	$\Delta E^{0-20\%}$	$\Delta E^{0-25\%}$	$\Delta E^{0-100\%}$
Harina de maíz	1.18	4.27	5.11	6.06	6.49	41.64
Harina de yuca	1.00	1.80	1.92	2.89	4.57	41.06
Almidón de maíz	3.69	9.16	10.21	14.07	14.71	50.29
Almidón de yuca	2.22	6.19	10.58	11.34	13.48	44.68
Muestra 3						
Harina de maíz	2.62	3.13	4.94	6.14	7.31	36.46
Harina de yuca	1.42	1.39	2.23	2.90	4.30	35.82
Almidón de maíz	4.21	7.53	9.72	11.86	14.11	45.29
Almidón de yuca	4.12	5.78	8.37	11.06	11.75	39.77

* Cada valor mide la diferencia de color total entre las muestras del superíndice.

dirección del cambio. Con el objeto de establecer el peso de los componentes del espacio de color en el cambio de color total, se estimó la diferencia en cromaticidad, un escalar definido en términos de los parámetros "a" y "b" del sistema Hunter. Los resultados se indican en la Tabla 5, observándose que la harina de yuca es el agente adhesivo que ocasiona el efecto más marcado sobre la cromaticidad, mientras que los almidones y la harina de maíz afectaron en menor grado. Este hallazgo es contrario al que se obtuvo para determinar la diferencia de color, e indica que mientras los almidones y la harina de maíz producen un gran aclaramiento de la carne deshuesada de pescado —acompañado por un ligero cambio en la cromaticidad— la harina de yuca, en contraste, produce un cambio relativamente fuerte en cromaticidad y un aclaramiento moderado. Este resultado pone de relieve la necesidad de establecer controles reguladores del rango de variación del color, ya que éste es uno de los atributos más influyentes en la apariencia y, por lo tanto, en la calidad general de la carne deshuesada.

El empleo de productos que contienen almidón fue seleccionado entre las alternativas existentes, en vista de la gran capacidad de enlace de agua que presentan los almidones gelatinizados.

El efecto de la concentración de los agentes adhesivos en la capacidad de retención de agua de la carne deshuesada de pescado se ilustra en la Figura 1. El aumento en la concentración del agente adhesivo induce un descenso en la cantidad de fluido extraíble de la mezcla; en otras palabras, hay una notable reducción de exudado, especialmente en el caso de las harinas precocidas. Obviamente, la aplicación de blanqueado, pasteurización, u otro proceso térmico gelatinizante, podría conducir al mismo resultado en el caso de los almidones. Esto se aprecia en la Figura 2, en la que se graficó la capacidad de retención de agua en función de la concentración de los agentes adhesivos después de someter las mezclas a tratamiento térmico (90°C por 10 min).

Lee y Toledo (20) observaron que la cocción de la carne deshuesada de pescado por inmersión en agua a temperaturas mayores de 90°C evita que se produzcan pérdidas grandes en la capacidad de retención de agua. Además, así se obtienen registros máximos de textura medida por la aplicación de fuerzas de compresión. Por lo tanto, puede observarse que la aplicación de ciertos tratamientos térmicos podría ser conveniente para mejorar las propiedades de textura y de enlace de agua de la carne; para gelatinizar el almidón y, finalmente, para participar en la inacti-

TABLA 5
DIFERENCIA EN CROMATICIDAD (ΔC)*

Muestra 2						
Agente adhesivo	$\Delta C^{0-5\%}$	$\Delta C^{0-10\%}$	$\Delta C^{0-15\%}$	$\Delta C^{0-20\%}$	$\Delta C^{0-25\%}$	$\Delta C^{0-100\%}$
Harina de maíz	0.84	0.54	0.67	1.15	1.07	5.26
Harina de yuca	1.00	1.52	1.73	2.82	4.48	7.86
Almidón de maíz	1.46	2.07	1.92	2.48	2.51	2.48
Almidón de yuca	0.86	1.63	2.33	2.19	2.02	3.38
Muestra 3						
Harina de maíz	0.48	1.02	1.11	1.37	1.23	3.71
Harina de yuca	0.95	1.10	2.14	2.49	3.09	6.27
Almidón de maíz	0.79	1.36	1.58	1.51	1.68	2.85
Almidón de yuca	0.74	0.82	1.44	1.54	1.17	4.81

* Cada valor mide la diferencia en cromaticidad entre las muestras del superíndice.

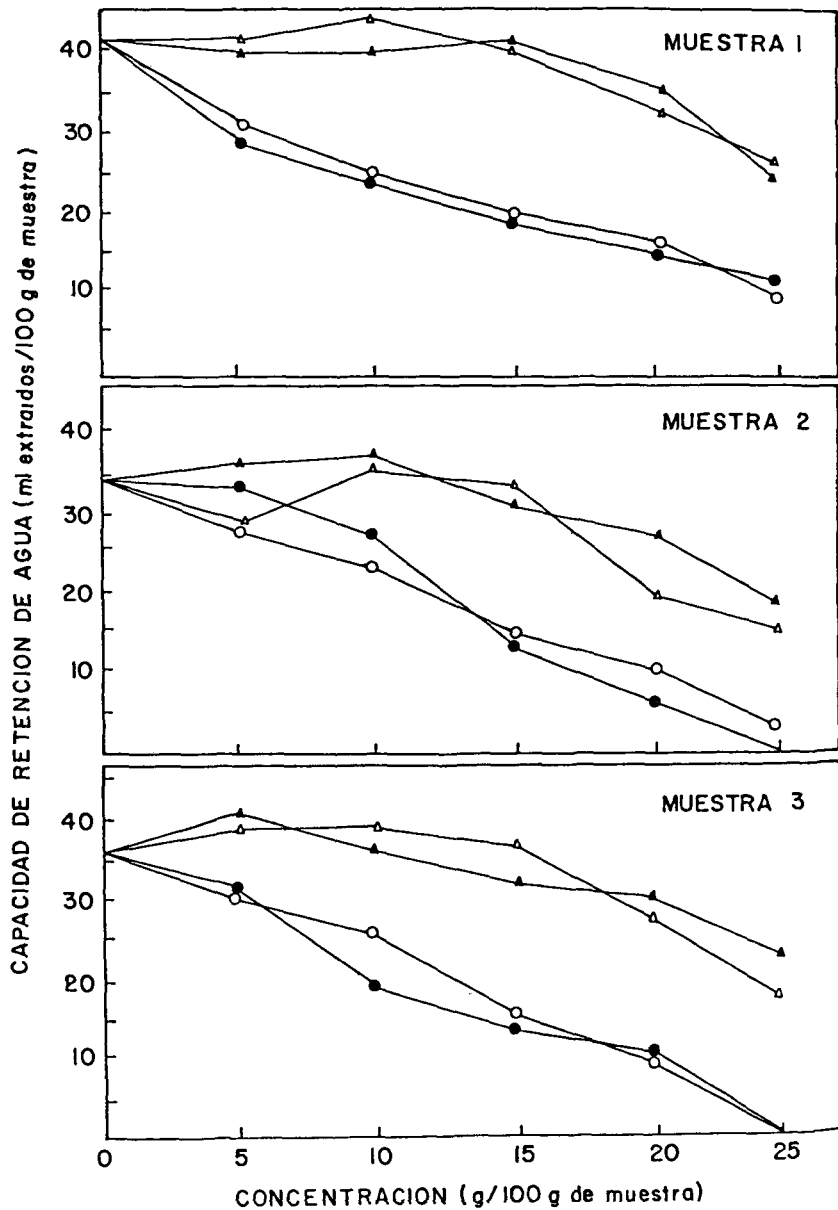


FIGURA 1

Efecto de la concentración de los agentes adhesivos sobre la capacidad de retención de agua: ● = harina de maíz, ○ = harina de yuca, ▲ = almidón de maíz, △ = almidón de yuca.

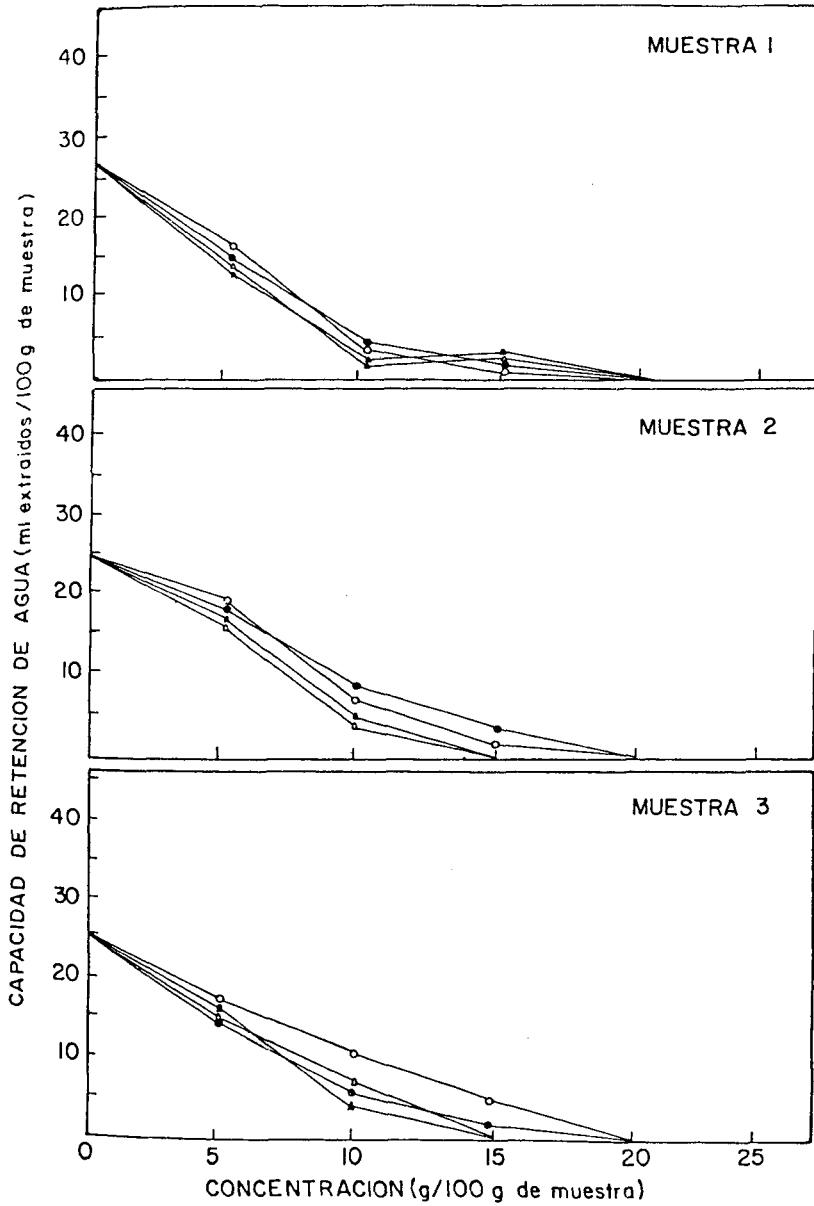


FIGURA 2

Efecto de la concentración de los agentes adhesivos sobre la capacidad de retención de agua después de cocción: ● = harina de maíz, ○ = harina de yuca, ▲ = almidón de maíz, △ = almidón de yuca.

vación enzimática y la destrucción de microorganismos. Ello significa que el uso de agentes crioprotectores podría sustituirse por el empleo de almidones y tratamientos térmicos adecuados.

Conviene considerar aquí otra cuestión relacionada con la capacidad de absorción de agua de los agentes adhesivos. Durante el mezclado de éstos con la carne deshuesada de pescado se observó que a altas concentraciones (aproximadamente 20^o/o), las harinas presentaban ciertos problemas, los cuales se expresaban en una masa de apariencia reseca y heterogénea y más frágil a la presión que a concentraciones de 5, 10 y 15^o/o. Este problema fue atribuido a las propiedades de hidratación de estos agentes. Según revelan las Figuras 3 y 4, las harinas precocidas pueden absorber varias veces su peso de agua con gran velocidad; de ahí que la mezcla de carne con altas proporciones de estos agentes resulte en una masa de apariencia reseca, grumosa, y de consistencia frágil. Este fenómeno limita la utilización de las harinas precocidas en altas proporciones para mejorar las propiedades texturales de la carne deshuesada, ya que además de que no se alcanza el objetivo que se persigue, se crean otros problemas.

La Figura 5 muestra gráficamente cómo la proporción y el tipo de agente adhesivo afecta la textura de la carne deshuesada de pescado. En las dos muestras empleadas para realizar esta determinación, los valores más altos de textura se observaron al añadir harina precocida de maíz. En el caso de la harina de yuca, los valores fueron más bajos. En cuanto a los almidones, éstos no sólo se tradujeron en los menores registros de textura, sino que al incluirse a niveles de 5 y 10^o/o presentaron valores de textura inferiores al valor de referencia. Por otro lado, aunque en líneas generales, el comportamiento reológico se parece en ambas muestras, los registros en la muestra 3 tienden a ser mayores que en los de la muestra 2.

La razón principal de la diferencia de resultados determinada entre harinas y almidones radica en los cambios de las propiedades reológicas y de hidratación que los almidones sufren a causa de la gelatinización. En efecto, mientras las harinas precocidas contienen un almidón ya pregelatinizado, los almidones se utilizaron en estado no gelatinizado. Por consiguiente, el incremento menor y más lento de la textura observado para los almidones se debe a la disminución y a la redistribución del contenido de humedad que ocurre al añadir estos agentes adhesivos.

En el gran aumento de textura que se observa con las harinas participan tanto la alta capacidad de hidratación como las propie-

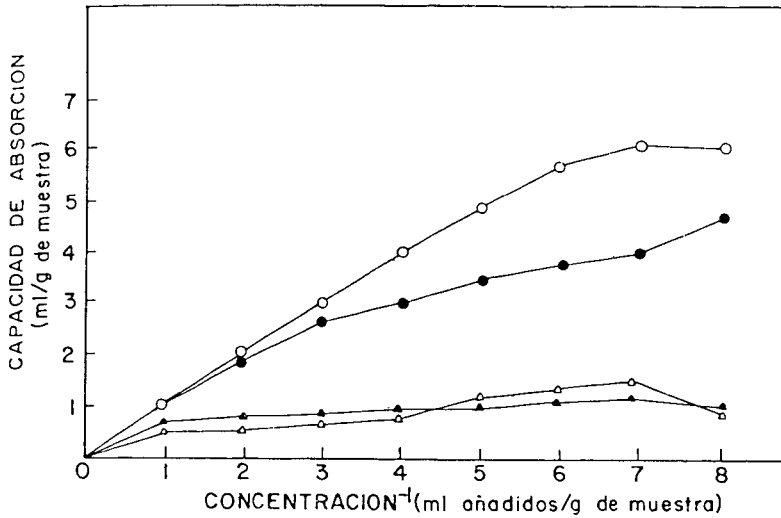


FIGURA 3

Valores de absorción de agua de los agentes adhesivos en suspensión acuosa de concentración variable: ● = harina de maíz, ○ = harina de yuca, ▲ = almidón de maíz, △ = almidón de yuca.

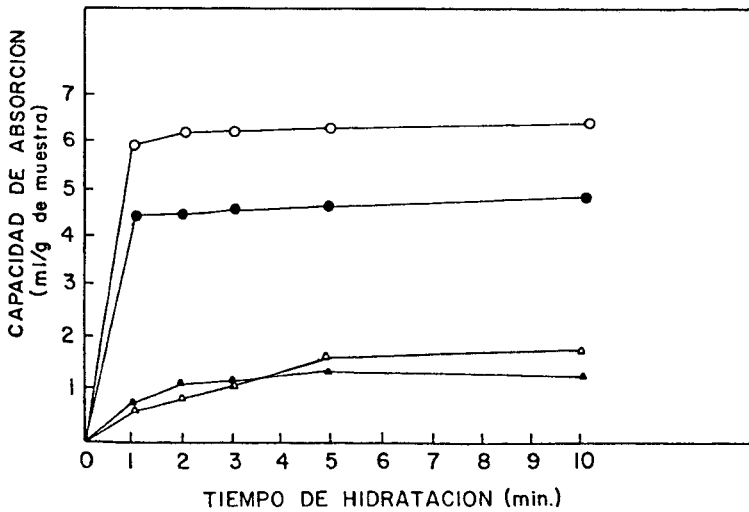


FIGURA 4

Valores de absorción de agua de los agentes adhesivos para tiempos de hidratación variables.

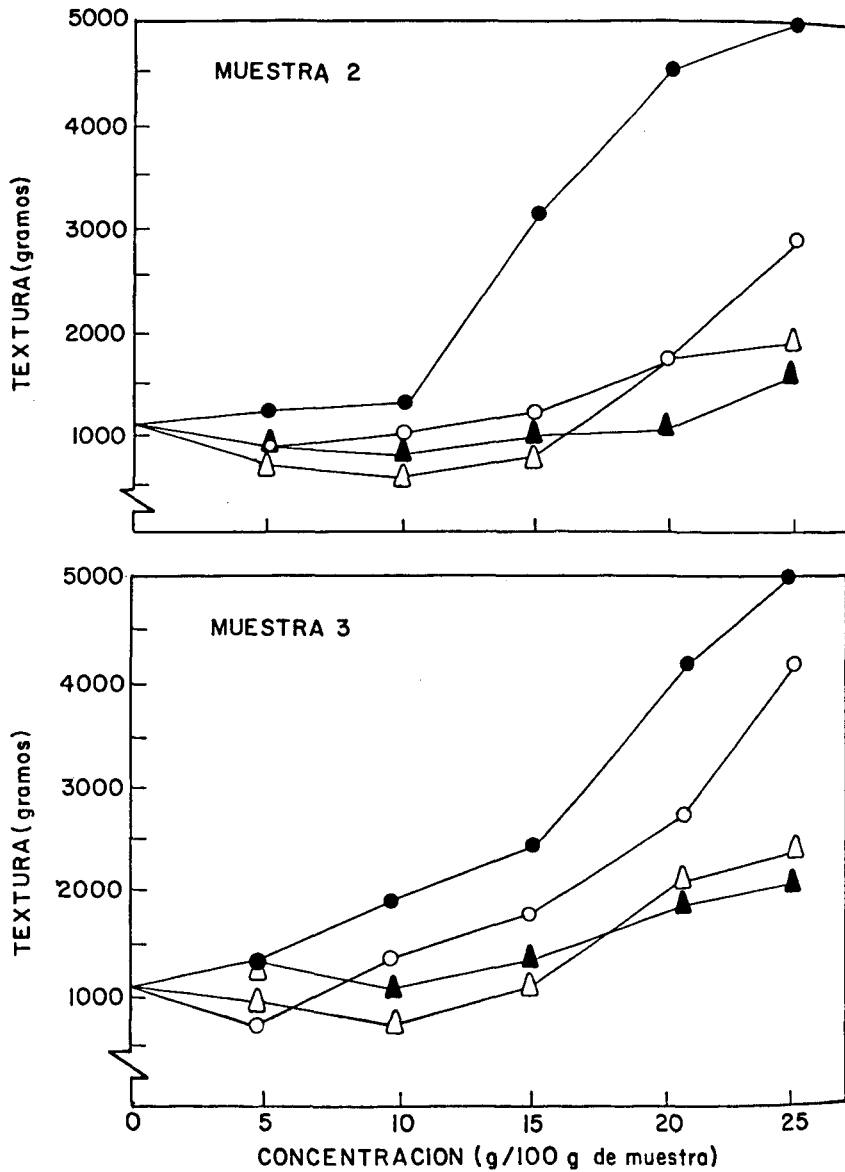


FIGURA 5

Efecto de la concentración de los agentes adhesivos sobre la textura de la carne deshuesada de pescado: ● = harina de maíz, ○ = harina de yuca, ▲ = almidón de maíz, △ = almidón de yuca.

dades visco-elásticas de los almidones gelatinizados. La harina precocida y el almidón gelatinizado de maíz se caracterizan por tener una gran resistencia de extensión y una elasticidad muy restringida. En cambio, la harina precocida y el almidón gelatinizado de yuca se caracterizan por su gran elasticidad y su baja resistencia (21). Por esa razón, las harinas y los almidones de maíz producen pastas de gran viscosidad al enfriar, mientras que las pastas gelatinizadas de almidón y harina de yuca son de menor viscosidad que sus equivalentes de maíz. Este comportamiento reológico parece ser de capital importancia en los registros de textura, como se aprecia en la Tabla 6, en la que se muestran los resultados de viscosidad (medidos en viscosímetro y en amilógrafo) y de textura de

TABLA 6

VALORES DE VISCOSIDAD DE LAS PASTAS GELATINIZADAS
DE LOS AGENTES ADHESIVOS Y TEXTURA DE LA CARNE
DESHUESADA DE PESCADO MEZCLADA

Parámetro reológico	Agente adhesivo			
	Harina		Almidón	
	de maíz	de yuca	de maíz	de yuca
Viscosidad después de enfriar a 30°C (Unidades Brabender)	80	80	660	470
Viscosidad de en frío* medida a 25°C (centipoises)	105	68	5,000	3,700
Textura** (gramos)	5,000	2,875	1,600	2,000
Textura*** (gramos)	5,000	4,400	2,175	2,675

* Medida a 60 r.p.m.

** Muestra 2, con 25% de adhesivo.

*** Muestra 3, con 25% de adhesivo.

las mezclas. Vale la pena aclarar que aun cuando las mezclas de mayor textura se consiguen con los productos de maíz, eso no significa que se obtengan los mejores resultados de textura, ya que la mayor fuerza adhesiva está asociada con la mayor elasticidad y no con la mayor viscosidad (19, 22). En consecuencia, con la harina de yuca se obtendrían mezclas más blandas (fuerza de compresión-corte) pero más elásticas y cohesivas (fuerza ténsil). Además de la gran dureza producida por la harina de maíz, ésta acusa una gran tendencia a la retrogradación (23), lo que agudiza el problema de endurecimiento.

De acuerdo con los resultados notificados en este estudio, la harina y el almidón de yuca presentan un conjunto de condiciones relacionadas con sus propiedades reológicas y de hidratación, que los señalan como mejoradores de la textura de la carne deshuesada de pescado.

SUMMARY

FEASIBILITY OF USING DIFFERENT BINDING AGENTS FOR THE DEVELOPMENT OF PRODUCTS BASED ON DEBONED FISH FLESH

Blocks of deboned fish flesh capable of developing binding, stable and adequate properties were prepared. Procedures with fish flesh and binding agents were investigated, with emphasis on the rheologic and hydration properties. Starches and precooked maize and cassava flours were used as binding agents. Flours presented a high binding capacity, even at low concentrations (10%o-15%o); however, at higher concentrations this property tended to be counterbalanced by the water absorption capacity. On the other hand, it was observed that application of thermal gelatinizing treatments was required when crude starch was used. As far as color is concerned, the observed changes depended both on the type of binder used and on its concentration. Findings revealed that the flesh-binding texture procedure depends on the viscosity developed by the starchy product.

BIBLIOGRAFIA

1. Regenstein, J. M. The Cornell experience with minced fish. En: *Advances in Fish Science and Technology*. J. J. Connell (Ed.). London, England, Fishing News (Books), Ltd., 1980, p. 192-199.

2. Olley, J. N. Structure and proteins of fish and shellfish. Part I, En: **Advances in Fish Science and Technology**. J. J. Connell (Ed.). London, England, Fishing News (Books), Ltd., 1980, p. 65-77.
3. Wong, J., Y. C. Law & M. Yamamoto. Mechanical fish deboners: influence of various perforation sizes on bone content and texture of minced fish flesh, **J. Food Sci.**, **43**: 807-809, 814, 1978.
4. Dyer, W. J. & J. R. Dingle. Fish proteins with special reference to freezing. En: **Fish as Food**. Vol. 1. G. Borgstrom (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1961, p. 275-327.
5. Awad, A., W. D. Powrie & O. Fennema. Deterioration of fresh water whitefish muscle during frozen storage at -10°C . **J. Food Sci.**, **34**: 1-9, 1969.
6. Anderson, M. L. & M. A. Steinberg. Effect of lipid content on protein-sodium linolenate interaction in fish muscle homogenates. **J. Food Sci.**, **29**: 327-330, 1964.
7. Kwon, T. W. & D. B. Menzel. Reactivity of malonaldehyde with food contents. **J. Food Sci.**, **30**: 808-813, 1965.
8. Kreuzer, R. (Ed.). **Fishery Products**. FAO Technical Conference, Tokyo, Japan, December 1973. London, England, Fishing News (Books), Ltd., 1974.
9. Babasanta, E. A. & E. C. Sison. Utilization of starchy materials in meats preparations. IV. Binders in fish-meat loaf. **Philippine Agriculturist**, **61**(3/4): 95-103, 1977.
10. Bello, R. A. & G. M. Pigott. A new approach to utilizing fish flesh in dried products. **J. Food Sci.**, **44**: 255-362, 1979.
11. Takinawa, E. Fish sausage and ham industry in Japan. En: **Advances in Food Research**. Vol. 12. C. O. Chichester, E. M. Mark & G. F. Stewart (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1963, p. 367-424.
12. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis**. W. Horwitz (Ed.). 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
13. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis**. W. Horwitz (Ed.). 13th ed. Washington, D. C., The Association, 1980.
14. McReady, R. M., J. Guggolz, V. Silveira & H. S. Owens. Determination of starch and amylose in vegetables. **Anal. Chem.**, **22** (9): 1156-1158, 1950.
15. Hunter, R. S. **The Measurement of Appearance**. New York, N. Y., John Wiley & Sons, Ltd., 1975.
16. American Association of Cereal Chemists. **AACC Approved Methods** (formerly Cereal Laboratory Methods, 7th ed.). St. Paul, Minn., The Association, 1971.

17. Webb, N. B., E. R. Hardy, G. G. Giddings & A. J. Howell. Influence of mechanical separation upon proximate composition, functional properties and textural characteristics of frozen Atlantic croaker muscle tissue. *J. Food Sci.*, 41: 1277-1281, 1976.
18. Tableros, M. A. & R. H. Young. Behavior of the mechanically separated flesh of some common fish species of the Mexican shrimp bycatch during storage at -20°C . *J. Food Technol.*, 16: 199-215, 1981.
19. De Man, J. M., P. W. Voisey, V. F. Rasper & D. W. Stanley. *Rheology and Texture in Food Quality*. Westport, Conn., The AVI Publishing Co., Inc., 1976.
20. Lee, C. M. & R. T. Toledo. Factors affecting textural characteristics of cooked comminuted fish muscle. *J. Food Sci.*, 41: 391-397, 1976.
21. Ayernor, G. S. & M. P. Steinberg. Hydration and rheology of soy-fortified pregelled corn flours. *J. Food Sci.*, 42: 65-69, 1977.
22. Pan, B. S., D. J. Lee & L. P. Lin. Studies on minced squid products. Effects of raw material and ingredients on the texture of the products. En: *Advances in Fish Science and Technology*. J. J. Connell (Ed.). London, England, Fishing News (Books) Ltd., 1980, p. 232-236.
23. Holm, F. Physical characteristics of an air classified potato starch. *J. Food Technol.*, 16: 101-113, 1981.