

ACTIVIDAD PROTEOLÍTICA DE LA PAPAÍNA EXTRAÍDA DE LA PAPAYA (Carica papaya) VARIEDAD COMÚN EN EL ABLANDAMIENTO DE LA CARNE DE SAJINO (Tayassu tajacu)

PROTEOLYTIC ACTIVITY OF THE PAPAYA EXTRACTED FROM THE PAPAYA
(Carica papaya) COMMON VARIETY IN THE SOFTENING OF SAJINO MEAT
(Tayassu tajacu)

Jose Flores Flores¹

Fecha de recepción : 23 julio 2018
Fecha de aceptación : 20 noviembre 2018
DOI : <https://doi.org/10.26495/rtzh1810.428640>



Resumen

El trabajo de investigación titulado "Actividad proteolítica de la papaína extraída de la papaya (Carica papaya), variedad común en el ablandamiento de la carne de Sajino (Tayassu tajacu), tiene como objetivo evaluar la actividad proteolítica de la papaína extraída de la papaya (Carica papaya) en el ablandamiento de la carne de sajino (Tayassu tajacu).; la investigación se llevó a cabo la Región de Ucayali, contando con el apoyo instrumental de los laboratorios de post cosecha y química analítica de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, la investigación desarrollada se encuentra dentro del nivel exploratorio - descriptivo y de una investigación de tipo aplicada, por cuanto los resultados servirán para mejorar las características sensoriales de carne de sajino y de otras especies silvestres tropicales, impulsar su crianza y aprovechar la carne industrialmente para la alimentación humana, al mismo tiempo permitirá aprovechar el látex de la papaya verde por la presencia de la enzima denominado papaína, cuyo propósito es ablandar la carne y hacer más fácil digerir la carne independientemente de la edad del animal. Una de las acciones por el cual se logra que la carne se ablande por métodos convencionales es mediante el uso de temperaturas frías durante el almacenamiento, método que a la larga es costoso y solo es aplicable en lugares que dispone de energía eléctrica, con el método propuesto en la investigación es aplicable en cualquier zona geográfica (Rural y urbana) y a bajo costo.

¹ Adscrito a Ingeniería agroindustrial. Magister Gestión de Proyectos, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, Pucallpa, Perú, pepe2126@hotmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-2367-1865>

En la investigación se determinó que, las características físicas de los frutos de papaya utilizados fueron: Parámetros colorimétricos externos del fruto: L^ ($26,61 \pm 4,50$); a^* ($-13,92 \pm 2,26$); b^* ($15,00 \pm 2,33$). Parámetros colorimétricos internos del fruto: L^* ($40,59 \pm 5,09$); a^* ($0,60 \pm 0,09$); b^* ($27,12 \pm 3,16$), índice de madurez: 0,80. La concentración de papaína fue de $4,9738 \pm 0,1829$ mg.g⁻¹. Este valor varía según la variedad, madurez y procedencia del fruto. La característica de la carne de sajino empleado en la investigación fue: CRA ($123,33 \pm 5,77$); Acidez ($0,87 \pm 0,02$); pH ($5,87 \pm 0,06$); cantidad de miofibrilla ($0,1792 \pm 0,0038$); cantidad de sarcómero (20 ± 1). Para las características físicas se empleó un diseño completo al azar con arreglo factorial 4x3; mientras que para los atributos sensoriales se empleó el diseño no paramétrico de Friedman. Los resultados pusieron de manifiesto que la concentración de papaína y el tiempo de inmersión de la carne de sajino influyen en el ablandamiento de la carne de sajino; a mayor concentración (25mL/L) y mayor tiempo de inmersión (30 min) se logró un mayor ablandamiento de la carne de sajino tanto crudo como frito, esto se evidenció con la cantidad de sarcómero y miofibrilla (que fue menor) lo cual fue percibido por los panelistas durante la evaluación de corte y la percepción de suavidad.*

Palabras clave: Papaína, ablandamiento, sajino.

Abstract

The research work entitled "Proteolytic activity of papain extracted from papaya (Carica papaya), a common variety in the softening of the meat of Sajino (Tayassu tajacu), aims to evaluate the proteolytic activity of papain extracted from papaya Carica papaya in the softening of the sajino meat (Tayassu tajacu) ; the research was carried out in the Region of Ucayali, counting with the instrumental support of the post - harvest and analytical chemistry laboratories of the National Intercultural University of the Amazon, the research developed is within the exploratory - descriptive level and an investigation of type applied, since the results will serve to improve the sensorial characteristics of meat of sajino and of other tropical wild species, to promote its breeding and to use the meat industrially for the human feeding, at the same time will allow to take advantage of the green papaya the presence of the enzyme called papain, whose purpose is to soften the meat and make it easier to digest the meat regardless of the age of the animal. One of the actions by which the meat is softened by conventional methods is through the use of cold temperatures during storage, a method that in the long run is expensive and is only applicable in places that have electric power, with the method proposed in the research is applicable in any geographical area (Rural and urban) and at low cost.

In the investigation it was determined that, the physical characteristics of the papaya fruits used were: External colorimetric parameters of the fruit: L^ (26.61 ± 4.50); a^* (-13.92 ± 2.26); b^* (15.00 ± 2.33). Internal colorimetric parameters of the fruit: L^* (40.59 ± 5.09); a^* (0.60 ± 0.09); b^* (27.12 ± 3.16), maturity index: 0.80. The concentration of papain was 4.9738 ± 0.1829 mg.g⁻¹. This value varies according to the variety, maturity and origin of the fruit. The characteristic of the sausage meat used in the research was: CRA (123.33 ± 5.77); Acidity (0.87 ± 0.02); pH (5.87 ± 0.06); amount of myofibril (0.1792 ± 0.0038); amount of sarcomer (20 ± 1). For the physical characteristics a complete random design with factorial arrangement 4x3 was used; while the non-parametric Friedman design was used for the sensory attributes. The results showed that the concentration of papain and the time of immersion of the safflower meat influence the softening of the safflower meat; at higher concentration (25mL / L) and*

longer immersion time (30 min) a greater softening of both raw and fried safflower meat was achieved, as evidenced by the amount of sarcomere and myofibrilla (which was lower). Perceived by the panelists during the cut assessment and the perception of smoothness.

Keywords: *Papain, softening, sajino.*

1. Introducción

Actualmente las carnes de las región son consideradas nutritivas, sin embargo tienden a tener la textura más duras, desconociendo muchas veces que existe ablandadores de carnes que facilitan la cocción de la misma, la papaína es utilizada en determinadas operaciones y procesos correspondientes básicamente en el campo industrial (Teira,2006) y comercial pero, muchas veces se generan costos innecesarios debido al desconocimiento de la variedad de papaya que posee mayor cantidad de papaína así como una mejor actividad proteolítica para sus determinados usos. Dentro de su utilización como ablandador de carne es muy importante conocer cuánto de papaína podemos generar como región de Ucayali de acuerdo a la variedad de papaya más común en la región y cuan beneficioso puede ser en su actividad enzimática, Hasta ahora no se han emitido dichos estudios, muchas veces generada por el desinterés social que se refleja en nuestro medio.

La producción de papaya en la Región de Ucayali es una de las terceras actividades agrícolas de mayor importancia, limitándose su comercialización como fruto fresco. La papaya es considerado como fruto climatérico, de tal manera que al ser cosechado pintón estos alcanzan su madures plena en pocos días a temperatura no controlada, por lo que muchas veces se desperdician toneladas de papayas, durante las etapas de cosecha y comercialización y sin embargo la papaína una enzima presente en la fruta, produce ablandamiento de carne, mejorando la textura de las carnes. Esto motivó a plantear las siguientes preguntas: La actividad proteolítica de la papaína extraída de la papaya (Carica papaya) variedad común ¿será efectiva en el ablandamiento de la carne de sajino (Tayassu Tajacu)? ¿Cómo influye el estado de madures, sobre el rendimiento de la papaína?, ¿Cuál es la influencia de la papaína en las características sensoriales de la carne de sajino (Tayassu tajacu)?, ¿Cuál es la concentración adecuada de la papaína para la actividad proteolítica y el tiempo de inmersión para el ablandamiento de la carne?

La presente investigación titulada "Actividad proteolítica de la papaína extraída de la papaya (Carica papaya), variedad común en el ablandamiento de la carne de Sajino (Tayassu tajacu)", tiene como objetivos evaluar la actividad proteolítica de la papaína extraída de la papaya (Carica papaya) variedad común en el ablandamiento de la carne de sajino (Tayassu tajacu), caracterizar la papaya variedad común, cuantificar la papaína de la papaya variedad común, caracterizar la carne de sajino (Tayassu tajacu) pre tratamiento y post tratamiento, evaluar la actividad proteolítica de la papaína mediante la capacidad de retención de agua, pH, acidez, textura y atributos sensoriales, determinar la mejor concentración de papaína (10, 15, 20 y 25ml/l) y el tiempo de inmersión (15, 25 y 30 min) para actividad proteolítica y atributo sensorial y determinar el mejor tratamiento para obtener las características organolépticas favorables.

A partir de los resultados de la investigación permitirá contar con información sobre la concentración adecuada de la papaína para ser utilizada en el ablandamiento de carne de Sajino y otras especies silvestres de la Amazonia, así como los domesticados, beneficiados en forma industrial para el consumo humano.

2. Material y métodos

El ámbito de estudio de la investigación está ubicado geográficamente en la parte central de la zona oriental del Perú (región de selva baja), cuya altitud es de 195 m.s.n.m, limitando por el norte y sur con el distrito de Calleria y por el oeste con el distrito de Nueva Requena y campo verde. Políticamente pertenece al distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portilla, departamento de Ucayali. El desarrollo de la investigación se realizó teniendo como dato referencial la acción de la enzima denominada papaína, sobre la hidrólisis proteolítica de las carnes, convirtiendo carne duras en suaves.

La investigación, tiene como finalidad evaluar la actividad proteolítica de la papaína, enzima extraída de la papaya (Carica papaya) para el ablandamiento de la carne de sajino (Tayassu tajacu) en la Región de Ucayali, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo.

Se trata de una población finita tanto para los frutos de Papaya, como para la carne de Sajino, por las razones de que los registros de producción son limitados. En el caso de la Papaya se basó en los cultivos del fruto de la Asociación de Papayeros de la Región Ucayali, ubicados en el Caserío de Masisea, mientras que para la carne de Sajino se consideró la existente en los mercados de abasto de la ciudad de Pucallpa, entendiéndose que el Sajino es un roedor Silvestre existente en los bosques de la Amazonia y en algunos Zoocriaderos de la Región Ucayali. Se consideró como muestra en el caso de la Papaya 56 Kilogramos, equivalente a un aproximado de 30 papayas, se tomó como criterio seleccionar frutos verdes (Grado de maduración cero) de la variedad común de tamaño y peso semejantes, de los cuales se extrajo 250 ml de látex de Papaya, para el caso de la carne de Sajino se utilizaron 18 Kilogramos, lo cual nos permitió realizar todos los tratamientos planteados.

Los instrumentos que permitieron la recolección de los datos secundarios, fueron: Guía técnica documental, textos especializados, reportes de revistas especializadas. En la recolección de los datos primarios se realizaron a través de las mediciones de los instrumentos como el espectrofotómetro génesis de celdas, colorímetro CR400 konica minolta, refractómetro, equipo de titulación, pH-metro, calibrador pie de rey, microscopio 100x, centrifuga PLC serie k - 03 gemmy, balanza analítica AND HR-300.

Para el procesamiento estadístico: La recopilación de datos y las mediciones estadísticas, nos permitió cuantificar las relaciones entre las variables e indicadores, que permitieron verificar la hipótesis planteada. Para lo cual se utilizaron paquetes informáticos. Para realizar el análisis fisicoquímico, según los tratamientos se realizó en Microsoft Excel 2013, el software estadístico SPSS 21.0 y Statgraphics Centurión XV. Para determinar el efecto del tiempo de inmersión y la concentración de papaína en las

características fisicoquímicas, se optó por la prueba paramétrica por ser los datos cuantitativos, recurriendo al análisis de varianza (prueba de F), complementándose con la prueba de Tukey. Se consideró un nivel de significancia de 0,05.

Mientras tanto, para determinar el efecto del tiempo de inmersión y la concentración de papaína en los atributos sensoriales, se optó por la prueba no paramétrica por ser los datos cualitativos, recurriendo a la prueba de Friedman, complementándose con la prueba de Tukey. Se consideró un nivel de significancia de 0,05.

3. Resultados

3.1. Caracterización de la papaya variedad común

Tabla 01

Características físicas de la papaya.

Característica	Valores ¹
Color externo ² (coordenadas colorimétricas)	
L*	76,61 ± 4,50
a*	-13,92 ± 2,26
b*	75,00 ± 2,33
Color interno ² (coordenadas colorimétricas)	
L*	10,59 ± 5,09
a*	0,60 ± 0,09
b*	17,12 ± 3,16
Largo ² (cm)	14,25 ± 1,36
Ancho ² (cm)	10,97 ± 1,12
Peso ² (kg)	2,49 ± 0,27
Acidez ¹ (gasto de NaOH en mL)	6,36 ± 0,42
°Brix ¹ (%)	5,10 ± 0,07

¹ Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 6.

² Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 20.

Elaboración propia.

La tabla 1 muestra las características físicas de la papaya común, el parámetro L* (luminosidad) de la cáscara es menor que el valor determinado para la parte interna de la papaya.

Tabla 2
Concentración de la papaína en la papaya variedad común.

Lectura Espectrofotómetro				Concentración (mg papaína/g de Látex)				
Muestra 0, 12 g Látex	Muestra 0,20 g Látex	Abs Patrón	Patrón	(0,12 g de Látex)	(0,20 g de Látex)	Resultado		
M ₁ : 1829	A 2570	A 325	0,12	5,6277	4,7446	5,1862		
M ₂ : 1451	A 2820	A 325	0,12	4,4646	5,2062	4,8354		
M ₃ : 1691	A 2520	A 325	0,12	5,2031	4,6523	4,9277		
M ₄ : 1569	A 2560	A 325	0,12	4,8277	4,7262	4,7769		
M ₅ : 1777	A 2610	A 325	0,12	5,4677	4,8185	5,1431		

Concentración de papaína por g de Látex en la papaya variedad común: 4,9738 ± 0,1829 mg.g⁻¹

¹ El valor corresponde a la media ± SD, para n = 5.
Elaboración propia.

La tabla 2 muestra la concentración de papaína contenida en las muestras de papaya utilizadas en la investigación.

3.2. Caracterización de la carne de sajino

Tabla 3
Características fisicoquímicas de la carne de sajino.

Temperatura (°C)	28,2
CRA (%)	32,67 ± 3,06
Acidez (% de Ác Láctico)	0,82 ± 0,02
pH	5,87 ± 0,06
Color	
L*	52,52 ± 1,57
a*	12,07 ± 0,87
b*	8,83 ± 0,16
Miofibrilla	0,1854 ± 0,004
Sarcómero	20 ± 1

¹ El valor corresponde a la media ± SD, para n = 4.
Elaboración propia.

La tabla 3, muestra las características fisicoquímicas de la carne de sajino utilizadas como materia prima en el trabajo de investigación.

3.3. Evaluación de la actividad proteolítica de la papaína

3.3.1. Características fisicoquímicas de la carne de sajino post tratamiento

Tabla 4

Análisis de varianza para la cantidad de sarcómero

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Fc	Pv
Modelo	283,028	13	21,77	90,75	0,00
Concentración de látex	224,75	3	74,92	337,12	0,00
Tiempo de inmersión	46,06	2	23,03	95,99	0,00
Concentración x Tiempo de inmersión	12,17	6	2,03	8,45	0,00
Bloque	0,06	2	0,03	0,12	0,89
Residuo	5,28	22	0,24		
Total	288,31	35			

Elaboración propia.

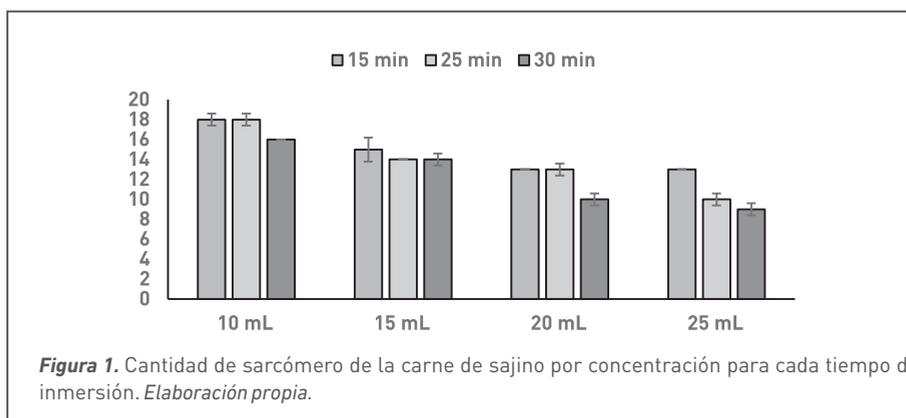
En la tabla 4, muestra el análisis de varianza realizado a la cantidad de sarcómero observado en la carne de sajino luego del tratamiento con diferente concentración de látex y tiempo de inmersión.

Tabla 5

Comparación múltiple de Tukey para la cantidad de sarcómero por concentración de látex.

Concentración de látex	Recuento	Promedio	Desviación estándar	Grupos Homogéneos
25 mL/L	9	10,67	0,16	a
20 mL/L	9	12,22	0,16	b
15 mL/L	9	14,33	0,16	c
10 mL/L	9	17,33	0,16	d

Elaboración propia.



La Figura 1, confirma la diferencia en la cantidad de sarcómero por concentración para cada tiempo de inmersión, lo que permite comparar gráficamente las cantidades de sarcómero.

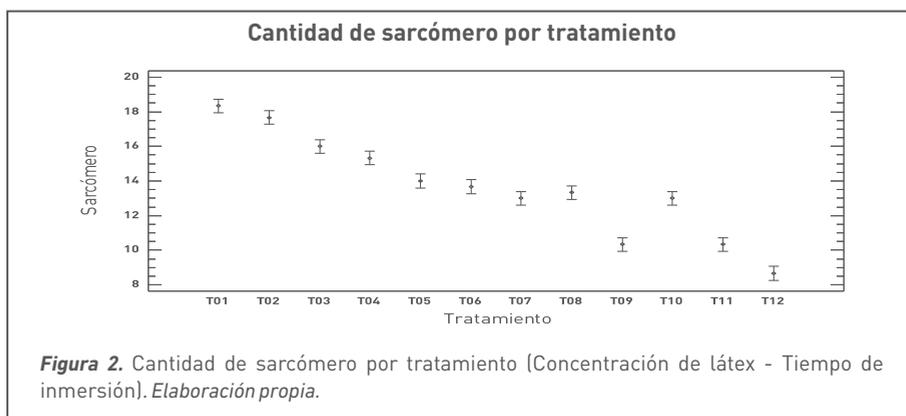
Tabla 7

Comparación múltiple de Tukey para la cantidad de sarcómero por tratamiento.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos		
T12	3	8,67	a		
T11	3	10,33	b		
T09	3	10,33	b		
T07	3	13,00		c	
T10	3	13,00		c	
T08	3	13,33		c	
T06	3	13,67		c	
T05	3	14,00	c	d	
T04	3	15,33		d	e
T03	3	16,00			e
T02	3	17,67			f
T01	3	18,33			f

Elaboración propia.

La tabla 7, muestra los resultados de la comparación múltiple de Tukey para la cantidad de sarcómero por tratamiento (concentración de látex - tiempo de inmersión).



La Figura 2 muestra el comportamiento de la cantidad de sarcómero por tratamiento (concentración de látex - tiempo de inmersión).

Tabla 8
Análisis de varianza para la cantidad de miofibrilla.

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Fc	Pv
Modelo	0.1026	13	0.0079	14.58	0.0000
Concentración de látex	0.0954	3	0.0318	58.66	0.0000
Tiempo de inmersión	0.0025	2	0.0012	2.27	0.1273
Concentración de látex*Tiempo de inmersión	0.0013	6	0.0002	0.40	0.8682
Bloque	0.0036	2	0.0018	3.33	0.0546
Residuo	0.0119	22	0.0005		
Total	0.1146	35			

Elaboración propia.

La tabla 8 muestra el análisis de varianza (ANVA) para la cantidad de miofibrilla de la carne de sajino tratada con diferente concentración de látex y a diferentes tiempos de inmersión.

Tabla 9
Comparación múltiple de Tukey para la cantidad de miofibrilla por concentración de látex.

Concentración de látex	Recuento	Promedio	Desviación estándar	Grupos Homogéneos
25 mL/L	9	0.0244	0.0078	a
20 mL/L	9	0.0883	0.0078	b
15 mL/L	9	0.1346	0.0078	c
10 mL/L	9	0.1596	0.0078	c

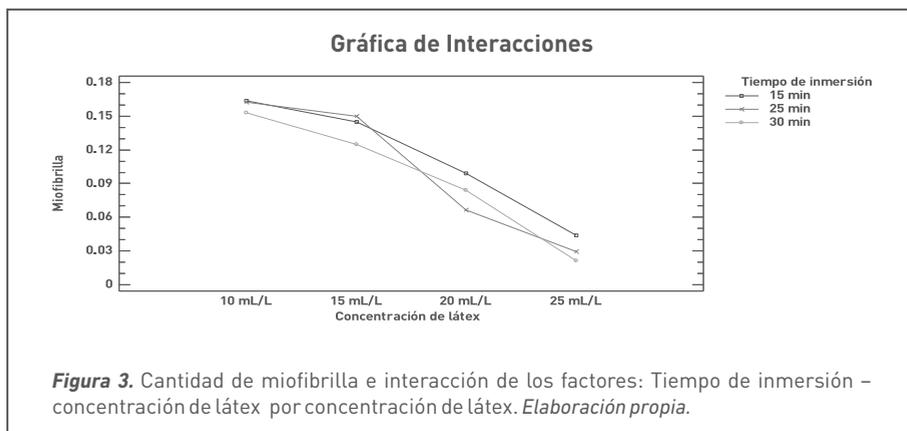
Elaboración propia.

Tabla 10
Comparación múltiple de Tukey para la cantidad de miofibrilla por tiempo de inmersión.

Tiempo de inmersión	Recuento	Promedio	Desviación estándar	Grupos Homogéneos
15 min	12	0.1117	0.006	a
25 min	12	0.1055	0.006	b
30 min	12	0.0957	0.010	c

Elaboración propia.

La tabla 9 y 10 muestran los resultados de la comparación múltiple de Tukey para la cantidad de miofibrilla por concentración de látex y el tiempo de inmersión respectivamente.



La Figura 3 muestra el comportamiento de los factores concentración de látex y el tiempo de inmersión, considerados como interacción para la cantidad de miofibrilla.

Tabla 11

Análisis de Varianza para la cantidad de miofibrilla por tratamiento.

Fuente de variación	S.C.	g.l.	C.M.	Fc	Pv
Tratamiento	0,0990	11	0,0090	16,63	0,00
Bloque	0,0036	2	0,0018	3,33	0,05
Residuo	0,0119	22	0,0054		
Total	0,1146	35			

Elaboración propia.

La tabla 11 muestra el análisis de varianza para la cantidad de miofibrilla de la carne de sajino sometida a los tratamientos en estudio (Concentración de látex - Tiempo de inmersión).

Tabla 12

Comparación múltiple de Tukey para la cantidad de miofibrillas por tratamiento.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T12	3	0.021	a
T11	3	0.027	a
T10	3	0.024	a
T09	3	0.071	b
T08	3	0.085	c
T07	3	0.107	c d e
T06	3	0.116	c d e f
T05	3	0.143	d e f
T04	3	0.145	e f g
T03	3	0.153	f g
T02	3	0.163	g
T01	3	0.163	g

Elaboración propia.

La tabla 12 muestra los resultados de la comparación múltiple de Tukey para la cantidad de miofibrilla de la carne de sajino por tratamiento.

Tabla 12
Análisis de varianza para el pH de la carne de sajino.

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Fc	Pv
Concentración de látex	0.246	3	0.082	24.01	0.0000
Tiempo de inmersión	0.005	2	0.003	0.73	0.4917
Concentración de látex*Tiempo de inmersión	0.013	6	0.002	0.62	0.7087
Bloque	0.012	2	0.006	1.71	0.2038
Residuo	0.075	22	0.003		
Total	0.35	35			

Elaboración propia.

La tabla 12 muestra el análisis de varianza (ANVA) para el pH de la carne de sajino tratada con diferente concentración de látex y a diferentes tiempos de inmersión.

Tabla 13
Comparación múltiple de Tukey para el pH por concentración de látex.

Concentración de látex	Recuento	Promedio	Desviación estándar	Grupos Homogéneos
10 mL/L	9	5.378	0.019	a
15 mL/L	9	5.533	0.019	b
20 mL/L	9	5.567	0.019	c
25 mL/L	9	5.589	0.019	c

Elaboración propia.

Tabla 14
Comparación múltiple de Tukey para el pH por tiempo de inmersión.

Tiempo de inmersión	Recuento	Promedio	Desviación estándar	Grupos Homogéneos
15 min	12	5.525	0.016855	a
25 min	12	5.525	0.016855	a b
30 min	12	5.5	0.016855	b

Elaboración propia.

Las tablas 13 y 14, muestran los resultados de la comparación múltiple de Tukey para el pH por concentración de látex y el tiempo de inmersión respectivamente

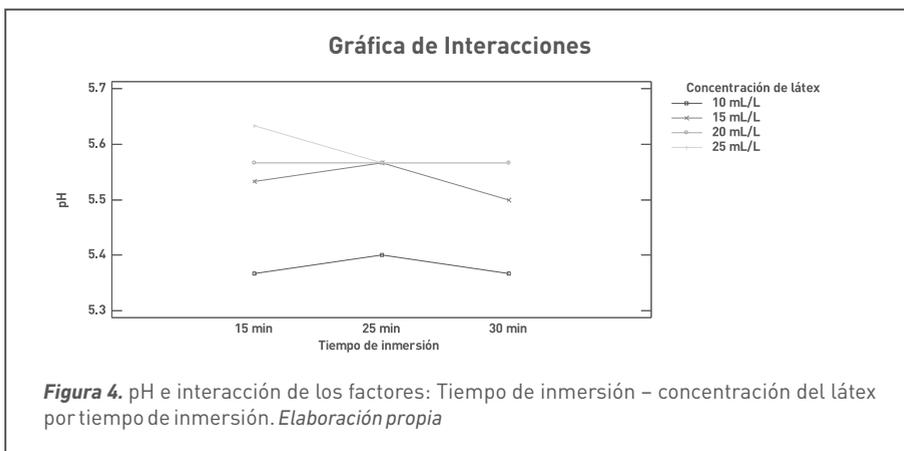


Tabla 14

Análisis de varianza para la CRA de la carne de sajino.

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Fc	Pv
Modelo	3441,33	13	264,18	218,39	0,00
Concentración de látex	3422,67	3	1140,89	941,23	0,00
Tiempo de inmersión	12,67	2	6,33	5,22	0,01
Concentración de látex*Tiempo de inmersión	3,33	6	0,56	0,46	0,83
Bloque	2,67	2	1,33	1,10	0,35
Residuo	26,67	22	1,21		
Total	3468,00	35			

Elaboración propia.

La tabla 14 muestra el análisis de varianza (ANVA) para la CRA de la carne de sajino tratada con diferente concentración de látex y a diferentes tiempos de inmersión.

Tabla 15

Comparación múltiple de Tukey para la CRA por concentración de látex.

Concentración de látex	Recuento	Promedio	Desviación estándar	Grupos Homogéneos
10 mL/L	9	43,33	0,37	a
20 mL/L	9	56,89	0,37	b
15 mL/L	9	63,56	0,37	c
25 mL/L	9	69,56	0,37	d

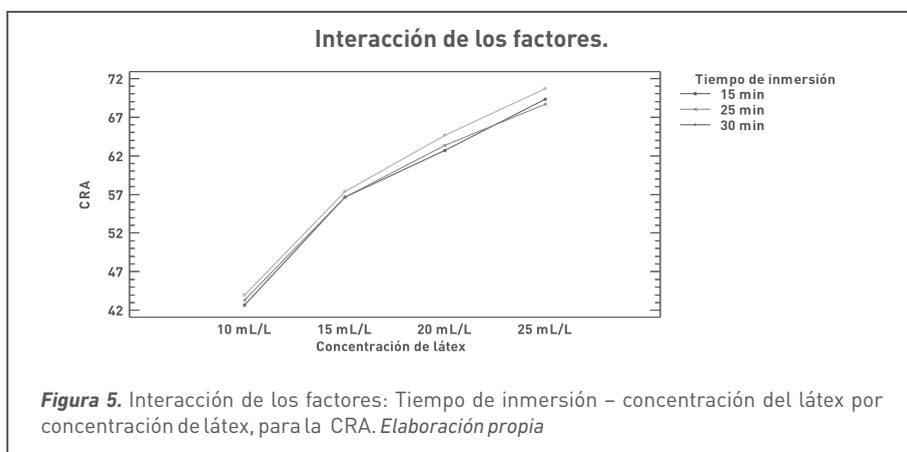
Elaboración propia.

Tabla 16
Comparación múltiple de Tukey para la CRA por tiempo de inmersión.

Tiempo de inmersión	Recuento	Promedio	Desviación estándar	Grupos Homogéneos
15 min	12	57,83	0,32	a
25 min	12	58,00	0,32	b
30 min	12	59,17	0,32	c

Elaboración propia.

Las tablas 15 y 16, muestran los resultados de la comparación múltiple de Tukey para la CRA por concentración de látex y el tiempo de inmersión respectivamente.



La figura 5 muestra el comportamiento de los niveles de los factores concentración de látex y el tiempo de inmersión, considerados como interacción para la CRA.

Tabla 17
Análisis de varianza para la acidez de la carne de sajino.

Fuente	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrado Medio	Fc	Pv
Modelo	0.016	13	0.001	3.73	0.0032
Concentración de látex	0.012	3	0.004	12.20	0.0001
Tiempo de inmersión	0.000	2	0.000	0.24	0.7886
Concentración de látex*Tiempo de inmersión	0.001	6	0.000	0.61	0.7229
Bloque	0.003	2	0.001	3.92	0.0350
Residuo	0.007	22	0.000		
Total	0.022	35			

Elaboración propia.

La tabla 17 muestra el análisis de varianza (ANVA) para la acidez de la carne de sajino tratada con diferente concentración de látex y a diferentes tiempos de inmersión.

Tabla 18

Comparación múltiple de Tukey para la acidez por concentración de látex.

Concentración de látex	Recuento	Promedio	Desviación estándar	Grupos Homogéneos		
15 mL/L	9	0.7822	0.00599	a		
10 mL/L	9	0.7977	0.00599	a	b	
20 mL/L	9	0.8133	0.00599		b	c
25 mL/L	9	0.8311	0.00599			c

Elaboración propia.

Tabla 19

Comparación múltiple de Tukey para la Acidez por tiempo de inmersión.

Tiempo de inmersión	Recuento	Promedio	Desviación estándar	Grupos Homogéneo		
15 min	12	0.8033	0.643334	a		
25 min	12	0.8083	0.643334	a	b	
30 min	12	0.8066	0.643334		b	

Elaboración propia.

Las tablas 18 y 19, muestran los resultados de la comparación múltiple de Tukey para la acidez por concentración de látex y el tiempo de inmersión respectivamente

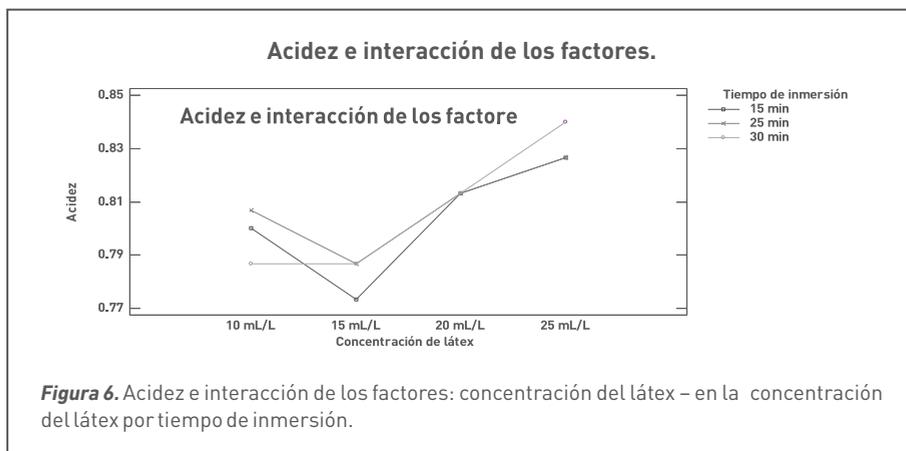


Figura 6. Acidez e interacción de los factores: concentración del látex - en la concentración del látex por tiempo de inmersión.

En la figura 6 se muestra la relación del tiempo de inmersión con la acidez en el comportamiento de los factores concentración de látex y el tiempo de inmersión, donde se observa un incremento de acidez en el tiempo de 25 min.

3.3.2. Características sensoriales de la carne de sajino pos tratamiento.

Tabla 20

Prueba de Friedman para la profundidad de corte (mm) de la carne de sajino crudo.

Tratamiento	Rango promedio
T01 - Carne en solución de papaína (10 mL/L) por 15 min	5,00
T02 - Carne en solución de papaína (10 mL/L) por 25 min	3,80
T03 - Carne en solución de papaína (10 mL/L) por 30 min	3,53
T04 - Carne en solución de papaína (15 mL/L) por 15 min	5,70
T05 - Carne en solución de papaína (15 mL/L) por 25 min	5,87
T06 - Carne en solución de papaína (15 mL/L) por 30 min	9,57
T07 - Carne en solución de papaína (20 mL/L) por 15 min	9,00
T08 - Carne en solución de papaína (20 mL/L) por 25 min	6,27
T09 - Carne en solución de papaína (20 mL/L) por 30 min	6,50
T10 - Carne en solución de papaína (25 mL/L) por 15 min	6,80
T11 - Carne en solución de papaína (25 mL/L) por 25 min	6,43
T12 - Carne en solución de papaína (25 mL/L) por 30 min	9,53
Estadísticos de contraste Prueba de Friedman	
N	15
Chi-cuadrado	63,028
Gl	11
Sig. asintót.	,000

Elaboración propia.

La carne de sajino tratada con diferente concentración de látex y sometida a diferentes tiempos de inmersión fue evaluada en estado crudo (fresco) y cocido (frito) por panelistas semi entrenados.

La tabla 20, muestra la prueba de Friedman, realizado a los resultados de la evaluación de la fuerza de corte de la carne de sajino efectuado por los panelistas.

Tabla 21

Prueba de Friedman para la puntuación obtenida para la carne de sajino crudo.

	Rango promedio
T01 - Carne en solución de papaína (10 mL/L) por 15 min	9,87
T02 - Carne en solución de papaína (10 mL/L) por 25 min	10,27
T03 - Carne en solución de papaína (10 mL/L) por 30 min	8,97
T04 - Carne en solución de papaína (15 mL/L) por 15 min	5,77
T05 - Carne en solución de papaína (15 mL/L) por 25 min	6,40
T06 - Carne en solución de papaína (15 mL/L) por 30 min	6,53
T07 - Carne en solución de papaína (20 mL/L) por 15 min	5,03
T08 - Carne en solución de papaína (20 mL/L) por 25 min	7,40
T09 - Carne en solución de papaína (20 mL/L) por 30 min	5,20
T10 - Carne en solución de papaína (25 mL/L) por 15 min	4,13
T11 - Carne en solución de papaína (25 mL/L) por 25 min	5,20
T12 - Carne en solución de papaína (25 mL/L) por 30 min	3,23
Estadísticos de contraste Prueba de Friedman	
N	15
Chi-cuadrado	73,252
gl	11
Sig. asintót.	,000

Elaboración propia.

La prueba de Friedman realizada reporta la existencia de una influencia altamente significativa de los tratamientos en la puntuación de suavidad percibida por los panelistas al realizar el corte a la carne de sajino cruda.

Tabla 22
Prueba de comparación múltiple de Tukey para la puntuación de la carne cruda

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T12	15	1,47			
T10	15	1,73	1,73		
T07	15	2,00	2,00		
T09	15	2,00	2,00		
T11	15	2,00	2,00		
T04	15	2,13	2,13		
T05	15	2,27	2,27	2,27	
T06	15	2,33	2,33	2,33	
T08	15		2,60	2,60	2,60
T03	15			3,07	3,07
T01	15				3,33
T02	15				3,33

Elaboración propia.

Las tablas 21 y 22, muestran respectivamente la prueba de Friedman y la prueba de comparación múltiple de Tukey para la puntuación asignada a cada corte realizado por los panelistas.

a. Análisis de resistencia de dureza de corte de la carne de sajino frito

Tabla 23
Prueba de Friedman para la profundidad de corte de la carne frita.

	Rango promedio
T01 - Carne en solución de papaína (10 mL/L) por 15 min	2,50
T02 - Carne en solución de papaína (10 mL/L) por 25 min	3,10
T03 - Carne en solución de papaína (10 mL/L) por 30 min	3,00
T04 - Carne en solución de papaína (15 mL/L) por 15 min	5,93
T05 - Carne en solución de papaína (15 mL/L) por 25 min	8,57
T06 - Carne en solución de papaína (15 mL/L) por 30 min	6,17
T07 - Carne en solución de papaína (20 mL/L) por 15 min	7,57
T08 - Carne en solución de papaína (20 mL/L) por 25 min	6,13
T09 - Carne en solución de papaína (20 mL/L) por 30 min	8,13
T10 - Carne en solución de papaína (25 mL/L) por 15 min	8,57
T11 - Carne en solución de papaína (25 mL/L) por 25 min	8,77
T12 - Carne en solución de papaína (25 mL/L) por 30 min	9,57
Estadísticos de contraste – Prueba de Friedman	
N	15
Chi-cuadrado	87,142
gl	11
Sig. asintót.	0,000

Elaboración propia.

La tabla 23 muestra la prueba de Friedman, realizado a los resultados de la evaluación de la fuerza de corte de la carne de sajino frito efectuado por los panelistas.

Tabla 24

Prueba Friedman para la puntuación de la fuerza de corte de la carne frita.

	Rango promedio
T01 - Carne en solución de papaína (10 mL/L) por 15 min	10,13
T02 - Carne en solución de papaína (10 mL/L) por 25 min	9,67
T03 - Carne en solución de papaína (10 mL/L) por 30 min	9,27
T04 - Carne en solución de papaína (15 mL/L) por 15 min	5,60
T05 - Carne en solución de papaína (15 mL/L) por 25 min	6,00
T06 - Carne en solución de papaína (15 mL/L) por 30 min	4,93
T07 - Carne en solución de papaína (20 mL/L) por 15 min	5,93
T08 - Carne en solución de papaína (20 mL/L) por 25 min	7,70
T09 - Carne en solución de papaína (20 mL/L) por 30 min	4,73
T10 - Carne en solución de papaína (25 mL/L) por 15 min	5,90
T11 - Carne en solución de papaína (25 mL/L) por 25 min	4,73
T12 - Carne en solución de papaína (25 mL/L) por 30 min	3,40
Estadísticos de contraste - Prueba de Friedman	
N	15
Chi-cuadrado	74,152
gl	11
Sig. asintót.	,000

Elaboración propia.

Tabla 25

Comparación múltiple de Tukey para la puntuación de la fuerza de corte de la carne frita.

Tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
T12	15	1,60			
T09	15	2,00			
T11	15	2,00			
T06	15	2,07	2,07		
T04	15	2,27	2,27		
T10	15	2,27	2,27		
T07	15	2,33	2,33		
T05	15	2,40	2,40	2,40	
T08	15		2,93	2,93	2,93
T03	15			3,27	3,27
T02	15				3,40
T01	15				3,80

Elaboración propia.

Las tablas 24 y 25, muestran respectivamente la prueba de Friedman y la prueba de comparación múltiple de Tukey para la puntuación asignada a cada corte de la carne de sajino frita realizado por los panelistas.

4. Discusión

La concentración ($4,9738 \pm 0,1829$ mg.g⁻¹) encontrada en la papaya variedad común es mayor a los valores reportados (2,60 g.L⁻¹ y 2,50 g.L⁻¹) por Gutiérrez et al., (2014) para la variedad Red Lady, la diferencia podría ser a que se trata de otra variedad, además, no reporta sobre otros parámetros como color del fruto tanto externo como interno.

Los valores de los parámetros de color para la carne de sajino son cercanos a la carne de vacuno. Sin embargo, la luminosidad es menor comparado con la carne de conejo; para el caso del parámetro a* el valor para la carne de sajino es menor que el de la carne caprino, según lo reportado por Texeira et al., (2011), quienes determinaron los parámetros colorimétricos para la carne de vacuno (L*: 34,30; a*: 13,93; b*: 6,95), caprino (L*: 39,50; a*: 16,00; b*: 9,50), conejo (L*: 54,40; a*: 3,15; b*: 8,35).

La temperatura de la carne de sajino empleado en la investigación es ligeramente elevada (28,2°C) y el pH ligeramente bajo ($5,87 \pm 0,06$), valor que difiere ligeramente de lo reportado por Texeira et al., (2011) para la carne de vacuno (pH: 5,92), caprino (pH: 5,18) y conejo (pH: 5,38). El valor de pH de la carne de sajino podría tener efecto en el ablandamiento de la carne por activación de las catepsinas; además, el pH muscular es un factor importante que influye en la terneza (Young y Foote, 2000; Zerouala y Stickland, 2013). La temperatura alta tiene influencia en la maduración, especialmente durante las primeras 24 horas tras el sacrificio (Dransfield, et al., 1992). Por otro lado, la CRA de la carne de sajino fue de ($32,67 \pm 3,06$), este valor es similar a la del conejo (CRA: 32,89), pero mayor a lo determinado en vacuno (CRA: 26,11) y caprino (CRA: 21,64) según lo reportado por Texeira et al., (2011). La capacidad de retención del agua de las proteínas es un factor que influye sobre la terneza (Dransfield, et al., 2014).

La prueba de comparación múltiple de Tukey para los factores: Concentración de látex y temperatura. Muestra que conforme disminuye la concentración de látex, la cantidad de sarcómero de la carne de sajino disminuye, o también, a mayor concentración de látex menor cantidad de sarcómero; luego, la cantidad de sarcómero es inversamente proporcional a la concentración de látex.

A mayor concentración de látex hay mayor ruptura a nivel muscular del sarcómero, lo que trae como consecuencia la disminución de la cantidad de sarcómero; por tanto, la dureza de la carne se ve afectada (Sánchez et al., 2010). La concentración de látex influye de manera significativa ($P_v < 0,05$) en el CRA de la carne de sajino sometido a los tratamientos considerados en el estudio; del mismo modo lo hace el tiempo de inmersión ($P_v < 0,05$). De interés mayor es el efecto de la interacción, que en este caso es no significativo ($P_v > 0,05$).

En condiciones normales, el agua se encuentra atrapada dentro de las estructuras de la célula unidas a las proteínas, incluyendo el espacio intra y

extramiofibrilar, es por ello, que los cambios en la arquitectura celular influyen sobre la habilidad de la célula muscular de retener agua (Huff-Lonergan y Lonergan, 2013) citado por Edward y Group II 2014.

El pH del músculo es uno de los principales factores que afectan la CRA. El pH al cual el CRA es mínima (pH;5) corresponde al punto isoeléctrico de las proteínas musculares. Sin embargo, la CRA de la carne no depende únicamente del pH sino de otros factores como el acortamiento de la fibra, la velocidad de glucólisis y la cantidad de ATP degradado (Hamm, 2000 citado por Edward y Group II 2014).

El ablandamiento de la carne se desarrolla en los tejidos conectivos, el uso de ácidos débiles, como el vinagre y el limón, son un método tradicional que facilita el hinchamiento del colágeno, rompiendo los puentes de hidrogeno de sus fibras. También se emplean enzimas ablandadoras de origen vegetal, y la más utilizada es la papaya, que degrada diversas proteínas tisulares como el glucogeno, la elastina y miofibrillas. El látex de la papaya verde (Carica Papaya) es el que se emplea con mayor frecuencia en los ablandadores artificiales (Brooks, Klasing y Regestein, 2013, citado Ferrao; Jibai 2014).

5. Conclusiones

- Las características físicas de los frutos de papaya utilizados en la investigación fueron: Parámetros colorimétricos externos del fruto: L* (26,61 ± 4,50); a* (-13,92 ± 2,26); b* (15,00 ± 2,33). Parámetros colorimétricos internos del fruto: L* (40,59 ± 5,09); a* 0,60 ± 0,09); b* (27,12 ± 3,16). El índice de madurez de los frutos de papaya utilizados fue: 0,80, se trató de frutos verdes a partir de los cuales se logró extraer el látex. Los frutos verdes de papaya son la fuente que proporciona la mayor cantidad de látex, siempre que los cortes para la extracción sean superficiales.
- La concentración de papaína presente en la papaya verde variedad común fue de 4,9738 ± 0,1829 mg.g⁻¹. Este valor podría variar según la variedad, madurez y procedencia del fruto. La concentración de papaína en el látex de la papaya verde hace de este fruto tenga mejores oportunidades de aprovechamiento agroindustrial.
- La característica de la carne de sajino empleado en la investigación fue: CRA (123,33 ± 5,77); Acidez (0,87 ± 0,02); pH (5,87 ± 0,06); cantidad de miofibrilla (0,1792 ± 0,0038); cantidad de sarcómero (20 ± 1). El pH y la acidez es un indicador de que el animal no estuvo fatigado, lo cual tiene incidencia en la terneza y ablandamiento de la carne. Estas características son similares a otros tipos de carnes, por lo que la carne de sajino constituye un complementar en la dieta proteica del poblador amazónico.
- La concentración de papaína y el tiempo de inmersión de la carne de sajino influyen en el ablandamiento de la carne de sajino; a mayor concentración (25mL/L) y mayor tiempo de inmersión (30 min) se logró un mayor ablandamiento de la carne de sajino tanto crudo como frito, esto se evidenció

con la cantidad de sarcómero y miofibrilla (que fue menor) lo cual fue percibido por los panelistas durante la evaluación de corte y la percepción de suavidad.

6. Referencias

- Dransfield, E., Etherington, D. J. y Taylo, A. J. (2014). Modelling post-mortem tenderisation—II: Enzyme changes during storage of electrically stimulated and non-stimulated beef. *Meat Science. Volume 31, Issue 1*, Pages 75–84. Recuperado de [http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740\(92\)90073-D](http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(92)90073-D)
- Edward y Group III. 2014. *Factores que afectan la actividad Proteolítica*. Estados Unidos.
- Ferrao y Jibai (2014). *Obtención y determinación de la actividad proteolítica de las enzimas de papaya*. Perú. Recuperado de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/763/1/tesis-05.pdf>
- Gutiérrez, G., Velásquez, V. E. y Ferre, J. R. (2014). *Determinación del efecto de maduración de la lechosa (Carica papaya L.) sobre la concentración de papaína*. Recuperado de <http://www.uru.edu.ve/Web/cyt/cyt/2008.pdf>.
- Sánchez, V. (2010). *Evolución post mortem de parámetros indicativos de calidad en carne de vacuno, Australia*. Recuperado de http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11156/UOV0075TVSS_1.pdf?sequence=1
- Texeira et al., (2011). Universidad Estadual do Ceará – UECE/FAVET y Instituto CENTEC, Fortaleza, tomo II- 598-600.
- Young, O. A. y Foote, D. M. (2000). Further studies on bovine muscle composition. *Meat Science Volume 11, Issue 3*, Pages 159–170. Recuperado de [http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740\(84\)90035-4](http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(84)90035-4)
- Zerouala, A. C. y Stickland, N. C. (2013). Cattle at risk for dark-cutting beef have a higher proportion of oxidative muscle fibres. *Meat science*, 29(3), 263-270. Recuperado de [http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740\(91\)90055-U](http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(91)90055-U)