

ELABORACIÓN DE MERMELADA PREBIÓTICA CON DIFERENTES NIVELES DE PULPA DE COPOAZÚ

PREPARATION OF PREBIOTIC JAM WITH DIFFERENT LEVELS OF COPOAZÚ PULP

Jonathan Francisco Parra León¹, Luis Fernando Arboleda Álvarez²

{jonathanf.parra@esPOCH.edu.ec¹, luisf.arboleda@esPOCH.edu.ec²}

Fecha de recepción: 21/07/2026 / Fecha de aceptación: 18/08/2026 / Fecha de publicación: 25/08/2026

RESUMEN: La presente investigación tuvo como objetivo elaborar una mermelada prebiótica utilizando diferentes niveles de pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*), con la finalidad de obtener un producto funcional con características fisicoquímicas, sensoriales y económicas adecuadas para el consumo humano. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar con tres tratamientos correspondientes a diferentes porcentajes de pulpa de copoazú: T1 (30 %), T2 (40 %) y T3 (50 %), cada uno con cinco repeticiones de 500 gramos. Las muestras elaboradas fueron sometidas a análisis fisicoquímicos, evaluación sensorial y análisis económico. Entre los parámetros fisicoquímicos evaluados se determinaron humedad, pH, acidez titulable, cenizas, actividad de agua, fibra bruta y sólidos solubles (°Brix). Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos para algunas variables, evidenciando que el incremento del porcentaje de pulpa influye en las características finales del producto. En cuanto al mejor tratamiento fue al 40% de adición de pulpa de copoazú (T2), presentó el valor más alto en fibra (1,38%), ceniza (0,24%), menor Aw (0,863%), lo que demuestra el aporte funcional del copoazú como fuente natural de fibra dietética. La evaluación sensorial se llevó a cabo mediante escala hedónica donde no se evidenció diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los atributos evaluados. Asimismo, el análisis económico permitió determinar la viabilidad del proceso mediante el cálculo de costos de producción y relación beneficio-coste. Se concluye que la incorporación de pulpa de copoazú permitió obtener una mermelada con características de calidad adecuadas, potencial prebiótico asociado al contenido de fibra y aceptación sensorial favorable, constituyéndose en una alternativa innovadora para el aprovechamiento agroindustrial de esta fruta amazónica.

Palabras clave: Copoazú, mermelada prebiótica, fibra dietética, alimento funcional, innovación alimentaria

ABSTRACT: The present research aimed to develop prebiotic jam using different levels of copoazu pulp (*Theobroma grandiflorum*) to obtain a functional product with

¹Autor de la investigación. Egresada de la Carrera de Ingeniería en Agroindustria. FCP. ESPOCH, <https://orcid.org/0009-0007-6999-3214>

²Director del trabajo de Titulación. Docente de la Carrera de Agroindustria. FCP. ESPOCH, <https://orcid.org/0000-0001-5541-6239>; +5930987056411.

physicochemical, sensory, and economic characteristics suitable for human consumption. A completely randomized design was applied with three treatments corresponding to different percentages of copoazu pulp: T1 (30%), T2 (40%), and T3 (50%), each with five replicates of 500 grams. The samples were subjected to physicochemical analyses, sensory evaluation, and economic analysis. Among the physicochemical parameters evaluated were moisture content, pH, titratable acidity, ash content, water activity, crude fiber, and soluble solids ($^{\circ}$ Brix). The results showed significant differences among treatments for some variables, indicating that increasing the pulp percentage influences the final characteristics of the product. Regarding the best-performing treatment, the 40% copoazu pulp formulation (T2) showed the highest fiber content (1.38%), the highest ash content (0.24%), and the lowest water activity (0.863%), which highlights the functional contribution of copazu as a natural source of dietary fiber. Sensory evaluation was carried out using a hedonic scale, and no significant differences were found among treatments for any of the attributes assessed. Likewise, the economic analysis made it possible to determine the feasibility of the process through the calculation of production costs and the benefit-cost ratio. It is concluded that the incorporation of copoazu pulp yielded a jam with suitable quality characteristics, prebiotic potential linked to its fiber content, and favorable sensory acceptance, positioning it as an innovative alternative for the agro-industrial utilization of this Amazonian fruit.

Keywords: *Copoazú, prebiotic jam, dietary fiber, functional food, food innovation*

INTRODUCCIÓN

El interés por los alimentos funcionales ha crecido de manera significativa en los últimos años, ya que los consumidores buscan opciones que no solo aporten nutrientes básicos sino vayan también aportando contribuciones a la salud y prevenir enfermedades. Dentro de este, los alimentos prebióticos destacan porque ayudan a mantener el equilibrio de la microbiota intestinal, además fortalecen el sistema inmunológico y aportan beneficios frente a problemas crónicos no transmisibles este es un enfoque que abre la puerta al desarrollo de nuevos productos o el mejoramiento de productos tradicionales como la mermelada, productos que si bien no se puede cambiar del todo su formulación se puede hacer que sea algo más beneficiosa del productos que se consume normalmente y tener un beneficio a la salud (1).

Las mermeladas se catalogan como productos de consumo frecuente en los hogares, son aceptados por gran parte de la población del Ecuador y del mundo (2); esto hace que se puedan incorporar prebióticos de manera práctica, y así tener la posibilidad de transformar un alimento en alimento funcional que aporte beneficios a la salud, haciendo que se pueda ampliar la innovación en la agroindustria y estando dentro de las tendencias actuales del mercado de consumo de alimentos.

Bajo este concepto se crea la idea de hacer una mermelada aprovechando la fibra del Copoazú (*Theobroma grandiflorum*) un fruto amazónico que es aparente al cacao, con propiedades aromáticas agradables ligeramente ácido y con un sabor exótico que lo hace un candidato espectacular para desarrollar nuevos alimentos. Esto sin mencionar

todos los beneficios que supondría para comunidades amazónicas fomentando la valorización de especies nativas y generando un impacto en las comunidades que dependen de su cultivo y comercialización, según (3) menciona que esta fruta se puede convertir en un ingrediente útil en la fabricación de alimentos ricos y saludables.

Este proceso favorece la producción de metabolitos con efectos positivos en la salud intestinal. La propuesta de una mermelada prebiótica a base de copoazú se convierte en una idea innovadora que combina sabor, aroma, color y textura con un valor fisiológico adicional, la mermelada esta fruta se le han añadido ingredientes prebióticos (como la pectina de la fruta o inulina) saludables para el consumidor.

Este trabajo tiene como objetivos:

1. Evaluar las propiedades fisicoquímicas de la mermelada elaborada con diferentes niveles de pulpa de copoazú (30,40 y 50% de pulpa de fruta).
2. Establecer las características organolépticas mediante pruebas sensoriales.
3. Establecer los costos de producción y su rentabilidad mediante el indicador beneficio-costeo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y duración del experimento

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), ubicada en el km 1½ de la Panamericana Sur. Los análisis de laboratorio se llevaron a cabo en el Laboratorio de Alimentos y Bromatología de la misma facultad. La fase experimental tuvo una duración total de 360 horas.

Unidades experimentales

Cada unidad experimental estuvo compuesta por tres tratamientos los cuales tuvieron en su mezcla 30%, 40% y 50% de pulpa de copoazú y demás componentes que se usan como ingredientes para la mermelada, los cuales que a su vez se repartieron en cinco repeticiones por tratamiento; cada una compuesta por 500g de producto, dando un total de 2500g por tratamiento.

Tratamiento y diseño experimental

En este trabajo experimental se evaluó el efecto de los diferentes niveles de pulpa de copoazú (30,40 y 50% de adición) en la elaboración de mermelada, utilizándose 5 repeticiones por lo que obtuvo un total de 2500 ml por cada tratamiento, bajo un diseño completamente al azar (DCA) en un arreglo combinatorio mediante un modelo lineal aditivo.

Los resultados de los ensayos físicos se analizaron mediante:

- Análisis de varianza (ADEVA) con $P < 0,05$.
- Comparaciones múltiples entre las medias, mediante la prueba de Tukey ($P < 0,05$).
- Los resultados del análisis sensorial fueron obtenidos de acuerdo a la prueba de Kruskal wallis
- Se utilizó el software estadístico INFOSTAT para la tabulación de los datos.

Tabla 1. Esquema del experimento.

Niveles de pulpa añadida	Repeticiones	TUE*	Total/g
30%	5	500	2500
40%	5	500	2500
50%	5	500	2500
Total			7500

Elaborado por: Parra, J., 2026

Análisis estadístico y pruebas de significancia

Los datos obtenidos se sometieron a un Análisis de Varianza (ANOVA) correspondiente al diseño completamente al azar (DCA), con el objetivo de determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos en las variables evaluadas; si se detectan diferencias significativas ($p < 0,05$), se aplica la prueba de Tukey para comparar las medias de los tratamientos y establecer el nivel óptimo de pulpa de copoazú en la formulación de la mermelada

Tabla 2. Esquema del análisis de varianza (ADEVA).

Fuente de variación	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado medio (CM)	F calculado
Tratamientos	$t - 1$	SCT	$SCT/(t - 1)$	CM_{trat}/CM_{error}
Error	$N - t$	SCE	$SCE/(N - t)$	
Total	$N - 1$	SCTotal		

Elaborado por: Parra, J., 2026

Procedimiento experimental

Se selecciono frutos de copoazú maduros y sin daños, se les lavo con agua potable, la pulpa fue extraída abriendo el fruto y superándola manualmente de las semillas. Se realizo la formulación base y se le añadió los diferentes porcentajes de copoazú (30,40 y 50%).

Una vez realizada la formulación se procedió a colocar la pulpa en una marmita de acero inoxidable y se le agregó azúcar y parte del agua, luego se incorporó pectina disuelta en agua tibia para evitar grumos y se continuo con la cocción hasta alcanzar 65-68°Brix.

Se esterilizo frascos de vidrio y tapas (agua caliente a 100 °C) y se llenó con la mermelada caliente (85-90°C), posteriormente se dejó enfriar y se almaceno en un lugar fresco y seco.

Los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron pH, sólidos solubles (°Brix), acidez titulable, Actividad de agua (Aw), humedad, cenizas, fibra bruta.

La evaluación sensorial se realizó con 50 panelistas no entrenados mediante una escala hedónica estructurada de cinco puntos, considerando los atributos de color, olor, sabor, textura y apariencia. Finalmente, se efectuó un análisis económico mediante el indicador beneficio/costo para determinar la viabilidad de las formulaciones evaluadas.

RESULTADOS

Humedad

Se obtuvieron promedios de 36.17 para el tratamiento 1 (T1); 35.61 para el tratamiento 2 (T2) y 34.82 para el tratamiento 3 (T3); medias que no mostraron diferencias significativas entre las muestras, lo cual es un indicador claro de que el nivel de agua que se añadió no es diferente del nivel de agua que trae la pulpa de la fruta una vez extraída, se podría inferir que el contenido de agua en la fruta dentro de su composición natural es muy alto, (4) menciona que también tiene que ver con la estabilidad microbiológica, de acuerdo con los análisis realizados la humedad está por debajo del 40 % un indicador de que otros componentes como el azúcar están en mayor concentración y puede tener un efecto favorable en la conservación de manera indirecta.

Potencial de hidrógeno (pH)

El pH conocido como potencial hidrógeno es fundamental en la evaluación físico química de los alimentos, es un factor determinante en la conservación, palatabilidad y estabilidad microbiológica del mismo (5). En los resultados obtenidos se observaron diferencias significativas entre tratamientos, donde T2 presentó el menor valor de pH (3.69), mientras que T1 y T3 registraron valores de 3.87 y 3.82, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre ellos. Se puede decir además que el pH obtenido contribuye positivamente a la estabilidad microbiológica de la mermelada. Según lo que menciona (6), los alimentos con pH inferiores a 4.5 presentan menor riesgo de crecimiento de microorganismos.

Este comportamiento puede asociarse directamente con la proporción de pulpa de copoazú y la interacción de los ácidos orgánicos presentes naturalmente en la fruta con el ácido cítrico incorporado en la formulación, además de que influye en parámetros no medidos pero que son características de calidad como el nivel de gelificación de la pectina e influyente en consecuencia a la textura.

Aunque T3 presentó mayor contenido de pulpa (50 %), la reducción considerable de agua añadida pudo generar un efecto amortiguador debido a la concentración de sólidos y compuestos estructurales de la fruta. (7) señalan que los sistemas alimentarios ricos en polisacáridos, azúcares y minerales pueden modificar la actividad de los protones libres, provocando variaciones entre pH y acidez total.

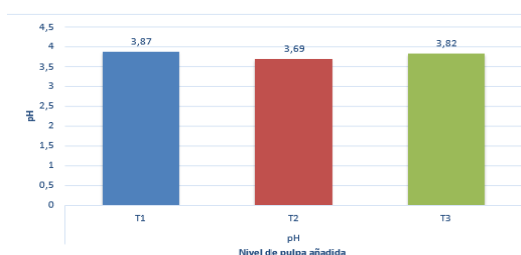


Figura 1. Comportamiento del pH entre los tres tratamientos.

Elaborado por: Parra, J. 2026

Acidez Titulable

El comportamiento del pH se relaciona estrechamente con la acidez titulable obtenida en los tratamientos, aunque ambos parámetros están asociados, el pH mide la concentración de iones hidrógeno libres, mientras que la acidez titulable cuantifica el total de ácidos presentes en el alimento (8). Esto explica por qué T3 presentó mayor acidez titulable, pero no el menor valor de pH. La presencia de fibra, sólidos solubles y minerales provenientes de la pulpa puede ejercer efecto tampón sobre el sistema, estabilizando parcialmente el valor del pH.

Desde el punto de vista tecnológico, los valores obtenidos fueron adecuados para la elaboración de mermeladas con pectina de alta metoxilación, utilizada en la formulación experimental. Este tipo de pectina requiere un rango de pH aproximado entre 2.8 y 3.8 para formar geles estables, debido a que la acidez reduce la repulsión electrostática entre cadenas de pectina y favorece la formación de la red gelificada. (9) menciona que valores de pH superiores disminuyen la capacidad gelificante y afectan la textura final del producto.

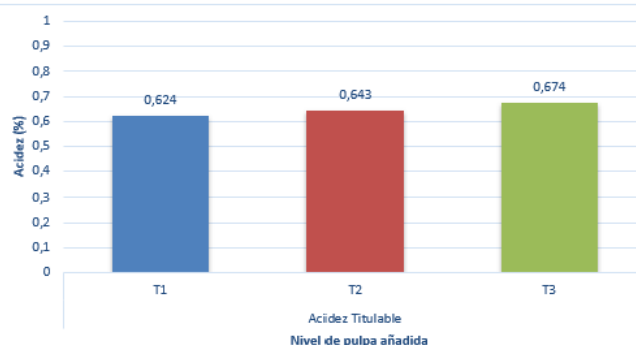


Figura 2. Comportamiento de la acidez titulable entre los tres tratamientos.

Elaborado por: Parra, J. 2026

Aunque el análisis de varianza evidenció diferencias significativas entre tratamientos para el pH, la regresión lineal presentó un **R² bajo (0,0724)**, indicando que dichas diferencias no siguen un comportamiento lineal con el incremento del porcentaje de pulpa de copoazú. En consecuencia, el efecto del porcentaje de pulpa sobre el pH no puede explicarse adecuadamente mediante un modelo lineal simple.

La regresión lineal ($y = 0,0025x + 0,547$; $R^2 = 0,98$) muestra una relación lineal positiva muy fuerte entre el porcentaje de pulpa de copoazú y la acidez. A medida que aumenta la pulpa, la acidez también aumenta, y el modelo explica el **99 %** de la variación observada.

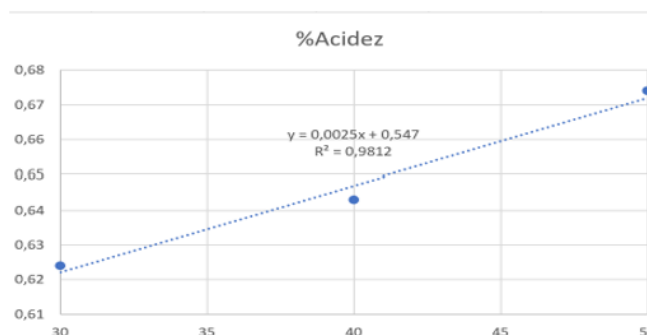


Figura 3. Correlación lineal de la acidez entre los tres tratamientos.

Elaborado por: Parra, J. 2026

Cenizas

El contenido de cenizas presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, siendo T2 el que registró el valor más alto (0,24 %), seguido por el T1 (0,21 %) y T3 (0,19 %); el parámetro estudiado representa el contenido total de minerales presentes en el producto.

El incremento observado en T2 puede atribuirse a una mayor disponibilidad de minerales provenientes de la pulpa de copoazú, especialmente potasio, calcio y fósforo, los cuales permanecen relativamente estables durante la cocción, pero en el T3, pese a

contener mayor porcentaje de pulpa, la disminución de cenizas podría relacionarse con fenómenos de dilución estructural y posibles pérdidas minerales durante el tratamiento térmico prolongado. Según (10) menciona que los procesos de concentración térmica pueden modificar la distribución mineral en productos frutales debido a interacciones con compuestos pépticos y precipitación de sales.

Además, el comportamiento de las cenizas guarda relación con el contenido de sólidos y la composición fisicoquímica del tratamiento.

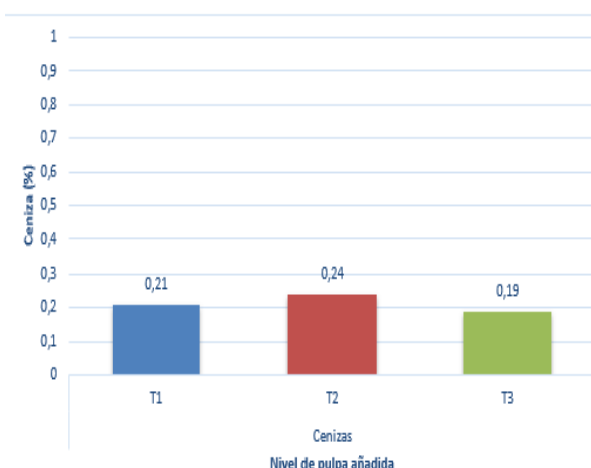


Figura 4. Comportamiento de ceniza entre los tres tratamientos.

Elaborado por: Parra J. 2026

La regresión lineal ($y = -0,0025x + 0,1133$; $R^2 = 0,9868$) indica una relación lineal negativa muy fuerte entre el porcentaje de pulpa de copoazú y el contenido de cenizas. A medida que aumenta la pulpa, el contenido de cenizas disminuye ligeramente, explicando el modelo el **98,68 %** de la variación observada

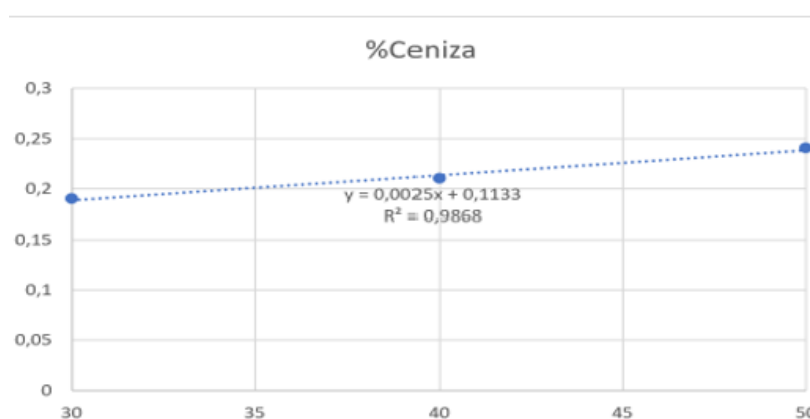


Figura 5. Correlación lineal de la ceniza entre los tres tratamientos.

Elaborado por: Parra J. 2026

Actividad de agua (A_w)

La actividad de agua (A_w) presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, donde el T2 presentó el valor más bajo (0.863), mientras que T3 alcanzó el valor más alto (0.900). Este comportamiento está directamente relacionado con la proporción de pulpa, el contenido de agua añadida y la concentración de sólidos solubles presentes en cada formulación.

El valor más pequeño de A_w en T2 indica una mayor retención de agua ligada dentro del producto final, que se infiere que fue favorecida por un equilibrio adecuado entre azúcar, pectina y compuestos estructurales de la pulpa. En sistemas tipo mermelada, los azúcares reducen la disponibilidad de agua libre mediante efectos osmóticos, limitando así la movilidad del agua y contribuyendo a la estabilidad del producto. Según (11) la disminución de la A_w en alimentos concentrados es uno de los principales mecanismos de conservación, ya que restringe el desarrollo microbiano y reduce la velocidad de deterioro químico.

En el tratamiento 3 por otro lado puede asociarse al mayor contenido de pulpa de copoazú, la cual aporta agua intracelular y compuestos hidrofílicos capaces de retener humedad dentro del sistema. Aunque este tratamiento presentó menor contenido de agua añadida, la fruta contribuyó significativamente al agua disponible total. Además, la reducción de sólidos solubles observada en T3 disminuyó el efecto depresor del azúcar sobre la actividad de agua, favoreciendo valores más elevados de A_w .

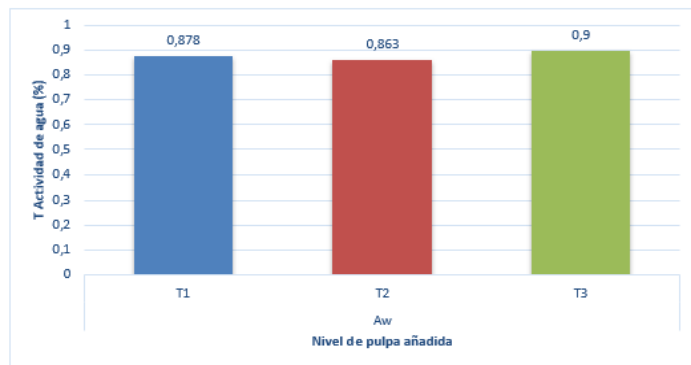


Figura 6. Comportamiento de la actividad de agua (A_w) entre los tres tratamientos.

Elaborado por: Parra J. 2026

La A_w también mostró relación inversa con los sólidos solubles obtenidos en los tratamientos. T1 presentó mayor °Brix y una A_w inferior a T3, confirmando lo dicho por (12) que el incremento de azúcares favorece la inmovilización del agua libre. Este comportamiento coincide con lo reportado por (13), quien señala que alimentos con alta concentración de sólidos solubles presentan menor actividad de agua debido a la formación de enlaces entre moléculas de agua y solutos.

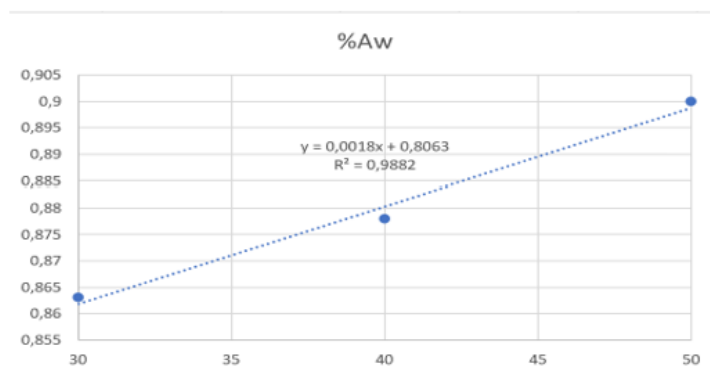


Figura 7. Correlación lineal de la Aw entre los tres tratamientos.

Elaborado por: Parra J.2026

La ecuación de regresión mostró una relación lineal positiva y un coeficiente de determinación elevado ($R^2=0,9882$), indicando que el porcentaje de pulpa influyó significativamente sobre este parámetro. Este comportamiento puede atribuirse al aporte de humedad propio de la pulpa de copoazú.

Fibra bruta

La fibra bruta presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, obteniéndose el mayor valor en T2 (1.38 %), seguido de T1 (1.26 %) y T3 (1.11 %), el comportamiento se asegura es directamente influenciado por la proporción de pulpa de copoazú y por el efecto del procesamiento térmico sobre los componentes estructurales de la fruta. El incremento observado en T2 puede atribuirse a una adecuada concentración de tejido vegetal en la formulación, permitiendo conservar mayor cantidad de polisacáridos estructurales como celulosa, hemicelulosa y pectinas insolubles. Aunque, en T3, pese a contener mayor porcentaje de pulpa, se evidenció una disminución de fibra, posiblemente asociada a la degradación térmica. Según (14) la celulosa, hemicelulosa y lignina formar parte de este fruto y durante la cocción y concentración del producto pueden degradarse ya que la temperatura en la hornilla pudo haber variado en un momento crítico. El comportamiento de la fibra guarda relación con la consistencia y retención de agua del producto ya que las fibras dietéticas poseen capacidad de hidratación y formación de redes estructurales, influyendo sobre parámetros como viscosidad y actividad de agua. (15) menciona que, en productos derivados de frutas, la estabilidad de la fibra depende tanto de la intensidad térmica como del equilibrio entre sólidos solubles y contenido de humedad.

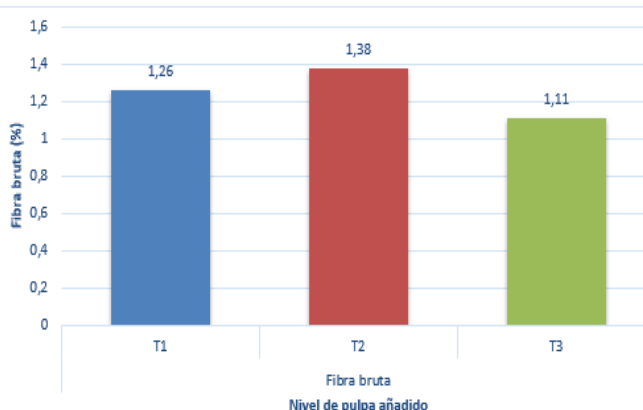


Figura 8. Comportamiento de la fibra bruta entre los tres tratamientos.

Elaborado por: Parra, J. 2026.

Aunque el tratamiento con 40% de pulpa presentó el mayor contenido de fibra bruta, no se observó una relación lineal fuerte entre el porcentaje de pulpa y el contenido de fibra, debido al bajo coeficiente de determinación ($R^2=0,3074$). Esto indica que otros factores, como el procesamiento térmico o la variabilidad experimental, pudieron influir en los resultados

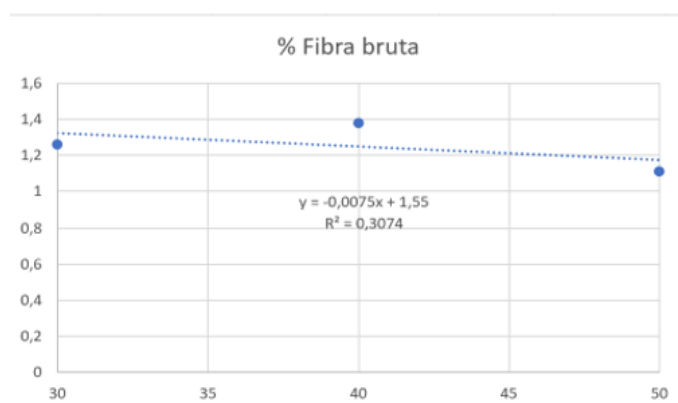


Figura 9. Correlación lineal de la fibra bruta entre los tres tratamientos.

Elaborado por: Parra, J. 2026.

Sólidos solubles (°Brix)

Los sólidos solubles presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, registrándose el mayor valor en T1 (65.1 °Brix) y el menor en T3 (62.4 °Brix), comportamiento estuvo influenciado por el incremento del contenido de pulpa de copoazú y la disminución relativa de sólidos solubles disponibles en la formulación, y a medida que aumentó la proporción de fruta, se incorporaron mayores cantidades de agua intrínseca y compuestos insolubles, generando un efecto de dilución sobre la concentración final de azúcares y sólidos disueltos.

Desde el punto de vista normativo, T1 fue el único tratamiento que cumplió el mínimo establecido para mermeladas, las cuales indican valores mínimos cercanos a 65 °Brix

para garantizar estabilidad, consistencia y conservación del producto. En T2 y T3, los valores inferiores podrían afectar la capacidad de conservación debido a una menor presión osmótica y mayor disponibilidad de agua para el desarrollo microbiano, pero al nivel de pH que se trabaja en todos los tratamientos se puede enfrentar y contrarrestar esta situación.

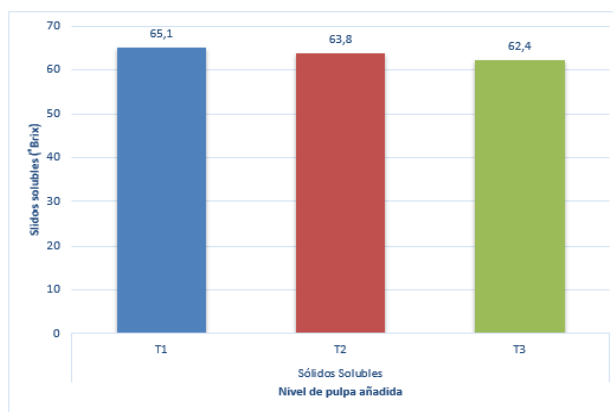


Figura 10. Comportamiento de los sólidos solubles entre los tres tratamientos.

Elaborado por: Parra, J. 2026

La disminución progresiva de los sólidos solubles al incrementar la concentración de pulpa de copoazú. El comportamiento presentó una correlación lineal negativa muy fuerte ($R^2=0,9995$), indicando que el aumento de pulpa reduce la concentración de azúcares solubles en la formulación.

(16) señala que concentraciones insuficientes de sólidos pueden disminuir la firmeza y estabilidad de productos tipo mermelada.

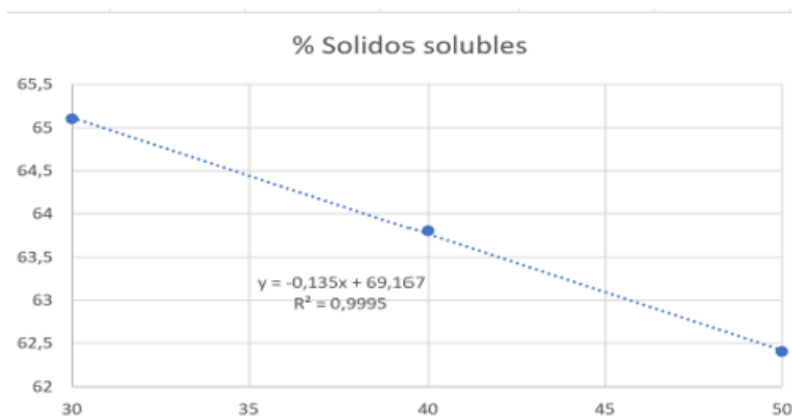


Figura 11. Comportamiento de los sólidos solubles entre los tres tratamientos.

Elaborado por: Parra, J. 2026

Evaluación sensorial

Se realizó una prueba de aceptabilidad a 50 panelista no entrenados donde se les presentó los atributos olor, sabor, textura, color y apariencia general. Se les impuso una

escala hedónica de 5 puntos, donde se les pidió que otorgaran un valor basado en este rango para describir las cualidades sensoriales de producto en cuestión, cada muestra se codificó con tres números al azar sin repetir ninguno, las reglas fueron no comunicarse entre ellos, evitar voltear y ser muy honestos en su percepción por la importancia del estudio, en la tabla 3 se presenta los resultados promedio obtenidos para cada tratamiento experimental

Tabla 3. Resultados promedio de la evaluación sensorial de la mermelada elaborada con diferentes niveles de pulpa de copoazú.

Tratamiento	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Promedio general
T1 (30%)	4.18	4.04	4.06	3.8	3.98	4.01
T2 (40%)	4.28	3.98	3.98	4.1	3.94	4.06
T3 (50%)	4.02	4.02	3.9	4.08	3.86	3.98

Elaborado por: Parra, J. 2026

El análisis sensorial de la mermelada prebiótica de copoazú, evaluado mediante una escala hedónica de cinco puntos y analizado con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ($p > 0.05$), evidenció que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos para los atributos de color, olor, sabor, textura y apariencia. Los promedios obtenidos oscilaron entre 3.80 y 4.28, lo que indica una aceptación favorable por parte de los panelistas. Aunque el tratamiento con 40 % de pulpa presentó el mayor promedio general de aceptabilidad (4.06), seguido por el tratamiento con 30 % (4.01) y el de 50 % (3.98), estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Estos resultados sugieren que el incremento del contenido de pulpa de copoazú no modificó de manera perceptible las características sensoriales del producto, manteniendo una adecuada calidad organoléptica y demostrando que es posible aumentar el contenido de pulpa sin afectar la aceptación del consumidor, según lo que menciona (17), el tratamiento térmico que se le da a la mermelada favorece cierta pérdida de compuestos homogenizando parcialmente las características entre los tratamientos, así mismo su olor fue bastante característico, según (18) la fruta del copoazú tiene un alto contenido de compuestos aromáticos.

Análisis Económico

El análisis económico se realizó con el propósito de determinar la viabilidad económica de la elaboración de la mermelada utilizando diferentes niveles de pulpa de copoazú. Para ello, se consideraron los costos de materias primas, insumos, envases, mano de obra, energía, limpieza y depreciación, todos estos aspectos están descritos en la tabla 4.

Tabla 4. Costos de producción de mermelada con diferentes niveles de pulpa de copoazú.

Elemento	Costo total	Costo/frasco (500 g)
Materia prima	30.00	2.5
Insumos	8.7	0.7
Envase	10	0.8
Mano de obra	10	0.8
Energía	3	0.2
Limpieza	1.5	0.13
Depreciación de equipos	2	0.17
Total	\$ 65.2	\$ 5.3

Elaborado por: Parra, J. 2026.

Los costos realizados para la elaboración de la mermelada de copoazú permitieron determinar un costo total de producción de 65,20 USD, equivalente a un costo aproximado de 5,30 USD por frasco de 500 g y con índice de beneficio costo de 1,49 \$.

La materia prima representó el mayor porcentaje del costo total de producción, debido principalmente al precio del copoazú y al bajo rendimiento de pulpa obtenido durante el procesamiento; este fruto presenta una elevada proporción de cáscara y semillas, lo que incrementa la merma y disminuye el rendimiento industrial. Según (19), los productos elaborados a partir de frutas tropicales no tradicionales suelen presentar costos superiores debido a la limitada disponibilidad de materia prima y a la dificultad de estandarizar los procesos productivos, lo cual se explicó anteriormente.

La mano de obra presentó igualmente un valor significativo, lo cual se relaciona con el carácter artesanal de la producción y el valor del Salario básico, según (20) menciona que en países en vías de desarrollo la disponibilidad de esto se ve afectada por la falta de industria que demande y se vea la viabilidad.

La relación beneficio/costo fue favorable para todos los tratamientos evaluados ya que se tomó un precio de venta al mercado establecido de 6,50 \$ y el precio de producción de 65,25\$, el beneficio total fue de 97,5\$ y dándonos un valor rentable final de 1,49\$.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidenciaron que el porcentaje de pulpa de copoazú influyó principalmente sobre el pH, acidez titulable, cenizas, actividad de agua, fibra bruta y sólidos solubles, mientras que la humedad no presentó diferencias significativas. El tratamiento T2 (40 % de pulpa) presentó el mejor comportamiento general, destacándose por su mayor contenido de fibra bruta (1,38 %), cenizas (0,24 %) y menor actividad de agua (0,863). Este comportamiento demuestra que la formulación y las condiciones de procesamiento influyen en las características finales de la mermelada, como también señala (4) para productos elaborados a partir de frutas.

El pH presentó diferencias significativas, con el menor valor en T2 (3,69), mientras que T1 y T3 registraron 3,87 y 3,82, respectivamente. Los valores obtenidos corresponden a un alimento ácido y favorecen la estabilidad del producto. (5) señalan que el pH es un parámetro importante en la estabilidad fisicoquímica de productos frutales. Por otra parte, la acidez titulable aumentó conforme se incrementó la cantidad de pulpa, presentando una relación lineal fuerte ($R^2 = 0,98$). Esta diferencia entre pH y acidez puede explicarse porque el pH representa los iones hidrógeno libres, mientras que la acidez titulable refleja la cantidad total de ácidos presentes en el alimento.

El contenido de cenizas fue mayor en T2 (0,24 %) y menor en T3 (0,19 %), lo que demuestra que un mayor porcentaje de pulpa no necesariamente incrementa proporcionalmente el contenido mineral. (10) menciona que los procesos térmicos pueden modificar la distribución de los minerales en los alimentos. En cuanto a la actividad de agua, T2 presentó el menor valor (0,863), mientras que T3 alcanzó 0,900. Este comportamiento puede relacionarse con la concentración de azúcar, pectina y sólidos solubles. (11) señalan que la reducción de la actividad de agua contribuye a mejorar la estabilidad de los alimentos, mientras que (13) indican que una mayor concentración de sólidos solubles favorece la disminución del agua disponible.

La fibra bruta presentó su mayor valor en T2 (1,38 %), seguido de T1 (1,26 %) y T3 (1,11 %). Aunque se esperaba un incremento progresivo con mayor cantidad de pulpa, el tratamiento T3 presentó una disminución, posiblemente relacionada con el efecto del procesamiento térmico. (14) señala la importancia de los componentes estructurales de las paredes celulares vegetales, mientras que (15) indica que el procesamiento puede modificar la estabilidad de la fibra. Los sólidos solubles, por su parte, disminuyeron de 65,1 °Brix en T1 a 62,4 °Brix en T3, presentando una relación lineal negativa muy fuerte ($R^2 = 0,9995$). Esto puede atribuirse al mayor aporte de agua y componentes insolubles de la pulpa al aumentar su proporción.

En la evaluación sensorial no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para color, olor, sabor, textura y apariencia, con promedios favorables entre 3,80 y 4,28 puntos. T2 obtuvo la mayor aceptación general (4,06), aunque las diferencias no fueron significativas. Estos resultados indican que el incremento de pulpa no afectó negativamente la aceptación del producto. (17) relacionan el tratamiento térmico con la homogenización de determinadas características de productos frutales, mientras que (18) destacan los compuestos aromáticos característicos del copoazú.

Finalmente, el análisis económico mostró un costo total de producción de 65,20 USD, un costo aproximado de 5,30 USD por frasco de 500 g y una relación beneficio/costo de 1,49, indicando viabilidad económica bajo las condiciones experimentales. (19) señala que los productos elaborados con frutas tropicales no tradicionales pueden presentar costos elevados debido a la disponibilidad y rendimiento de la materia prima. En conjunto, T2 fue el tratamiento con mejor equilibrio fisicoquímico y sensorial. Aunque el producto presenta un aporte de fibra dietética, el contenido obtenido no permite considerarlo estrictamente como prebiótico. Sin embargo, el aprovechamiento del copoazú representa una alternativa de valor agregado para el desarrollo de productos agroindustriales innovadores.

CONCLUSIONES

Entre los tratamientos evaluados, el tratamiento T2, correspondiente al 40 % de pulpa de copoazú, presentó el mejor equilibrio, destacándose por registrar el mayor contenido de fibra bruta (1,38 %), mayor contenido de cenizas (0,24 %), menor actividad de agua (0,863%). Estos resultados permiten considerarlo como la formulación más adecuada para la elaboración de la mermelada. además, aunque la mermelada obtenida no puede ser considerada estrictamente como un producto prebiótico debido a que presenta un contenido moderado de fibra, sí puede clasificarse como un producto con aporte significativo de fibra dietética, lo que le confiere valor nutricional y potencial funcional para el consumidor.

En lo referente a la evaluación sensorial se llevó a cabo mediante escala hedónica misma que no evidenció diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos, en ninguno de los atributos evaluados, lo que indica que la variación en el contenido de pulpa no genera cambios perceptibles en la aceptación del consumidor, manteniendo un perfil sensorial homogéneo y agradable al consumidor, ya que en promedio los resultados fueron favorables.

El análisis económico determinó un costo total de producción de 65,20 USD y un costo unitario de 5,30 USD por frasco de 500 g, evidenciando que la estructura de costos está principalmente determinada por la materia prima, el envase y la mano de obra, el costo elevado responde a factores estructurales como la limitada disponibilidad del copoazú en la zona de estudio ya que se trabajó en la sierra del Ecuador y el producto se cultiva en la zona de la Amazonía, entonces, se trajo el producto bajo pedido, por ende los costos logísticos de abastecimiento y la escala experimental de producción elevó el costo, lo que impide la aplicación de economías de escala, pero los resultados demuestran viabilidad técnica del producto y su potencial de escalamiento agroindustrial, especialmente en nichos de mercado de productos naturales y de valor agregado, o como un producto exclusivo por su gran perfil sensorial, así mismo el producto fue rentable al lograr un 1,49 en el índice beneficio costo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ballesteros, Gonzales. Role of prebiotics and probiotics in the functionality of the microbiota in the patients receiving enteral nutrition. 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.20960/nh.1956>.
2. Montecel N. Plan de negocio para la producción y comercialización de mermelada y té de cacao con stevia en la ciudad de Guayaquil [tesis]. Universidad Agraria del Ecuador; 2021. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MONTECEL%20GOMEZ%20MELISSA%20NAYBI.pdf>.
3. Salazar J. Agroindustrial Residues as Sources of Nutrients and Phenolic Compounds. Epistemus. 2023;17(34). DOI: <https://doi.org/10.36790/epistemus.v17i34.265>.

4. Guevara-García M, et al. Energetic value and sensorial characteristics of jam formulated with Cucurbita ficifolia B. - Citrus sinensis L. and pectin sweetened with stevia. *Revista de Invest. Agropecuaria Science and Biotechnology*. 2025;5(4):1-11. DOI: <http://doi.org/10.25127/riagrop.20254.1127>.
5. Castillo K, et al. Bromatological and physicochemical characterization of an acai jam (*Euterpe Oleracea* Mart.) sweetened with cocoa mucilage. *Reincisol*. 2024;3(6):929-952. DOI: [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)929-952](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)929-952).
6. FAO. Bases técnicas para el aprovechamiento agroindustrial de especies nativas de la amazonia. 2025. Disponible en: <https://www.fao.org/fileadmin/templates/inpho/documents/ad418s00.pdf>.
7. Shahida A, et al. An overview of fermentation in the food industry - looking back from a new perspective. *Bioresour Bioprocess*. 2023;10. DOI:10.1186/s40643-023-00702-y.
8. Geraldine M. Acidez Titulable y pH en Alimentos. 2025. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/526676883/ACIDEZ-TITUABLE-Y-PH>.
9. García E. Desarrollo y Caracterización de Mermelada producida a partir del fruto de mate *Crescentia cujete* L. [tesis]. Universidad Técnica de Ambato; 2019. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e2c6160a-76d6-40ea-a53e-18724b6effd9/content>.
10. Jacqueline B. Mineral in Food. 2020. En: *ScienceDirect Topics*. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/mineral-in-food>.
11. Campo R, et al. Degradación de los componentes químicos presentes en los alimentos por influencia de la temperatura. *Pol. Con.* 2023;8(85). DOI:10.23857/pc.v8i8.
12. Febles J, et al. Análisis preliminar del efecto de la actividad de agua sobre la viabilidad y estabilidad en formulaciones de probióticos. 2016. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612016000100009.
13. Yadav A, et al. Deshidratación osmótica de frutas y verduras. 2012. DOI:10.1007/s13197-012-0659-2.
14. Fujimori S. Humans have intestinal bacteria that degrade the plant cell walls in herbivores. *World J Gastroenterol*. 2021;27(45):7784. DOI:10.3748/wjg.v27.i45.7784.
15. Pak N. Fibra dietética en frutas cultivadas en Chile. *Arch Latinoam Nutr*. 2013;53(4). Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000400013.
16. López C, et al. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) application chemical characterization of enamel, dentin and bone. 2025. DOI:10.1080/05704928.2018.1431923.
17. Zelanda C, et al. Efecto de la temperatura de pasteurización y proporción de mezclas binarias de pulpa de carambola y mango sobre su capacidad antioxidante lipofílica. 2013. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337430545009.pdf>.

18. Quispe R, et al. Análisis de la actividad antioxidante durante el proceso de producción del néctar de copoazú. Revista Alfa. 2025;9(26). DOI: <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i26.357>.
19. Monar A. Relación entre la manufactura de frutas tropicales y la cadena de valor de bebidas no alcohólicas en Manabí-Ecuador. ECA Sinergia. 2019;10(3). DOI: https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v10i3.1815.
20. Revilla, Guerrero. Desarrollo de mermelada de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en diferentes estados (natural y deshidratada). Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2025. Disponible en: <https://repositorio.puce.edu.ec/items/fa790407-15e1-4907-952c-63c1e262e37d>.