



Efecto De La Incorporación de Proteína Aislada de Ajonjolí (*Sesamum Indicum* L.) en Las Propiedades Bromatológicas y Sensoriales de Queso Costeño

Effect Of The Incorporation Of Isolated Protein From Sesame (*Sesamum Indicum* L.) On The Bromatological And Sensory Properties Of Costeño Cheese

***Alcázar Orozco, Hader¹; Martínez Camacho, Santiago²; Montero Castillo, Piedad³;
Acevedo Correa, Diofanor ⁴; Rodríguez Meza, Jhon ⁵**

¹Universidad de Cartagena, Grupo de Investigación en Innovación y Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial Ave. del Consulado #Calle 30 No. 48 152, Cartagena de Indias, Bolívar. *Correo electrónico: halcazaro@unicartagena.edu.co,

 [ORCID: https://orcid.org/0009-0002-5230-5271](https://orcid.org/0009-0002-5230-5271)

²Universidad de Cartagena, Grupo de Investigación en Innovación y Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial Ave. del Consulado #Calle 30 No. 48 152, Cartagena de Indias, Bolívar. Correo electrónico:

smartinezc6@unicartagena.edu.co  [ORCID: https://orcid.org/0009-0004-5230-1179](https://orcid.org/0009-0004-5230-1179)

³Universidad de Cartagena, Grupo de Investigación en Innovación y Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial Ave. del Consulado #Calle 30 No. 48 152, Cartagena de Indias, Bolívar. Correo electrónico: pmonteroc@unicartagena.edu.co

 [ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7148-5285](https://orcid.org/0000-0001-7148-5285)

⁴Universidad de Cartagena, Grupo de Investigación en Innovación, Administración e Ingeniería, Ave. del Consulado #Calle 30 No. 48 152, Cartagena de Indias, Bolívar. Correo electrónico: dacevedoc1@unicartagena.edu.co .

 [ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1364-7044](https://orcid.org/0000-0002-1364-7044)

⁵Universidad del Sinú Elías Bechara Zainum, Seccional Cartagena, Cartagena – Colombia. Dirección postal: Av. transv. 54 No 30 453, Cartagena, Docente, Grupo de Investigación en Nutrición y Dietética GIND. Correo electrónico:

jrodriguez3@unicartagena.edu.co,  [ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0430-0484](https://orcid.org/0000-0003-0430-0484)

Recibido: octubre 27 de 2023; Aceptado: 24 de agosto de 2024

RESUMEN

El uso de proteínas vegetales ha tenido una demanda creciente en los últimos años, entre estas, la proteína aislada de ajonjolí, debido a que contiene una cantidad adecuada de aminoácidos esenciales como la metionina, cisteína, valina, leucina y triptófano que son aminoácidos limitantes en algunas

**Alcázar Orozco, Hader¹; Martínez Camacho, Santiago²; Montero Castillo, Piedad³;
Acevedo Correa, Diofanor ⁴; Rodríguez Meza, Jhon ⁵**

proteínas. Por ello, teniendo en cuenta la pérdida de proteína durante el proceso de desuerado en la elaboración del queso y la alta producción de ajonjolí en la costa caribe colombiana, se evaluó la incorporación de la proteína aislada de ajonjolí (PAA), con el fin de ofrecer esta nueva aplicación y la posibilidad de aumentar el contenido proteico del queso costeño. Para ello, la proteína fue extraída mediante operaciones como el prensado, mezclado, centrifugación, precipitación, liofilización y luego añadida a la cuajada siguiendo un diseño unifactorial con cuatro niveles (0, 2, 4 y 8%), adicionalmente fueron realizados análisis bromatológicos, microbiológicos y sensoriales. Los tratamientos exhibieron un contenido de proteína del 16-22,4%, un bajo contenido de lípidos y un incremento de la humedad con la incorporación de PAA. Microbiológicamente los tratamientos fueron aptos para su consumo y en relación a los atributos sensoriales exhibieron una puntuación aceptable, a excepción del sabor y color del tratamiento con 8% de PAA. La incorporación de proteína aislada de ajonjolí afectó significativamente la bromatología de los tratamientos, sin embargo, hubo una relación inversamente proporcional entre el contenido de PAA y calidad sensorial. En consecuencia, y de acuerdo a los resultados exhibidos el tratamiento con 2% de PAA fue el más adecuado.

Palabras clave: Queso, ajonjolí, análisis bromatológico, proteína aislada, Sensorial.

Autor correspondencia: * Alcázar
Orozco Hader, Correo electrónico:
halcazaro@unicartagena.edu.co

ABSTRACT

19

**Alcázar Orozco, Hader¹; Martínez Camacho, Santiago²; Montero Castillo, Piedad³;
Acevedo Correa, Diofanor ⁴; Rodríguez Meza, Jhon ⁵**

The use of vegetable proteins has been in growing demand in recent years, including sesame protein isolate, because it contains an adequate amount of essential amino acids such as methionine, cysteine, valine, leucine and tryptophan, which are limiting amino acids in some proteins. Therefore, taking into account the loss of protein during the draining process in the production of cheese and the high production of sesame on the Colombian Caribbean coast, the incorporation of sesame protein isolate (PAA) was evaluated in order to offer this new application and the possibility of increasing the protein content of coastal cheese. For this purpose, the protein was extracted through operations such as pressing, mixing, centrifugation, precipitation, freeze-drying and then added to the curd following a single-factorial design with four levels (0, 2, 4 and 8%); additionally, bromatological, microbiological and sensory analyses were performed. The treatments exhibited a protein content of 16-22.4%, a low lipid content and an increase in moisture with the incorporation of PAA. Microbiologically the treatments were fit for consumption and in relation to sensory attributes they exhibited an acceptable score, with the exception of flavor and color of the treatment with 8% PAA. The incorporation of sesame protein isolates significantly affected the bromatology of the treatments; however, there was an inversely proportional relationship between PAA content and sensory quality. Consequently, and according to the results shown, the treatment with 2% PAA was the most adequate.

Keywords: Cheese, sesame, bromatological analysis, protein isolate, Sensorial.

INTRODUCCIÓN

Las proteínas se utilizan tradicionalmente en la elaboración de productos alimenticios tanto por su valor nutricional, como por sus propiedades funcionales. Estas últimas representan un conjunto de propiedades tanto tecnológicas como organolépticas que inciden sobre el producto final (Ouyang *et al.*, 2021). La funcionalidad de las proteínas vegetales es una característica indispensable para su aplicación, como lo son el balance de aminoácidos y la ausencia de factores antinutricionales, además de su disponibilidad y costo (Kumar *et al.*, 2021). Para lograr satisfacer la demanda creciente de proteínas alimentarias es necesario seguir explorando nuevas fuentes (Day, 2013; Kotecka-Majchrzak *et al.*, 2020). En la actualidad, las más usadas son las proteínas de soya, cualquier desarrollo comercial debe, por tanto, ser capaz de competir con ella. Actualmente, la atención de las proteínas vegetales aisladas se ha centrado principalmente en las semillas oleaginosas de algodón, maní, colza, soja y girasol (Kumar *et al.*, 2021; Schweiggert-Weisz *et al.*, 2020; Day, 2013). Sin embargo, el ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*) siendo una semilla importante dentro de las oleaginosas con un alto contenido de proteína (20-25%) y gran funcionalidad (Gandhi y Srivastava, 2007) ha recibido poca atención en el país,

particularmente cuando diferentes parámetros de producción expresan que la proteína aislada de ajonjolí (máximo 90-95% según el método de extracción) podría usarse en formulaciones de alimentos para mejorar las composiciones nutricionales, dado que su proteína contiene una cantidad adecuada de aminoácidos esenciales como la metionina, cisteína, valina, leucina y triptófano que son aminoácidos limitantes en algunas proteínas vegetales (Fasuan *et al.*, 2018; Essa *et al.*, 2015; Kanu *et al.*, 2007; Gandhi y Srivastava, 2007).

En Colombia, el ajonjolí es cultivado mayormente en la Región Caribe y utilizado en productos de panadería y dulcería, es producido en altas cantidades y puede representar una alternativa económicamente interesante para obtener otro producto de mayor valor agregado, como es un aislado proteico, que podría ser incorporado a diversos alimentos, sea para mejorar su calidad nutricional o propiedades funcionales y tecnológicas (Saini *et al.*, 2017, Aloba, 2001; López *et al.*, 2003). Sólo en el departamento de Bolívar, el cultivo de ajonjolí tuvo un promedio de 1860 hectáreas cosechadas y una producción promedio de 1405 toneladas en el periodo 2013-2017, ocupando el 62,5% de la producción nacional. Dentro de este departamento se

destacaron cuatro municipios, siendo estos Córdoba, Zambrano, El Carmen de Bolívar y San Jacinto con 53,8%, 4,7%, 3,1% y 0,9%, respectivamente, de la producción del país (Minagricultura, 2020). En estos municipios, el 42,7% de su población rural depende de diversos cultivos dentro de los que encuentra el ajonjolí, de los cuales dependen más de 450 familias productoras de este alimento (Aguilera, 2014). No obstante, estas no tienen el conocimiento de las diversas aplicaciones alimentarias que podría ofrecer el ajonjolí ya que la mayor parte de la cosecha es utilizada en productos de panadería y dulcería (Tejada, 2018). Por ende, la extracción de la proteína aislada puede generar un valor agregado a este cultivo en el país.

Por otra parte, el queso costeño es un producto tradicional de la Región Caribe colombiana, con un mercado altamente competitivo, una importante demanda en el país con un consumo nacional de 1,5 kg por persona, de acuerdo a lo registrado en el año 2019 (Portafolio, 2019); y posee un relevante contenido de materia grasa, sal y humedad (Gutiérrez *et al.*, 2017). Una de las principales problemáticas en su elaboración, radica en el rendimiento proteico al momento de ser procesado (Masotti *et al.*, 2016), ya que una parte importante de la proteína

queda en el lactosuero. El lactosuero es el líquido que se drena durante el proceso de obtención de quesos tras la separación de la cuajada y posee alrededor del 55 % de los sólidos de la leche, principalmente proteína (25%), lo que lo convierte en un residuo importante que disminuye la cantidad de nutrientes de los quesos (Mazorra-Manzano y Moreno-Hernández, 2019; Pinchao, *et al.*, 2024). El queso elaborado puede tener aproximadamente un 19-20 % de proteína (Ballesta, 2014), porcentaje que se encuentra por debajo en comparación con otras fuentes como carne de res, y pollo (Hammad *et al.*, 2019) que hacen parte de la dieta colombiana. Esto evidentemente deja ver la cantidad importante de proteína que se pierde en el suero lácteo obtenido después del desuerado y el bajo contenido de proteína resultante en los quesos, por ende, este valor proteico se podría aumentar significativamente mediante la adición de otra fuente.

A partir de esto, se han realizado diversos estudios para aumentar el nivel proteico del queso, mediante la utilización de polvos concentrados obtenidos a partir de leche y lactosuero (Masotti *et al.*, 2016), y también a partir de fuentes de origen vegetal, entre las que se encuentran semillas oleaginosas y cereales (Paximada *et al.*, 2020). Además,

estudios recientes a nivel internacional han investigado la incorporación de proteínas de origen vegetal en este tipo de alimentos y han logrado avances significativos. Por ejemplo, Paximada *et al.*, (2020), lograron adaptar las propiedades nutricionales, físicas y mecánicas de un queso cheddar bajo en grasa, con la aplicación de proteínas aisladas de arroz y calabaza utilizando técnicas como la emulsión doble. Otro estudio realizado por Aly *et al.*, (2020), evaluó el efecto del polvo de semilla de sésamo en la microestructura y algunas propiedades del labneh, un tipo de queso árabe, logrando un aumento en su contenido de grasa, proteína y cenizas. Sin embargo, en Colombia existen pocos estudios donde se incorporen proteínas vegetales, como la proteína aislada de ajonjolí, en productos lácteos. Por consiguiente, es pertinente para el área de ingeniería de alimentos desarrollar este tipo de investigaciones, las cuales dan a conocer el potencial aprovechamiento de este cultivo, y a su vez contribuye a la producción de alimentos más nutritivos para la población colombiana.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente, este trabajo de grado tuvo como objetivo evaluar el efecto bromatológico, microbiológico y sensorial de la adición de proteína aislada de ajonjolí (PAA) en queso costeño. Además de realizar el proceso de extracción e incorporación de PAA en diferentes concentraciones en este derivado lácteo. Este proyecto fue realizado en Cartagena de Indias (Colombia) en las instalaciones de la Universidad de Cartagena, y se enmarca en la línea de investigación ciencia y tecnología de los alimentos del grupo de investigación en Innovación y Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial (IDAA) de la Universidad de Cartagena.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Obtención de harina de ajonjolí desengrasada.

La obtención de harina de ajonjolí desengrasada se realizó de acuerdo con la

metodología de Torres Juárez (2002) con algunas modificaciones. El proceso inició con la recepción de 6 kg de ajonjolí proveniente del municipio de Córdoba (Bolívar), a esta materia prima se le extrajeron los desechos y cuerpos extraños y posteriormente se sometió a un descascarillado. Posteriormente las semillas fueron sometidas a un secado en horno convencional a 110 °C durante 10 minutos. Una vez descascarillado, fue utilizada una prensa con un rango de presión de 1200-1400 kg/cm², que permitió la extracción de la mayor proporción de aceite de esta semilla; el cual fue drenado y recolectado en un contenedor. Luego de este proceso se obtuvo una pasta de ajonjolí parcialmente desgrasada, con un contenido aproximado entre 1 - 20 % de grasa. Seguido se inició una molienda, donde se obtuvo una pasta rica en proteínas y aceite residual, a la cual se extrajo la mayoría de la grasa remanente por acción del solvente hexano en un equipo Soxhlet. La grasa separada fue recolectada y la harina obtenida se tamizó con malla de 150 micrómetros de luz. De la etapa anterior, se obtuvieron 3 kg de harina rica en proteínas, la cual fue utilizada para obtener la PAA por precipitación.

2. Extracción y análisis bromatológico de proteína aislada de ajonjolí (PAA)

La extracción de proteína aislada fue realizada teniendo en cuenta la metodología de Sharma et al., (2016) con ligeras modificaciones. Inicialmente la harina de ajonjolí desengrasada fue mezclada con agua desionizada en una proporción 1:10 (100 gr por cada 1000 ml) y agitada magnéticamente durante 1 hora mientras se ajustó el pH a 11 con NaOH al 1M. Seguidamente, esta mezcla fue centrifugada a 5000 rpm por 15 minutos, con el fin de precipitar nutrientes presentes no necesarios. El sobrenadante resultante fue recolectado y ajustado a un pH de 4,5 con HCL al 1M, para nuevamente centrifugarlo (5000 rpm x 15 min) y obtener el precipitado resultante que será la PAA obtenida. Por último, esta fue ajustada a un pH de 7 con NaOH (1M) y llevada a ultracongelación a -80°C para posteriormente ser liofilizada hasta secar completamente. Como producto final se obtuvieron 600 g de concentrado proteico de ajonjolí el cual se caracterizó mediante un análisis bromatológico de proteína (995.04), lípidos (948.15), humedad (952.08), cenizas (942.05) y fibra (962,09) de acuerdo con la AOAC (2005). El porcentaje

de carbohidratos se halló por diferencia (Ecuación 1).

3. Elaboración del queso costeño

La elaboración de queso costeño se llevó a cabo teniendo en cuenta la metodología de González-Morelo *et al.*, (2018) y Tirado *et al.*, (2016) con algunas adaptaciones. Para este proceso se utilizaron 60 L de leche cruda de vaca proporcionada por Coolechera (Cartagena, Colombia) filtrada y con una temperatura de 25°C aproximadamente, también se realizaron análisis fisicoquímicos para verificar el estado de entrada de la leche (Grasa: 5,73%; Lactosa: 4,08%; Solidos totales: 7,08%; Proteína: 2,61%). Inicialmente fue adicionado cloruro de calcio (CaCl₂) en una relación del 2% v/v y fue dejada en reposo por 20 minutos. Una vez pasado el tiempo se le añadió el cuajo líquido (Marschall, Danisco) siguiendo las indicaciones del fabricante y dejando la leche en reposo durante 30 minutos para la formación de la cuajada. Una vez obtenida,

fue cortada usando liras con longitudes de corte aproximadas de 1,5 cm y se dejó reposar los cubitos por 20 minutos para drenar la mayor cantidad de lactosuero y recoger la cuajada. Después fue separada en 4 partes, a las cuales se les añadió 1,5% de sal (NaCl) y el porcentaje de aislado proteico establecido a cada queso en relación % P/P (porcentaje peso/peso), teniendo en cuenta el diseño de experimento descrito en la Tabla 4. Por último, cada una de las partes fue dispuesta en moldes con agujeros, para ser prensadas durante 1,5 horas aproximadamente y llevadas a refrigeración de 4-6°C previamente empacado. Con respecto a las formulaciones, estas se realizaron con base en el diseño unifactorial presentado en la Tabla 4, con cuatro niveles, por lo que se obtuvieron 4 muestras experimentales, siendo la proteína aislada de ajonjolí (PAA) el factor y los niveles fueron de 0, 2, 4 y 8%, de manera similar a la metodología propuesta por Lu *et al.*, (2010).

Tabla 4. Diseño unifactorial del queso costeño

Tratamiento	PAA (%)
T1 (control)	0
T2	2
T3	4
T4	8

Fuente: (Autores).

4. Análisis bromatológicos y fisicoquímicos del queso.

Se determinaron los porcentajes de humedad, grasa, proteínas y cenizas

teniendo como referencia las técnicas de la A.O.A.C (2005) con ligeras modificaciones. La determinación de carbohidratos fue calculada por diferencia una vez obtenidos los resultados de los demás análisis (Ec. 1).

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ grasa} + \% \text{ proteína} + \% \text{ cenizas})$$

Ecuación (1)

Con respecto a los análisis fisicoquímicos, El análisis de acidez de los quesos ensayados se realizó tomando de referencia la guía de (Colunga, 2022). Inicialmente se maceró el queso con un mortero de porcelana con agua destilada, con el fin de que se disuelva por completo, después se filtró esta solución para ser titulada. Una vez obtenido el filtrado, fueron tomados 10 ml de esta solución y se

le agregaron 3 gotas de fenolftaleína para titular con NaOH al 0,11 N hasta el color rosado pálido característico. Posteriormente con la cantidad de mililitros gastados en la bureta fue realizado cálculo de la acidez con la ecuación 5. Este proceso se realizó por triplicado para cada una de las muestras de queso costeño con PAA.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{\text{Gasto de volumen en la bureta} * \text{Factor de conversion}}{\text{ml de la muestra}} * 100$$

Ecuación (2)

Por último, La determinación de pH de los quesos fue llevada a cabo según el procedimiento descrito por (López et al, 2015), donde inicialmente se trituró en un mortero 10 gramos de cada muestra y se mezcló en un Beaker con 20 ml de agua destilada previamente calentada a 70°C. Luego se dejó en reposo hasta 20°C y se tomaron las medidas de pH por triplicado a través de un pH-metro.

5. Análisis microbiológicos

Se realizaron los recuentos de coliformes (30°C) (NTC 4458:1998), conteo de mohos y levaduras (NTC 5698-1), Estafilococos coagulasa positiva (NTC 4779), *Salmonella* (NTC 4574) y *Listeria monocytogenes* (NTC 4666) a todos los quesos costeños con proteína aislada de ajonjolí teniendo en cuenta los límites permitidos por la NTC 750 (Tercera actualización).

6. Análisis sensoriales

La evaluación se realizó implementando un panel de 50 consumidores habituales teniendo en cuenta las indicaciones dadas por la GTC 293 de 2018. La aceptación del queso costeño se evaluó basándose en las características sensoriales (Color, Olor, Sabor y Aceptabilidad general), donde fue empleada una escala hedónica de 5 puntos con los siguientes descriptores: Me desagrada mucho = 1, Me desagrada un poco = 2, ni me gusta ni me desagrada = 3,

Me gusta = 4 y Me gusta mucho = 5. Las muestras fueron presentadas al panel identificadas con números aleatorios de tres cifras.

7. Análisis estadístico

Los datos obtenidos en los análisis anteriores fueron tratados utilizando el software estadístico STATGRAPHICS (Statgraphics Centurion Version 16.1.15, Chicago, EE.UU.) mediante un análisis de varianza (ANOVA) con una diferencia significativa del 5% ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Análisis bromatológico PAA

Los análisis bromatológicos realizados al aislado proteico (Tabla 2) mostraron resultados similares al estudio de Sharma *et al.*, (2016), con ligeras diferencias en el

contenido de humedad, lípidos y carbohidratos totales, las cuales pueden darse debido al cultivar utilizado y las modificaciones en la metodología de aislamiento utilizada.

Tabla 2. Análisis bromatológico de PAA.

Análisis	PAA obtenida	PAA (Sharma <i>et al.</i> , 2016)
Proteína (%)	89,02 ±0,01	90,50 ±1,50
Lípidos (%)	0,39 ±0,05	0,08 ±0,03
Cenizas (%)	2,28 ±0,02	2,08 ±0,85
Humedad (%)	5,46 ±0,02	6,86 ±0,35
Carbohidratos (%)	2,35 ±0,02	0,81 ±0,06

Fuente: Autores

2. Análisis bromatológicos y fisicoquímicos

Con respecto a las muestras de queso ensayadas (Tabla 3), fueron diferentes en todos los nutrientes al compararlas con la

muestra control (T1). Concretamente, el contenido de proteína obtenido de los ensayos fue mayor, con valores del 16%,

18,4% y 22,4% para T2, T3 y T4 respectivamente. Esto evidencia una proporción directa entre la cantidad de aislado proteico añadido y el porcentaje de proteína de las muestras, aumentando así el valor de este nutriente en el queso costeño. Resultados similares fueron obtenidos por Kumar *et al.*, (2010), donde al incorporar proteína aislada de soya a un queso bajo en grasa llamado “Paneer”, el contenido de proteína fue mayor a la muestra control y por El Sayed (1997) que obtuvo un aumento en el nitrógeno total utilizando tres aislados proteicos de garbanzo, cacahuete y sésamo en queso procesado. También Rinaldoni *et al.*, (2014) enriqueció un queso suave con proteína aislada de soya y Alu’datt *et al.*, (2012) obtuvo resultados similares añadiendo proteína aislada de cebada en pan pita. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que la adición de PAA aumenta el contenido de proteína total del queso costeño, incluso llegando a niveles de alimentos como la carne de pollo, res y cordero ricos en este nutriente (Hammad *et al.*, 2019). La adición de PAA disminuyó los porcentajes de lípidos con respecto al control, con valores del 27,69%, 25,68% y 23,53% para T2, T3 y T4 respectivamente. Esto se atribuye al rendimiento dado por la proteína aislada de ajonjolí, ya que el

aumento del contenido de proteína y humedad se ve reflejado en el porcentaje de lípidos. Los estudios de Aly *et al.*, (2020), Al-Anbari *et al.*, (2021) y Kumar *et al.*, (2010) muestran resultados similares, el primero implementando polvo de semilla de sésamo en queso labneh, el segundo adicionando polvo de semilla de lupino en queso suave y el tercero incorporando proteína aislada de soya a un queso Paneer bajo en grasa. El contenido de cenizas mostró una ligera disminución entre los tratamientos, teniendo T2 mayor valor (4,66%) que el control y no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras T3 y T4. Rinaldoni *et al.*, (2014) obtuvo resultados similares al incorporar proteína de soya concentrada en queso suave.

Los análisis de humedad de las muestras ensayadas fueron mayores al control en todos los casos evaluados, esto podría explicarse debido al posible aumento en la retención de agua impartida por la PAA a las muestras. El trabajo de Rinaldoni *et al.*, (2014) mostró similitud al adicionar proteína de soya concentrada en queso suave. El contenido total de carbohidratos de los quesos fue inversamente proporcional a la cantidad de PAA añadida, siendo mayor la muestra control con un 1,67 %. La disminución se debe a que la interacción

PAA-agua provoca un desplazamiento de este nutriente. En el trabajo realizado por Bermudez-Beltrán *et al.*, (2020) se muestran resultados similares en queso Petit Suisse incorporado con polvo de hoja de moringa. Adicionalmente, el aumento de proteínas en la matriz del queso provoca una baja cantidad de presencia de carbohidratos (Grasso *et al.*, 2022). Con respecto a las propiedades fisicoquímicas (Tabla 6), el pH aumentó significativamente respecto al control, resultados similares a los reportados

por Al-Anbari *et al.*, (2021) al incorporar polvo de lupino en queso suave en el día cero de almacenamiento. El pH de la proteína aislada de ajonjolí fue de aproximadamente $7 \pm 0,1$ por lo que posiblemente se vio afectado el queso costeño, haciendo que este aumente. El porcentaje de acidez de los quesos ensayados fue inversamente proporcional a la cantidad de PAA añadida, el estudio realizado por Aly *et al.*, (2020) muestran resultados similares en labneh bajo en grasa.

Tabla 3. Análisis bromatológico y fisicoquímico de quesos con PAA.

Análisis	T1	T2	T3	T4
Proteína (%)	14,20 \pm 0,8 ^a	16,00 \pm 0,9 ^b	18,40 \pm 0,5 ^c	22,40 \pm 0,9 ^d
Lípidos (%)	32,27 \pm 0,06 ^d	27,69 \pm 0,00 ^c	25,68 \pm 0,01 ^b	23,53 \pm 0,04 ^a
Cenizas (%)	3,92 \pm 0,4 ^c	4,66 \pm 0,3 ^d	3,85 \pm 0,3 ^a	3,84 \pm 0,4 ^a
Humedad (%)	47,92 \pm 0,2 ^a	50,00 \pm 0,1 ^b	52,26 \pm 0,2 ^d	50,51 \pm 0,7 ^c
Carbohidratos (%)	1,67 \pm 0,00 ^a	0,90 \pm 0,00 ^b	0,80 \pm 0,00 ^c	0,15 \pm 0,00 ^d
pH	5,02 \pm 0,01 ^a	5,11 \pm 0,06 ^a	5,22 \pm 0,02 ^b	5,38 \pm 0,07 ^c
Acidez (%)	0,138 \pm 0,00 ^b	0,213 \pm 0,04 ^d	0,165 \pm 0,00 ^c	0,096 \pm 0,00 ^a

T1 (control), T2 (2% PAA), T3 (4% PAA), T4 (8% PAA). Medias dentro de una fila seguida de la misma letra no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). Fuente: Autores.

3. Análisis microbiológicos

Los análisis microbiológicos realizados a las muestras (tabla 4) se encontraron por debajo de los límites permitidos por la NTC 750. Los coliformes totales fueron <100 UFC/g para todos los quesos ensayados, resultados similares a los de Aly *et al.*, (2020). La presencia de estos microorganismos en los

primeros días de elaboración del producto evalúa la eficiencia en los tratamientos térmicos efectuados a la leche. En el análisis de mohos y levaduras, todos los tratamientos mostraron conteos <10 UFC/g cuyo valor cumple con lo establecido en la NTC 750. Esto evidencia la baja contaminación en la elaboración del producto y buenas prácticas

de manufactura, evitando así la contaminación cruzada.

Por otro lado, Todos los quesos tuvieron un conteo de <10 UFC/g de *Estafilococos coagulasa positiva*, lo que indica la buena manipulación que ha tenido el producto. Este microorganismo es común encontrarlo en queso debido a la manipulación del producto al momento de ser procesado, aun así, no es asociado muy a menudo con enfermedades alimentarias (Leong *et al.*, 2014). Por último, hubo ausencia de *Salmonella* y *Listeria monocytogenes* en todas las muestras; se ha evidenciado la presencia de estos

microorganismos en alimentos contaminados a través del agua, animales, el suelo o una mala higienización del lugar donde fue elaborado (Ryser, 2011; Crump & Wain, 2017). *L. monocytogenes* en lácteos causa enfermedades como listeriosis en personas inmunocomprometidas, infantes y mujeres embarazadas; mientras que *Salmonella* sp. causa salmonelosis en viajeros y niños, con síntomas como diarrea. Por ende, los alimentos que contengan estos microorganismos no son aptos para el consumo (NTC 750, 2009; Leong *et al.*, 2014; Ryser, 2011; Crump & Wain, 2017).

Tabla 4. Análisis microbiológico de quesos con PAA.

Análisis	T1	T2	T3	T4	NTC 750
Coliformes (30°C) (UFC/g)	<100	<100	<100	<100	1000
Mohos y levaduras (UFC/g)	<10	<10	<10	<10	500
Estafilococos coagulasa positiva (UFC/g)	<10	<10	<10	<10	100
Detección de <i>Salmonella</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Detección <i>Listeria monocytogenes</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

T1 (control), T2 (2% PAA), T3 (4% PAA), T4 (8% PAA). Fuente: Autores.

4. Análisis sensorial

El análisis sensorial (Figura 1) es importante para determinar la aceptabilidad del producto al compararlo con productos similares ya conocidos. La muestra control (T1) obtuvo las mejores puntuaciones en todas las características sensoriales evaluadas, sin embargo, todas las puntuaciones fueron

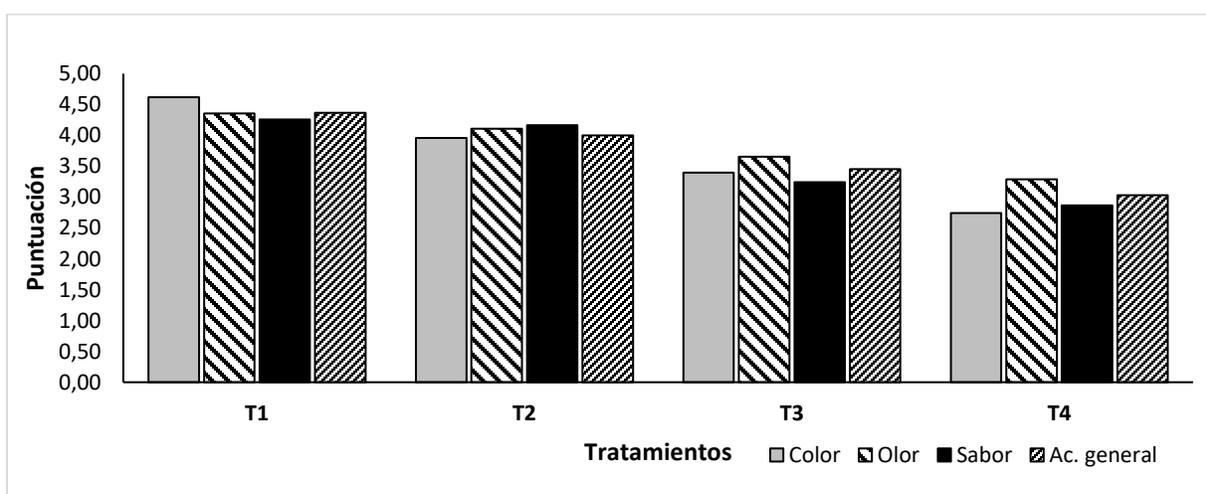
aceptables (por encima de 3) excepto el sabor y color de la muestra T4. Los atributos analizados mostraron una relación inversamente proporcional con la incorporación de PAA. En el caso de T4, el color y sabor estuvieron por debajo de la puntuación aceptable (2,74 y 2,87 respectivamente) mientras que el olor y la

aceptabilidad general tuvieron valores aceptables (3,29 y 3,03 respectivamente). Estos resultados son similares a los estudios de Kumar *et al.*, (2010) y El Sayed (1997) en Paneer bajo en grasa y queso procesado respectivamente. De hecho, Se ha demostrado que uno de los limitantes en la utilización de aislados proteicos en quesos es el sabor sensorial, el cual es afectado negativamente cuando son utilizados altos niveles de proteína (Ouyang *et al.*, 2021).

De los tres quesos con PAA, el tratamiento T2 tuvo la mayor puntuación en todos los atributos evaluados, indicando una relación inversamente proporcional. de PAA añadida al queso y la aceptabilidad del producto. Omrani *et al.*, (2020) obtuvieron resultados similares con mezclas de proteína de

guisante y concentrado de proteína de leche en queso feta sin suero, observando que su segundo tratamiento (MP2) tuvo los mejores atributos sensoriales. Aly *et al.*, (2020), también comprobó que había una menor aceptación en labneh al aumentar la cantidad de polvo de semilla de sésamo añadido. Además, en los estudios de El-Sayed (2020) y Bhat *et al.*, (2021) se muestra de igual manera una disminución de los atributos sensoriales al aumentar los porcentajes, tanto de polvo de espinaca en queso suave ultrafiltrado, como de polvo de rábano en queso Kradi respectivamente. En general, estos resultados nos indican que es posible utilizar porcentajes de PAA por debajo del 4% sin afectar en gran medida los atributos del queso costeño.

Figura 1. Análisis sensorial de los quesos con PAA.



T1 (control), T2 (2% PAA), T3 (4% PAA), T4 (8% PAA). Fuente: Autores.

CONCLUSIONES

La incorporación de proteína aislada de ajonjolí afectó significativamente los porcentajes de proteína, lípidos y humedad, sin embargo, no influyó significativamente en el contenido de cenizas y carbohidratos en comparación al queso costeño tradicional. Además, todos los tratamientos se encontraron dentro de los rangos permitidos por la normatividad (NTC 750), lo cual indica que son aptos para el consumo humano.

A pesar del aumento significativo del contenido de proteína de los tratamientos, con la adición de concentraciones elevadas de PAA se pierden atributos sensoriales característicos del queso costeño como el sabor y color, importantes para la percepción del consumidor. En consecuencia, y de acuerdo a los resultados exhibidos el tratamiento T2 con incorporación de un 2% de PAA, fue el más adecuado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilera, M. La economía de los Montes de María. (2014). *Economía & Región*. 8(1), 91–141. ISSN-e 2539-2093.
- Al-Anbari, I. H., Khairi, Sh. R., & Hassan, L. K. Study the Physicochemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Soft Cheese Incorporated with Lupine (*Lupinus albus* L.) Powder in Different Proportion. (2021). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 761(1), 012124.
- Alobo, A. P. Effect of sesame seed flour on millet biscuit characteristics. (2001). *Plant Foods for Human Nutrition* 56(2), 195-202.
- Alu'datt, M. H., Rababah, T., Ereifej, K., Alli, I., Alrababah, M. A., Almajwal, A., ... Alhamad, M. N. Effects of barley flour and barley protein isolate on chemical, functional, nutritional and biological properties of Pita bread. (2012). *Food Hydrocolloids* 26(1), 135–143.
- Aly, A. A., Refaey, M. M., Hameed, A. M., Sayqal, A., Abdella, S. A., Mohamed, A. S., ... Ismail, H. A. Effect of Sesame Seeds powder with Different Ratio on Microstructural and Some Properties of Low Fat Labneh. (2020). *Arabian Journal of Chemistry*, 7572-7582.
- Ballesta, I. Evaluación de la calidad del queso costeño elaborado con diferentes

tipos de cuajo (animal y microbiano) y la adición o no de cultivos lácticos (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* y *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*). 2014.

Crump, J. A., & Wain, J. Salmonella. (2017). *International Encyclopedia of Public Health*, 425–433.

Day, L. Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security. (2013). *Trends in Food Science & Technology* 32(1), 25–42.

El Sayed, M. M. Use of plant protein isolates in processed cheese. 1997. *Food / Nahrung* vol. 41(2), 91-95. ISSN 1521-3803.

El-Sayed, Samah M. Use of spinach powder as functional ingredient in the manufacture of UF-Soft cheese. 2020. *Heliyon* vol. 6, no. 1, e03278. ISSN 2405-8440.

Fasuan, Temitope O.; Gbadamosi, Saka O. Y Omobuwajo, Taiwo O. Characterization of protein isolate from *Sesamum indicum* seed: In vitro protein digestibility, amino acid profile, and some functional properties. 2018. *Food Science &*

Nutrition vol. 6, no. 6, 1715-1723. ISSN 2048-7177.

Gandhi, A. P., & Srivastava, J. Studies on the production of protein isolates from defatted sesame seed (*Sesamum indicum*) flour and their nutritional profile. (2007). *ASEAN Food Journal* 14(3), 175.

Grasso, N., Bot, F., Roos, Y. H., Crowley, S. V., Arendt, E. K., & O'Mahony, J. A. The influence of protein concentration on key quality attributes of chickpea-based alternatives to cheese. (2022). *Current Research in Food Science*, 2004-2012.

GTC 293 de 2018. ANÁLISIS SENSORIAL, guía general para la realización de pruebas hedónicas con consumidores en un área controlada [Anónimo]. ICONTEC. Disponible en: <<https://tienda.icontec.org/gp-analisis-sensorial-metodologia-guia-general-para-la-realizacion-de-pruebas-hedonicas-con-consumidores-en-un-area-controlada-gtc293-2018.html>>. Consultado: 4 de junio de 2023.

Gutiérrez, C., Quintero, R., Burbano, I., Simancas, R. Modelo de quesería artesanal bajo un signo distintivo en el Caribe colombiano: caso Atlántico.

- (2017). *Revista Lasallista De Investigación* Vol. N° 1, 72-83.
- Hammad, H. H. M., Jin, G., Ma, M., Khalifa, I., Shukat, R., Elkhedir, A. E., ... Noman, A. E. Comparative characterization of proximate nutritional compositions, microbial quality and safety of camel meat in relation to mutton, beef, and chicken. (2019). *LWT*, 108714.
- Kotecka-Majchrzak, K., Sumara, A., Fornal, E., & Montowska, M. Oilseed proteins – Properties and application as a food ingredient. (2020). *Trends in Food Science & Technology* 106, 160–170.
- Kumar, S. S., Balasubramanian, S., Biswas, A. K., Chatli, M. K., Devatkal, S. K., & Sahoo, J. Efficacy of soy protein isolate as a fat replacer on physico-chemical and sensory characteristics of low-fat paneer. (2010). *Journal of Food Science and Technology* 48(4), 498–501.
- Leong, W. M., Geier, R., Engstrom, S., Ingham, S., Ingham, B., & Smukowski, M. Growth of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157:H7, and *Staphylococcus aureus* on Cheese during Extended Storage at 25°C. (2014). *Journal of Food Protection* 77(8), 1275–1288.
- Lu, X., Schmitt, D., & Chen, S. Effect of sesame protein isolate in partial replacement of milk protein on the rheological, textural and microstructural characteristics of fresh cheese. (2010). *International Journal of Food Science & Technology* 45(7), 1368–1377.
- López, Gabriela et al., Development of a liquid nutritional supplement using a *Sesamum indicum* L. protein isolate. (2003). *LWT - Food Science and Technology* vol. 36(1), 67-74. ISSN 0023-6438.
- Manoj Kumar, Maharishi Tomar, Jayashree Potkule, Reetu Verma, Sneh Punia, Archana Mahapatra, Tarun Belwal, Anil Dahuja, Shourabh Joshi, Mukesh K. Berwal, Varsha Satankar, Anilkumar G. Bhoite, Ryszard Amarowicz, Charanjit Kaur, John F. Kennedy. Advances in the plant protein extraction: Mechanism and recommendations. (2021). *Food Hydrocolloids* Vol. 115, 106595. ISSN 0268-005X.
- Masotti, F.; Cattaneo, S.; Stuknyté, M.; De Noni, I. An analytical approach to reveal the addition of heat-denatured whey proteins in lab-scale cheese making.

(2016). *Food Control* Vol 63, 28-33. ISSN: 0956-7135.

Mazorra-Manzano, M. Á., & Moreno-Hernández, J. M. Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal. (2019). *CienciaUAT* 14(1), 133-144.

Minagricultura. Plan departamental de extensión agropecuaria 2020-2023. 2020. Disponible en: [https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/PublishingImages/Paginas/PD EA/Bolivar.pdf](https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/PublishingImages/Paginas/PD%20EA/Bolivar.pdf). Consultado: 23 de febrero de 2021.

NTC. NTC 750 (Cuarta actualización). (2009). Norma técnica colombiana.

Omrani Khiabani, N., Motamedzadegan, A., Naghizadeh Raisi, S., & Alimi, M. Chemical, textural, rheological, and sensorial properties of wheyless feta cheese as influenced by replacement of milk protein concentrate with pea protein isolate. (2020). *Journal of Texture Studies*, 51(3), 488–500.

Ouyang, H., Kilcawley, K. N., Miao, S., Fenelon, M., Kelly, A., & Sheehan, J. J. Exploring the potential of polysaccharides or plant proteins as structuring agents to

design cheeses with sensory properties focused toward consumers in East and Southeast Asia: a review. (2021). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–14.

Paximada, P., Howarth, M., & Dubey, B. N. Double emulsions fortified with plant and milk proteins as fat replacers in cheese. (2020). *Journal of Food Engineering*, 110229.

Pinchao López, J. C., & Viteri Álava, C. del S. (2024). Evaluación de las características sensoriales de un queso fresco con aceite microencapsulado de microalga *parachlorella kessleri*. @limentech, *Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, 22(1), 26–42. <https://doi.org/10.24054/limentech.v22i1.2861>

Portafolio. Consumo de queso sigue creciendo en Colombia. (2019). Disponible en: <https://www.portafolio.co/negocios/consumo-de-queso-sigue-creciendo-en-colombia-530645>. Consultado: 23 de febrero de 2021.

Rinaldoni, A. N., Palatnik, D. R., Zaritzky, N., & Campderrós, M. E. Soft cheese-like product development enriched with soy protein concentrates. (2014). *LWT - Food Science and Technology*, 55(1), 139–147.

Ryser, E. T. Pathogens in Milk | *Listeria monocytogenes*. (2011). *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 81–86.

SAINI, Charanjiv Singh; Sharma, Harish Kumar Y Sharma, Loveleen. Thermal, structural and rheological characterization of protein isolate from sesame meal. 2017. *Journal of Food Measurement and Characterization* vol. 12(1), 426-432. ISSN 2193-4134.

Schweiggert-Weisz, U., Eisner, P., Bader-Mittermaier, S., & Osen, R. Food proteins from plants and fungi. (2020). *Current Opinion in Food Science*.

Sharma, L., Singh, C., & Sharma, H. K. Assessment of functionality of sesame meal and sesame protein isolate from Indian cultivar. (2016). *Journal of Food Measurement and Characterization* 10(3), 520–526.

Tejada, M. Estudio sobre grano de ajonjolí (*Sesame indicum* sp.) y su procesamiento en la actualidad. (2018). Escuela de ciencias básicas tecnología e ingeniería, Universidad Nacional Abierta Y A Distancia – UNAD.

Torres Juárez, M. C. Proceso para la obtención de un aislado proteico de

ajonjolí mediante solubilización, ultrafiltrado y precipitación. (2002). Disponible en: <https://patents.google.com/patent/WO2004026038A1/es>. Consultado: 23 de febrero de 2021.