

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE UNA MERMELADA DE PIÑA (*ANANAS SATIVUS*) CON ADICIÓN DE FIBRA DIETÉTICA OBTENIDA DE SUBPRODUCTOS DE FRUTAS

Edith María Moreira Chica¹, Ricardo Ramón Montesdeoca Parraga^{1*}, Nelson Enrique Mendoza Ganchozo¹, José Belisario Vera Vera², Karen Johana Piloso Chávez³

¹Carrera de Agroindustria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

²Carrera de Computación, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

³Carrera de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

*Autor para correspondencia: ricardomontesdeoca1982@gmail.com

Recibido: 2021/08/03

Aprobado: 2021/09/16

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i25.718>

RESUMEN

En la fabricación de productos alimentarios siempre se busca obtener productos nutritivos, como lo es la mermelada, que se elabora tradicionalmente a partir de frutas y que cuenta con una gran aprobación en los consumidores por su alto contenido de fibras, donde en muchas ocasiones se incorporan subproductos procedentes de residuos agrícolas para la elaboración de estos alimentos como alternativas dietéticas. Esta investigación tuvo como objetivo elaborar mermelada funcional a partir de la adición de tres tipos de fibras de frutas (piña, papaya y guineo) a tres concentraciones (20, 25 y 30%); las cáscaras y pulpas de frutas se analizaron bromatológicamente previo a la fase experimental. La adición de fibra se realizó en estado de cocción con la mermelada de piña, a temperatura de 60-70 °C en baño maría; se mantuvo la cocción de la mezcla durante 45'. El producto final se sometió a análisis bromatológicos (pH, humedad, ceniza, proteína y fibra); sensorial (aparición, aroma, sabor y textura) y microbiológicos (*E. coli*, *Salmonella*, hongos y mohos). Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA). El menor valor de pH 3.32 fue para C2 (fibra de guineo + 25% de concentración de fibra), humedad 17.75% para el testigo (100% pulpa), ceniza 0.40% para el tratamiento A1 (fibra de piña + 20% concentración de fibra, mayor valor de proteína 0.44% para B3 (fibra de papaya + 30% de concentración de fibra). El mayor valor de fibra total fue encontrado en los tratamientos donde se utilizó fibra de piña a tres concentraciones diferentes (A1, A2, A3) con promedio 0.17%. El análisis sensorial reportó como mejor tratamiento C2, cuyo análisis económico de costo total de producción fue de \$ 7,74. El análisis microbiológico no reportó presencia de microorganismos en los mejores tratamientos (A3 y C2).

Palabras clave: Cáscara, mermelada, fibra, nutritiva, funcional

ABSTRACT

In the manufacture of food products, it is always sought to obtain nutritious products, such as jam, which is traditionally made from fruits and which is widely approved by consumers due to its high fiber content, wherein many cases by-products from agricultural residues are incorporated for the preparation of these foods as dietary alternatives. The objective of this research was to elaborate functional jam from the addition of three types of fruit fibers (pineapple, papaya, and banana) at three concentrations (20, 25, and 30%); fruit peels and pulps were dermatologically analyzed prior to the experimental phase. The addition of fiber was carried out while it was cooked with the pineapple jam, at a temperature of 60-70 °C in a water bath, the mixture was cooked for 45'. The final product was subjected to bromatological analyzes (pH, humidity, ash, protein, and fiber); sensory (appearance, aroma, taste, and texture), and microbiological (*E. coli*, *Salmonella*, fungi, and molds). A completely randomized design (DCA) was used. The lowest value of pH 3.32 was for C2 (banana fiber + 25% fiber concentration), humidity 17.75% for the Control (100% pulp),



ash 0.40% for treatment A1 (pineapple fiber + 20% concentration of fiber, higher protein value 0.44% for B3 (papaya fiber + 30% fiber concentration). Higher total fiber value was found in the treatments where pineapple fiber was used at three different concentrations (A1, A2, A3) with an average of 0.17%. The sensory analysis was reported as the best treatment C2, whose economic analysis of total production cost was \$ 7.74. The microbiological analysis did not report the existence of microorganisms in the best treatments (A3 and C2).

Keywords: Peel, jam, fiber, nutritious, functional

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de diversos tipos de alimentos funcionales de bajo nivel energético y con alto contenido en fibra ha ocupado en los últimos años un lugar preponderante en la industria alimentaria. Esto es debido al creciente interés de los consumidores por una dieta más sana y nutritiva que favorezca el consumo de alimentos con un adecuado valor nutritivo y evite el exceso de algunos macronutrientes con alto contenido calórico, como azúcares y grasas (Khandpur *et al.*, 2020).

Las mermeladas son productos de gran aceptación entre los consumidores y se elaboran tradicionalmente a partir de frutas que además de azúcar utilizan como edulcorante la sacarosa; este aditivo podría ocasionar problemas de salud por ingesta excesiva. Por consiguiente, la obtención de alimentos funcionales puede representar una alternativa dietética, con las mismas características sensoriales y organolépticas que un alimento convencional, proporcionando una mejor nutrición que ofrezca beneficios a la salud (Ruiz y Segura, 2019).

En este sentido, actualmente la industria alimentaria busca el uso de subproductos procedentes de residuos agrícolas para la elaboración de alimentos dietéticos. Concretamente, para la elaboración de productos como la mermelada dietética, se utilizan ciertos tipos de fibras de frutas que están caracterizados por un mínimo contenido en grasa y azúcares (Salazar y Campos, 2014). En los últimos años, este tipo de mermeladas elaboradas a base de pulpa incluyen fibra dietética concentrada de un modo sofisticado; en el proceso de elaboración del producto, se adiciona la fibra en forma de residuos procedentes de cáscaras y otras partes deshidratadas y/o molidas. La cáscara, además, por poseer fibras dietéticas contribuye a mejorar la textura y sabor del producto final (Dussán *et al.*, 2020).

En cuanto a composición, es importante indicar que la piel o cáscara de las frutas son los elementos que poseen mayor concentración de fibra, vitamina A, C, complejo B, pectina y caroteno (Pauca, 2020). Sucintamente, para la elaboración de mermelada de piña es necesario el contenido de sólidos solubles, pectina y ácidos, por cuanto estos definen la formación de un gel consistente y digerible. El contenido de azúcares y ácidos es determinado por el grado de maduración de la piña, siendo su control indispensable al momento de seleccionar dicha fruta (Camayo *et al.*, 2020).

Algunos autores, como Alpizar y Elisondo (2019) expresan que la piña tiene elevado contenido de agua y un mínimo valor calórico; así, 100 g de piña proporcionarían sólo 55 cal y su composición en fibra es de 1.5 g, lo suficiente para otorgarle cierto efecto laxante que ayude a regular las funciones intestinales. En la literatura también se han reportado los valores de fibra de cáscara de banano maduro (10.3% de fibra cruda) y de piña (12.5%). "En otro estudio se analizó la composición química de nueve cáscaras de fruta, presentando mayor nivel de humedad la

cáscara de papaya, que además destacaba por tener un mayor contenido proteico" (Cornejo *et al.*, 2020).

Salazar *et al.* (2019) definen que la mermelada dietética de fruta es un producto que presenta menos del 45% de concentración de solutos, y es un producto de bajo aporte calórico en la dieta (bajo contenido en azúcares). Además, es obtenido por cocción y concentración de una o más frutas, incluyendo edulcorantes, sustancias gelificantes y acidificantes naturales.

Se ha encontrado también que algunas frutas y vegetales poseen un mayor contenido de FD (fibra dietética) y una mejor proporción de fibra soluble e insoluble, logrando una relación balanceada en ambas fracciones. Esto provoca que aumente su interés en su uso alimentario y nutricional como fuente de FD para el ser humano (Reyes y Canto, 2020).

Entre los compuestos funcionales de los alimentos, la fibra dietética es uno de los componentes más estudiados, dada la relación que existe entre fibra y salud; por ejemplo para el control del colesterol y prevención de algunas enfermedades como diabetes y obesidad, varios autores (Vargas *et al.*, 2019; Rojas *et al.*, 2019) expresan que el desecho de frutas está principalmente constituido por semillas y cáscaras. Esta última parte es la que presenta mayor concentración de fibra. En la actualidad se buscan nuevas fuentes de obtención a partir de frutos y residuos. También se están evaluando nuevos procesos para su obtención, conservación y aplicación como ingredientes funcionales en la elaboración de productos alimentarios.

Gil (2018) también expresa que los tópicos que han despertado mayor interés en la investigación de la fibra dietética son la búsqueda permanente de recursos naturales que posean cantidades interesantes de este tipo de compuestos funcionales para consumirlos directamente o en mezcla con otros alimentos. Las investigaciones se han centrado principalmente en el aprovechamiento directo de la fibra proveniente de tubérculos, cereales, leguminosas, frutas o algas, como también de subproductos del procesamiento de estas materias primas.

La presente investigación está orientada a evaluar los parámetros de calidad nutricional y organoléptica de una mermelada de piña funcional, mediante la incorporación a diferentes concentraciones de fibra dietética obtenida de subproductos de frutas.

MÉTODOS

El desarrollo del experimento se realizó en las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPA "MFL"), ubicada en la ciudad de Calceta -Cantón Bolívar- Manabí, la cual cuenta con una temperatura promedio de 26°C.

Análisis bromatológicos de la pulpa de piña, cáscara de frutas y mermelada

Para estos análisis se determinó lo siguiente:

Proteína: Este análisis se basó en las normas AOAC 955.04; se fundamentó en el método de Kjeldahl donde la muestra se descompuso en un medio sulfúrico, en presencia de un agente reductor catalizador (mercurio, cobre o selenio). Después se adicionó sal neutra para aumentar el punto de ebullición de la disolución de ácido sulfúrico; con esto, la temperatura aumentó y ayudó a la descomposición. Este método termina con una destilación y valorando el ácido no consumido con una disolución del patrón base (Neira, 2021).

°Brix: Se realizó mediante el método analítico AOAC 932.12-1980, haciendo uso del refractómetro digital marca SPER SCIENTIFIC, modelo 300035. La lectura se expresó en °Brix, indicando el porcentaje en peso de azúcar o sólidos solubles en la mermelada (Pinargote y Ruiz, 2020).

Fibra: Se utilizó el método enzimático-gravimétrico de la AOAC, mismo que consistió en someter la muestra seca y desgrasada a una hidrólisis ácida (ácido sulfúrico) y luego a una hidrólisis alcalina; el contenido de fibra fue calculado una vez que la muestra fue calcinada. El cálculo de este análisis se realizó en el laboratorio de bromatología de la ESPAM MFL-CARRERA DE AGROINDUSTRIA (Estupiñán *et al.*, 2021).

Ceniza: Método INEN 401:2013, este procedimiento se realizó en la harina obtenida de las cáscaras, en la pulpa de piña y en la mermelada. El procedimiento consistió en pesar por medio de una balanza diez gramos de muestra; luego, se lleva a la mufla con una temperatura de 300°C. Finalmente se aplicó la siguiente fórmula:

$$\%ce = \frac{Pc - Pv}{Pm} * 100$$

Donde:

%ce = Porcentaje de ceniza (%)

Pc = Peso de cápsula con ceniza (g)

Pv = Peso de cápsula vacía (g)

Pm = Peso de la muestra (g)

El contenido de cenizas es usado como índice de calidad en las mermeladas, debido a que es indicativo del contenido de frutas de los mismos, por lo que con este análisis se puede detectar rápidamente una adulteración, contaminación o fraude en mermeladas. (Pillco *et al.*, 2021)

Humedad: Siguiendo a Covarrubias *et al.* (2020), "se basó en la determinación gravimétrica por pérdida de masa de la muestra desecada hasta masa constante en estufa (marca MEMMET modelo UF450) a una temperatura de 70°C. Las muestras fueron pesadas en balanza analítica marca SARTORIUS modelo 210.

pH: Se utilizó el método 981.12/90 de la AOAC, en 50 ml de muestra (mermelada), utilizando a su vez un potenciómetro marca MILWAUKEE previamente calibrado, según las recomendaciones de Pinargote y Ruiz (2020).

Minerales (calcio y fósforo): Este análisis se realizó mediante calcinación vía seca en una mufla (Marca: THERMO SCIENTIFIC) a 500-550°C en crisoles.

Análisis microbiológico (mohos y levaduras)

Se realizó según el método de la AOAC 997.02, siguiendo los siguientes pasos:

1. La muestra fue diluida pesando 10grs. de mermelada, colocándose posteriormente en un frasco homogeneizador, agregando 99ml. de agua de peptona alcalina al 0,1%
2. Utilizando la centrífuga a 2500 rpm. o medianas revoluciones por un tiempo de dos minutos, se obtuvo una dilución de 1x10⁻¹. A partir de esta dilución se prepararon 7 diluciones seriadas para su respectiva siembra en placas Petrifilm.
3. Las placas fueron incubadas durante 48 a 72 horas. Los resultados del recuento de mohos y levaduras se expresaron en unidades formadoras de colonias por gramo de mermelada (UFC/g).

Análisis sensorial

Se realizó por medio de prueba de grado de satisfacción. El grado de satisfacción se determinó con 75 catadores no entrenados, a quienes se les brindó de forma aleatoria las muestras y se les solicitó su calificación en una escala hedónica de Likert con 5 puntos, desde "me gusta mucho" hasta "me disgusta".

Diseño experimental

En el experimento se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con nueve tratamientos, conformados por tres tipos de fibras obtenidos de residuos de fruta y añadidos a diferentes concentraciones (20, 25 y 30%) a pulpa de piña hasta alcanzar el 100% del contenido de mermelada (Tabla 1). Se realizaron tres réplicas de cada tratamiento con un peso total de 1000 g, obteniéndose una formulación diferente para la mermelada dietética, dependiendo del porcentaje de pulpa, tipo y porcentaje de fibra de cáscara de fruta adicionada.

Tabla 1. Descripción de tratamientos para obtener mermelada de pulpa de piña con adición de tres tipos de fibra de cáscara a distinta concentración.

Tratamientos	Descripción del tratamiento	
	Tipos de fibras adicionada	Concentración (%)
A1	Fibra de piña	20
B1	Fibra de papaya	20
C1	Fibra de banano	20
A2	Fibra de piña	25
B2	Fibra de papaya	25
C2	Fibra de banano	25
A3	Fibra de piña	30
B3	Fibra de papaya	30
C3	Fibra de banano	30
Testigo	100%-Pulpa de piña	

Análisis de los tratamientos

Para cada tratamiento se realizaron los análisis bromatológicos según diferentes métodos de determinación como: pH por potenciómetro, humedad por estufa, proteína cruda (método Kjeldahl), fibra cruda (digestor de fibras), y ceniza total (calcinación). En la evaluación microbiológica se realizó un recuento total de mohos y presencia de colonias de salmonella.

Para la evaluación sensorial se utilizaron 250grs. de mermelada por cada tratamiento en estudio, en un panel de evaluación con 25 catadores. Se hicieron las pruebas de apariencia, aroma, textura y sabor de los distintos tratamientos.

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA), coeficiente de variación (CV) y prueba de Tukey al 5%.

Manejo experimental

Las frutas empleadas en la elaboración de la mermelada de piña fueron adquiridas de cultivos particulares de la provincia de Manabí; se obtuvieron 40 piñas de variedad criolla en estado de madurez fisiológica y las cáscaras de 15 guineos y 15 papayas. Los diferentes análisis de las muestras (pulpa y cáscaras) se efectuaron en el laboratorio comercial AVVE (Avilés y Vélez, Guayaquil).

El proceso que se llevó a cabo para la elaboración de la mermelada de piña se detalla en la Figura 1. La adición de fibra se realizó durante el estado de cocción de la mermelada de piña, a temperatura de 60-70 °C en baño maría y se mantuvo la cocción de la mezcla durante 45 minutos.

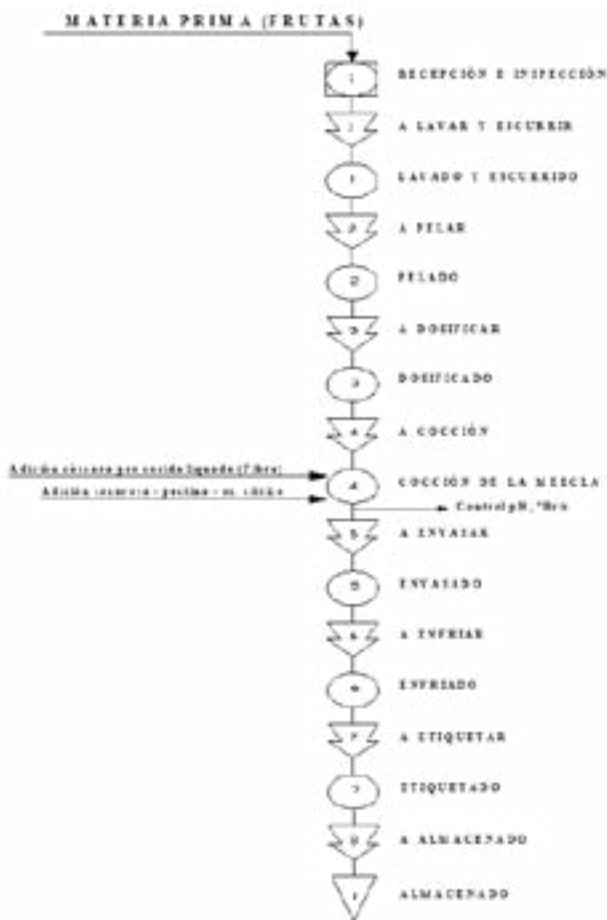


Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de la mermelada de piña con adición de fibra de frutas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis bromatológico de la pulpa de piña y cáscaras de frutas

En concordancia con los resultados previos de los análisis preliminares de concentración de fibra y fruta (ver Tabla 2), se observaron diferencias estadísticamente significativas en todos los tratamientos del ensayo global de mermelada de pulpa con adición de fibra.

Tabla 2. Valores promedios de los tratamientos y factores estudiados en el ensayo experimental "Adición de fibras de frutas en la calidad dietética de la mermelada de piña"

Fuentes de variación	Variables				
	pH %	hume-dad %	Ceni-za %	protei-na %	fibra %
Tratamientos	**	**	**	**	**
A1	3,42 d e	19.22 f 18.65 d	0.40 a	0.32 d	0.17 a
A2	3.43 e	18.08 c	0.46 a b	0.36 b c	0.17 a
A3	3.36 b	19.11 e	0,53 b	0.39 b	0.17 a
B1	3,48 f g	20.18 g	0.46 a b	0.34 c d	0.08 b c
B2	3,48 g	21,25 h	0.80 d e	0.40 a b	0.06 c d
B3	3,45 e f	20.14 g	1.12 f	0.44 a	0.06 c d
C1	3.40 c	19.12 e	0.63 c	0.23 e	0.12 b
C2	3.32 a	17.96 b	0.75 d	0.34 d	0.11 b
C3	3.40 c d	17.96 b	0.85 e	0.40 b	0.09 b c
Testigo	3.47 f g	17.75 a	0.47 a b	0.31 d	0.03 d
Tukey 5%	0.03	0.06	0.09	0.04	0.06
Tipos de fibra	**	**	**	**	**
A Fibra de piña	3.40 b	18.65 a	0.46 a	0.36 b	0.17 a
B Fibra de papaya	3.47 c	20.18 c	0.79 b	0.39 a	0.07 c
C Fibra de guineo	3.37 a	19.07 b	0.74 b	0.32 c	0.10 b
Tukey 5%	0.02	0.05	0.07	0.03	0.04
Concentración de fibra para cada tratamiento (%)	**	**	**	**	NS
Tratamiento 3, 30%	3.43 b	19.49 c 19.32 b	0.50 a 0.67 b	0.30 c	0.12
	3.41 a	19.10 a	0.83 c	0.41 a	0.11
Tukey 5%	0.02	0.04	0.07	0.03	----- ---
C.V.	0.32	0.11	4	42	12.58

Tratamientos con letras iguales no difieren de acuerdo con Tukey al 5% de probabilidad de error.

** Diferencias estadísticas altamente significativas. NS. No hay diferencias estadísticas significativas.

“Las diferencias estadísticas significativas se deben a que las cáscaras de frutas tienen potencial en características bromatológicas, indicando que este tipo de cáscaras pueden ser consideradas residuos agroindustriales con calidad nutricional” (Verona et al., 2020).

Este tipo de cáscaras se pueden aplicar en procesos sencillos que permitan la extracción de fuentes de interés como fibra, proteínas y compuestos bioactivos. En el caso de la cáscara de piña y papaya se han reportado valores de fibra dietética de 70,6%, lo que se encuentra relacionado al contenido de miricetina (polifenol o compuesto bioactivo), a diferencia de la cáscara de banano que posee una fuente baja de fibras debido a que sus compuestos bioactivos son difíciles de extraer y oxidables (Vargas et al., 2019)

Los resultados obtenidos en la tabla 2 de la presente investigación se encuentran diferentes a los reportados por Gutiérrez et al. (2018), quienes elaboraron una mermelada con fibra dietética encontrando valores de 14,42%, 1,46%, 7% y 0,21% para los parámetros de ceniza, fibra, proteína y grasa respectivamente. Los mismos autores explican que el contenido de fibra en cáscaras o frutas depende de la composición química, debido a que hay ciertos elementos que sólo se encuentran en trazas y acompañados de otros compuestos como los antioxidantes y fenoles.

De acuerdo con las tablas 3 y 4, los resultados revelaron que la cáscara de piña obtuvo los porcentajes más altos de °Brix y fibra, con 7.6% y 2.16% respectivamente y los menores porcentajes en proteína 0.59%, calcio 0.09% y fósforo 0.06%. Por otro lado, en la cáscara de papaya, los mayores reportes se dieron en °Brix y proteína, con 7.50 %, 1.45%, y los menores porcentajes fueron para fibra 1.43%, fósforo 0.06 % y calcio 0.06 %. Los porcentajes presentados para la de cáscara de guineo fueron valores intermedios entre los otros tipos de fibras de cáscara; sin embargo, se observaron diferencias para el valor de °Brix (menor porcentaje, 5.6%) y de fibra (2.48%, mayor porcentaje).

Tabla 3. Composición bromatológica (%) de la pulpa de piña para la mermelada

Componentes	Pulpa de piña
Proteína	0.60g
° Brix	13.50g
Fibra	0.99g
Ceniza	0.73g
Humedad	85.32g
pH	4.34g

Tabla 4. Composición bromatológica (%) de las cáscaras de frutas para la mermelada

Componentes	Cáscara de piña	Cáscara de papaya	Cáscara de guineo
Proteína	0.59%	1.45%	0.81%
° Brix	7.60%	7.50%	5.60%
Calcio	0.09%	0.06%	0.06%
Fósforo	0.06%	0.06%	0.02%
Fibra	2.16%	1.43%	2.48%

Se encontraron valores muy similares de composición físico-química a los expresados por Alpizar y Elisondo (2019), quienes señalan que la piña presenta un 20% de fibra dietética, correspondiendo un 16.43% a fibra insoluble y 3.57% a fibra soluble, en base seca. Además, es importante mencionar que las pieles o cáscaras, semillas y corazones de las frutas, se pueden derivar a productos principales o secundarios para la alimentación humana.

Otros trabajos de investigación (Gaona et al., 2008) que analizaron partes de frutos como el zapote (cáscara, semilla y pulpa) abren la posibilidad de emplear nuevos materiales en diversos campos de la agroindustria. En efecto, hay que considerar, por ejemplo, que en años recientes el uso de fibras naturales en diversas áreas ha surgido con gran fuerza. Las principales razones para su empleo son su baja densidad, alta disponibilidad y diversidad de las fibras, así como un bajo consumo energético en su fabricación, confiándole un costo competitivo en el mercado (Kotik, 2019).

Análisis de pH de la mermelada de piña

Los resultados obtenidos coinciden con las normas INEN 419 (INEN 389: 1988), que indican que el pH de mermelada de frutas fluctúa entre 2.8 y 3.5; de acuerdo con la tabla 3, los valores en porcentajes de esta variable se encuentran en este rango.

El análisis de varianza determinó diferencias estadísticas altamente significativas para los factores en estudio y la interacción respecto al pH. El menor valor de pH se encontró en el tratamiento C2 (fibra de guineo + 25% concentración de fibra), cuyo promedio fue 3.32, valor más próximo a lo descrito en la norma. Mientras que B2 (fibra de papaya + 25% de concentración) obtuvo el mayor valor con 3.48. Sin embargo, Cerezal y Duarte (2005) reportaron un mayor valor de pH (4.00) en mermelada de pulpa de tuna con incorporación parcial de cáscaras.

Entre los valores obtenidos se reporta como el menor valor de pH la fibra de guineo con 3.32, mientras que las fibras de papaya y piña mostraron valores de pH de 3.36 y 3.40 respectivamente. De acuerdo con Tukey, el factor concentración de fibra marcó la diferencia al 20%, mientras que lo análisis al 25 y 30% de concentración no difieren.

Análisis de humedad de la mermelada de piña

En el análisis de varianza, teniendo en cuenta los factores de estudio y las interacciones, se encontraron diferencias altamente significativas. Se pudo encontrar que el testigo (100% pulpa) obtuvo el menor porcentaje de humedad al analizar la mermelada, cuyo valor fue de 17.75%, mientras que el mayor porcentaje fue encontrado en C3 (fibra de papaya + 30%).

El resultado obtenido en el tratamiento testigo es igual a lo registrado por Camayo et al. (2020) con un promedio de 17.75% de humedad; este indicador favorece aumentar la vida útil del producto, evitando la descomposición.

La tabla 2 revela, en cuanto al análisis de tipos de fibra (A, B y C), que la muestra con el menor reporte de humedad fue la de fibra de piña (18.65%). En el caso del factor concentración (1, 2 y 3) el menor encontrado de humedad fue de 19.09% y se dio en el tratamiento 3 (con una adición del 30% de fibra).

Análisis de ceniza de la mermelada de piña

Al igual que en los parámetros anteriores, el análisis de varianza determinó diferencias estadísticamente significativas. Al analizar la mermelada se encontró que el tratamiento A1 (fibra de piña + 20% concentración de fibra) obtuvo el menor porcentaje de ceniza, cuyo promedio fue 0.40%. Estos valores de ceniza coinciden con los registrados por Camayo et al. (2020), encontrándose además dentro de los rangos permisibles, ya que a menor porcentaje de ceniza aumenta la calidad nutricional del producto. El tratamiento C3 (fibra de papaya +30%) presentó un valor de 1.12%, bastante alto en referencia a los demás tratamientos.

En los análisis independientes de fibra de cascara de piña, se encontró el menor porcentaje de ceniza con un valor de 0.46%. En el Tratamiento 1 (concentración final de fibra en la mermelada al 20%) se obtuvo el menor valor con un 0.49% de ceniza.

Lógicamente, el análisis de ceniza mostró un aumento de los valores de materia seca conforme aumentó la concentración de fibra de fruta añadido en los distintos tratamientos.

Análisis de proteína de la mermelada de piña

En los factores estudiados e interacciones se determinó diferencias altamente significativas en el análisis de varianza. Al categorizar al tratamiento con valores altos de proteína, se observó que el tratamiento B3 (fibra de papaya + 30% concentración de fibra) obtuvo el mayor porcentaje, al analizar la mermelada, cuyo promedio fue 0.44% y el menor se registró en C1 (fibra de guineo + 20%).

Los resultados presentados en la tabla 2 demuestran que para el factor tipo de fibra el mayor % de proteína lo tuvo la fibra de papaya con un 0.39%; y en la concentración este se dio al 30%.

En la mermelada elaborada con cáscara de mango citado por Vargas et al (2019) se obtuvo un porcentaje de proteína del 0.27% usando 30% de CM (cáscara de mango). En la presente investigación se obtuvo un porcentaje más alto debido a que la cáscara de papaya posee mayor porcentaje de proteína.

Además, Vargas et al. (2019) destacan que la importancia del contenido de proteína en la cáscara radica sobre todo en la fracción que pueda cuantificarse como proteína indigerible debido a que, si es resistente a la acción enzimática, podría formar parte de la fibra dietética.

Análisis de fibra de la mermelada de piña

El análisis de varianza determinó diferencias estadísticas altamente significativas para el factor tipos de fibras y para la interacción; el factor concentración de fibras no tuvo diferencias estadísticas significativas. Al categorizar estas diferencias se encontró que el tratamiento A2 (fibra de piña + 25% de concentración de fibra) y A3 (fibra de piña + 30% concentración de fibra) obtuvieron el mayor porcentaje de fibra, al analizar la mermelada, cuyo promedio fue 0.17% de fibra. Sin embargo, no difieren con A1 (fibra de piña +20%).

A pesar de mostrar diferencias significativas para el factor tipos de fibra de acuerdo con lo que se muestra en la tabla 2, se resalta el hecho de que la fibra de piña presentó el mayor porcentaje de fibra con 0.17%.

Luit et al. (2019) en su investigación de mermelada elaborada con 20% y 30% de cáscara de mango, obtuvieron un 14.4% de fibra, valor que presenta bastante diferencia en relación con el reportado en la presente investigación, pese a que los porcentajes de fibra en cáscara de piña, papaya y guineo se encuentran similares a los de la cáscara de mango. De igual forma, Gutiérrez et al. (2018) sustentan que es necesario realizar un buen balance de fracciones solubles e insolubles de fibra; es por esta razón que los porcentajes de fibra en la mermelada de piña se presentaron bajos, a pesar de que las cáscaras de fruta en estudio tenían porcentajes considerados altos.

Análisis sensorial de la mermelada de piña

En la tabla 5 se localizan los valores promedios de la evaluación sensorial obtenida de la mermelada de piña con adición de fibras de frutas, considerándose la categoría 1 como la mejor escala, donde C2 tuvo el valor promedio 2.32 siendo predominante entre los demás tratamientos en la mayoría de los atributos, como en apariencia con 2.48 y sabor con 2.12. En comparación con el testigo que se manifestó con un sabor agradable, con una apariencia y aroma adecuada, el tratamiento C2 superó estos valores considerándose el mejor tratamiento sensorial.

Tabla 5. Medias del análisis sensorial de los tratamientos estudiados en el ensayo experimental "Adición de fibras de frutas en la calidad dietética de la mermelada de piña"

Tratamientos	Atributos				
	Apariencia	Aroma	Sabor	Textura	Promedio
A1	2.56	2.48	2.32	2.92	2.57
A2	2.64	2.08	2.92	3.00	2.66
A3	2.96	2.20	2.84	3.40	2.85
B1	2.68	2.52	2.56	2.92	2.67
B2	2.64	2.84	2.88	2.32	2.67
B3	2.52	2.84	3.52	2.92	2.95
C1	2.76	2.72	2.60	2.04	2.53
C2	2.48	2.48	2.12	2.20	2.32
C3	3.64	3.48	3.28	3.32	3.43
Testigo	2.48	2.36	2.40	3.10	2.58

Análisis microbiológico

En el análisis microbiológico, no fue detectado *E. coli*, *salmonella*, hongos y mohos de los tratamientos elegidos, A3 y C2; esto podría deberse a que en el proceso de elaboración de la mermelada existe un tratamiento térmico, que podría haber inhibido (esta causa no lo hemos confirmado) el desarrollo de estos microorganismos. Además, según Ruiz y Segura (2019), el rango de pH encontrado podría evitar la proliferación de microorganismos.

El tiempo de vida útil de una mermelada depende de factores como la calidad de la materia prima, el manejo aséptico durante todo el proceso de elaboración (BPM) y de factores intrínsecos como la acidez y pH de la materia prima. Dentro del contexto de la presente investigación, los tratamientos seleccionados A3 y C2 podrían tener un aproximado de vida útil (fecha de caducidad) de seis (6) meses, debido a que cumplen con ausencia de mohos y levaduras tal y como lo especifica la Norma INEN 419 (1988).

Análisis económico

Respecto al análisis económico, se detalla a continuación (tabla 6) los costos de producción del tratamiento C2, por ser el tratamiento con mayor aceptación en el análisis sensorial. El costo del kg. significa que cada envase de 250 g. tendría un costo de \$ 1.16 dólares

Tabla 6. Estimación de costos de producción en la elaboración de mermelada de piña

Detalle	Unidad	Total
Materiales directos	\$	2.00
Mano de obra	\$	2.00
Suministros	\$	0.60
Depreciación de equipos	\$	0.05
Total	\$	4.65

CONCLUSIONES

Las cáscaras de frutas poseen potencial para ser incorporadas de forma tecnológica en la elaboración de mermeladas. En el análisis bromatológico de las cáscaras en estudio, el mayor nivel de humedad se dio en la cáscara de papaya, que además destacaba por tener un mayor contenido proteico.

En la elaboración de la mermelada destacó la fibra de piña, demostrando que las concentraciones de fibras utilizadas favorecen el proceso tecnológico de la elaboración de mermeladas, mejorando al mismo tiempo las características nutricionales.

Las características organolépticas en la mermelada de piña se vieron influenciadas principalmente por el uso de fibra de guineo, mejorando favorablemente el sabor, aroma, textura y apariencia. Finalmente se demostró que la mermelada de piña con adición de fibras de frutas en concentración 30% (cáscara de piña) es la opción más económica, por cuanto se utiliza menor cantidad de pulpa y mayor de fibra de la fruta, tomando en consideración que las cáscaras no tienen ningún costo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al personal al Taller de Frutas-Vegetales y Laboratorio de Bromatología de la Carrera de Agroindustria por su apreciable y generosa cooperación.

Contribución de los autores: Conceptualización, metodología, investigación, recursos, adquisición de financiación: redacción y preparación del borrador original, validación, análisis formal: Edith María Moreira Chica, Nelson Enrique Mendoza Ganchozo, software, curación de datos: José Belisario Vera Vera; redacción, revisión y edición, visualización: Ricardo Ramón Montesdeoca Parraga; Karen Johana Piloso Chávez.

Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del documento.

Fuente de financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

REFERENCIAS

- Alpizar-Solis, C., & Elizondo-Salazar, J. A. (2019). Utilización de residuos de piña para alimentación de cabras: efecto sobre la producción y composición láctea. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 113-124.
- Camayo-Lapa, B. F., Quispe-Solano, M. Á., Cruz-Porta, E. A. D. L., Man-yari-Cervantes, G. M., Espinoza-Silva, C. R., & Cruz, A. R. (2020). Compota de zapallo (Cucurbita máxima Dutch.) para infantes, funcional, de bajo costo, sin conservantes y de considerable tiempo de vida útil: características reológicas, sensoriales, físico-químicas, nutritivas y microbiológicas. *Scientia Agropecuaria*, 11(2), 203-212.
- Cerezal, P., & Duarte, G. (2005). Some characteristics of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) harvested in the Andean altiplane of region 2 of Chile. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 7, 34-60.
- Cornejo-Cornejo, R., Azúm-González, J. L., Gorozabel-Muñoz, W., Zambrano, P. V., Mendoza-Rivadeneira, F., & Macías-Barberan, R. (2020). Valor nutritivo in vitro de la cáscara *Musa paradisíaca* L., pre-tratada con enzima exógena xilanasa. *Pastos y Forrajes*, 43(1), 11-17.
- Covarrubias, N; Sandoval, S; Vera, J; Núñez, C; Alfaro, C y Lutz, M. (2020). Contenido de humedad, proteínas y minerales en diez variedades de quinoa chilena cultivadas en distintas zonas geográficas. *Revista Chilena de nutrición*, 47 (5). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000500730&lang=pt
- Dussán-Sarria, S., Rivera, M. C., & García-Mogollon, C. A. (2020). Almacenamiento refrigerado de piña mínimamente procesada. Cambios en atributos físico-químicos y sensoriales. *Información tecnológica*, 31(2), 11-18.
- Estupiñán, C; Carcelén, F; Hidalgo, V; Rojas, D; Vera, O; López, S y Bezada, S. (2021). Aplicación de la espectroscopía del infrarrojo cercano - NIRS - para determinar el valor nutritivo de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L) y trébol rojo (*Trifolium pratense* L). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(1). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172021000100006&script=sci_arttext
- Gaona-García, A., Alia-Tejacal, I., López-Martínez, V., Andrade-Rodríguez, M., Colinas-León, M. T., & Villegas-Torres, O. (2008). Caracterización de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota*) en el suroeste del estado de Morelos. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 14(1), 41-47.
- Gil Hernández, Á. (2018). Innovación en la incorporación de macronutrientes en fórmulas de nutrición enteral. *Nutrición Hospitalaria*, 35(SPE2), 4-12.
- Gutiérrez, A; Güemes, N; Piloni, J y Quintero, A. (2018). Análisis físico-químicos en mermeladas elaboradas a base de nopal (*Opuntia ficus indica*) y aguamiel enriquecidas con harina de chíca (*Salvia hispanica* L.). *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 4 (7). <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icap/article/view/2964>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). Conservas vegetales. *Determinación de cenizas*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/401-2R.pdf>
- Khandpur, N., Cediell, G., Obando, D. A., Jaime, P. C., & Parra, D. C. (2020). Factores sociodemográficos asociados al consumo de alimentos ultraprocesados en Colombia. *Revista de Saúde Pública*, 54, 19.
- Kotik, H. G. (2019). Fibras naturais e compósitos reforçados com fibras naturais: a motivação para sua pesquisa e desenvolvimento. *Matéria* (Rio de Janeiro), 24(3).

- Luit, M; Betancur, D; Santos, J y Cantón, C. (2019). Mermelada enriquecida con fibra dietética de cáscara de Mango (*Mangifera indica* L.). *Tecnología en marcha*, 32(1). <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v32n1/0379-3982-tem-32-01-193.pdf>
- Neira, A. (2021). *Análisis bromatológico de la harina de soya* (Examen complejo, Universidad Técnica de Machala). http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16978/1/E-12172_NEIRA%20QUEZADA%20ANGIE%20MISHEL.pdf
- Paucar-Menacho, L. M. (2020). Lúcumo (*Pouteria lucuma*): Composición, componentes bioactivos, actividad antioxidante, usos y propiedades beneficiosas para la salud. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 135-142.
- Pillco, C; Guzmán, D y Cuéllar, J. (2021). Composición físico química y análisis proximal del fruto de sofaique *Geoffroea decorticans* (Hook. et Arn.) procedente de la región Ica-Perú. *Revista de la sociedad química del Perú*, 87(1). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2021000100014&script=sci_arttext&tlng=pt
- Pinargote, D y Ruiz, J. (2020). *Efecto reológico de la pectina de cáscara de cacao* (*Theobroma cacao* L.) en la calidad físico-química de mermelada de naranja (Informe de trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López) <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1281/1/TTAI05D.pdf>
- Reyes Narvaez, S., & Canto, M. O. (2020). Conocimientos sobre alimentación saludable en estudiantes de una universidad pública. *Revista chilena de nutrición*, 47(1), 67-72.
- Rojas, A. F., Rodríguez-Barona, S., & Montoya, J. (2019). Evaluación de Alternativas de Aprovechamiento Energético y Bioactivo de la Cáscara de Plátano. *Información tecnológica*, 30(5), 11-24.
- Ruiz Ruiz, J. C., & Segura Campos, M. R. (2019). Development of non-pal-pineapple marmalade formulated with stevia aqueous extract: effect on physicochemical properties, inhibition of α -amylase, and glycemic response. *Nutricion hospitalaria*, 36(5).
- Salazar, C., Espinoza, J., Duran, S., & Fuentealba, F. (2019). Comparación del consumo de edulcorantes no nutritivos con estado nutricional en embarazadas chilenas. *Revista chilena de nutrición*, 46(6), 669-674.
- Salazar, J. A. E., & Campos-Granados, C. M. (2014). Características nutricionales de la cáscara de piña ensilada con cantidades crecientes de urea y heno. *Nutricion animal tropical*, 8(2), 51-71.
- Vargas Zambrano, P., Arteaga Solorzano, R., & Cruz Viera, L. (2019). Análisis bibliográfico sobre el potencial nutricional de la quinua (*Chenopodium quinoa*) como alimento funcional. *Centro Azúcar*, 46(4), 89-100.
- Vargas, M; Figueroa, H; Tamayo, J; Toledo, V y Moo, V. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. *Ciencia ergo-sum*, 26(2). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7069669.pdf>
- Vargas, M; Figueroa, H; Tamayo, J; Toledo, V y Moo, V. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. *CIENCIA ergo-sum*, 26(2). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7069669.pdf>
- Verona, A; Urcia, J y Paucar, L. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características físicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000300439&script=sci_arttext