



Received: Abr 26, 2026 / Accepted: May 27, 2026

Artículo Original

Influencia del tiempo de maceración en las propiedades fisicoquímicas y funcionales de un licor de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) y maíz morado (*Zea mays* L.)

Influence of maceration time on the physicochemical and functional properties of a rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) and purple corn (*Zea mays* L.) liqueur

S. M Penadillo-Meneces¹, D. J. Miranda-Cabrera², A. E. Estrada-Cadillo²



<https://doi.org/10.51431/par.v8i1.1111>

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto del tiempo de maceración sobre las propiedades fisicoquímicas, funcionales y sensoriales de un licor a base de pulpa de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) y coronta de maíz morado (*Zea mays* L.). **Metodología:** Se elaboraron seis tratamientos variando el tiempo de maceración (5, 10, 15, 20, 25 y 30 días). En cada uno se determinaron las propiedades fisicoquímicas (acidez, sólidos solubles, densidad, pH, grado alcohólico y color), funcionales (polifenoles totales, flavonoides y antocianinas) y sensoriales, estas últimas mediante una escala hedónica para identificar el tiempo óptimo de proceso. **Resultados:** El tratamiento de 30 días obtuvo la mayor aceptabilidad sensorial, registrando una acidez de 0,46% (expresada en ácido cítrico), 31,7 °Brix de sólidos solubles, densidad de 1,83 g/mL, pH de 4,3, grado alcohólico de 16,47%. En cuanto a las propiedades funcionales, este tratamiento alcanzó 572 µmol ET/100 mL de polifenoles totales, 7043 mg EQ/mL de flavonoides y 18,38 mg AT/mL de antocianinas. Asimismo, el análisis estadístico evidenció una alta correlación entre el tiempo de maceración y las variables evaluadas (R^2 elevados), confirmando la influencia significativa de este factor en la evolución del producto. **Conclusión:** El tiempo de maceración de 30 días optimiza las propiedades fisicoquímicas, funcionales y sensoriales del licor, consolidándolo como una alternativa agroindustrial viable para el desarrollo de bebidas funcionales.

Palabras clave: Compuestos bioactivos, capacidad antioxidante, antocianinas, evaluación sensorial, licor de frutas.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of maceration time on the physicochemical, functional, and sensory properties of a liqueur made from rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) pulp and purple corn (*Zea mays* L.) cob. **Methodology:** Six treatments were prepared by varying the maceration time (5, 10, 15, 20, 25, and 30 days). For each treatment, physicochemical properties (acidity, soluble solids, density, pH, alcohol content, and color), functional properties (total polyphenols, flavonoids, and anthocyanins), and sensory properties were determined; the latter were assessed using a hedonic scale to identify the optimal processing time. **Results:** The 30-day treatment achieved the highest sensory acceptability, recording an acidity of 0.46% (expressed as citric acid), 31.7 °Brix of soluble solids, a density of 1.83 g/mL, a pH of 4.3, an alcohol content of 16.47%, and color parameters L^* : 25.71, a^* : 12.17, and b^* : 3.87. Regarding functional properties, this treatment reached 572 µmol TE/100 mL of total polyphenols, 7043 mg QE/mL of flavonoids, and 18.38 mg CE/mL of anthocyanins. Furthermore, statistical analysis showed a high correlation between maceration time and the evaluated variables (high R^2 values), confirming the significant influence of this factor on the product's evolution. **Conclusion:** A maceration time of 30 days optimizes the physicochemical, functional, and sensory properties of the liqueur, consolidating it as a viable agro-industrial alternative for the development of functional beverages.

Keywords: Bioactive compounds, antioxidant capacity, anthocyanins, sensory evaluation, fruit liqueur.

¹Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Facultad de Ingeniería Agraria, Alimentaria y Ambiental Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú

²Departamento Académico de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú

*Autor para correspondencia: dmiranda@unjfsc.edu.pe

Introducción

Según el Ministerio de Agricultura, Pecuaria e Abastecimiento de Brasil (2009), el licor se define como una bebida alcohólica con una graduación que oscila entre el 15 % y el 54 % en volumen a 20 °C, caracterizada por un contenido de azúcar superior a 30 g/L. Su elaboración comprende una fase alcohólica y otra no alcohólica, de origen vegetal o animal. En términos generales, el licor es una bebida con elevada concentración de azúcar y alcohol, enriquecida con principios aromáticos provenientes de raíces, semillas, frutos y cortezas.

Los licores se producen en diversas regiones del mundo y presentan características particulares según su técnica de elaboración, la materia prima empleada y su finalidad. Los métodos tradicionales para la elaboración de licores de frutas consisten en la mezcla de alcohol etílico obtenido por destilación con un jarabe azucarado que incorpora pequeñas cantidades de esencias de hierbas o frutas, seguido de procesos de decantación y filtración. Aunque este procedimiento es relativamente sencillo, existen variaciones tecnológicas y patentes orientadas a optimizar la calidad final del producto (Penha, 2006; Oliveira y Santos, 2011).

El rambután es una fruta tropical originaria de Asia, reconocida por su pulpa nutritiva y la presencia de compuestos bioactivos que le confieren propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y potencial funcional (Phuong et al., 2020; Hernández et al., 2019). No obstante, en el mercado peruano su comercialización aún es limitada y su aprovechamiento alimentario sigue siendo reducido. Además de su valor nutricional, el rambután aporta beneficios complementarios para la salud debido a su riqueza en vitaminas, minerales y compuestos funcionales. Se ha reportado que el jugo de sus hojas contribuye al cuidado del cuero cabelludo, mientras que sus semillas presentan posibles efectos antidiabéticos (Penha, 2006). En cuanto a sus características físicas, Acosta (2018) describe al rambután como un fruto ovalado, de pulpa jugosa y sabor semejante al de la uva, recubierto por una cáscara provista de filamentos suaves. Asimismo, señala que sus atributos como color, forma y desarrollo están estrechamente condicionados por el entorno tropical húmedo en el que se cultiva.

Guillen-Sánchez et al. (2014) indica que el maíz morado es una planta andina originaria principalmente de Perú y Bolivia, destacada por su alto contenido de antocianinas y compuestos fenólicos, lo que le otorga relevancia como colorante natural y por sus propiedades antioxidantes y funcionales. Sin embargo, estas antocianinas pueden degradarse ante factores como pH elevados, altas temperaturas y exposición al oxígeno (Flores y Flores, 2018). sobresale por la presencia de compuestos bioactivos que contribuyen a retardar el envejecimiento celular y brindan beneficios en la regulación de la presión arterial, el colesterol y la salud celular en general (Apace, 2022). Finalmente, diversos estudios señalan que el maíz morado, especialmente en su estado fresco e integral, contiene una concentración de antocianinas superior a la de frutas como el arándano. Esto se debe a que los compuestos fenólicos presentan mayor concentración en la mazorca que en el grano (Cevallos y Cisneros, 2003).

La presente investigación tiene como finalidad estudiar el comportamiento de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de una nueva bebida alcohólica durante el proceso de maceración para la obtención de un licor. Las materias primas empleadas aportan características sensoriales como sabor y color, además de compuestos bioactivos con potencial beneficio para la salud. Asimismo, esta iniciativa busca revalorizar el uso del rambután (*Nephelium lappaceum* L.) y la coronta de maíz morado (*Zea mays* L.), promoviendo su aprovechamiento, cultivo y comercialización.

Metodología

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Procesos e Ingeniería de Alimentos y el Laboratorio de Evaluación Sensorial, ambos pertenecientes a la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Facultad de Ingeniería Agraria, Ambiental y de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Materia prima

Se utilizó 6 kg de Rambután, 250 g de maíz morado, adquiridos en el mercado centenario (la parada) y mercado central del distrito de Huacho, provincia de Huaura-Lima.

Obtención de la pulpa de rambután

El proceso para la obtención de la pulpa de rambután fue:

Selección y recepción de rambután: Se seleccionaron frutos frescos y maduros, priorizando su calidad sensorial (sabor y aroma). Se descartaron frutos con daños visibles. Los rambutanes seleccionados presentaron un color rojizo y una textura firme, lo que garantizara un alto contenido de azúcares y compuestos fenólicos esenciales.

Pesado: Se pesaron la materia prima para determinar y prever su rendimiento.

Lavado: Los frutos fueron lavados con agua potable tratada para eliminar restos de suciedad, pesticidas y otros contaminantes. Además, se utilizó un desinfectante alimentario en proporciones adecuadas. La solución desinfectante empleada fue hipoclorito de sodio (lejía) en una concentración 15 ppm. El tiempo de inmersión en estas soluciones desinfectantes no debe ser menor a 45 segundos. Finalmente se enjuagó con abundante agua. Este paso se asegurará que los frutos se encuentren libres de microorganismos no deseados y residuos que pudieran alterar el producto final.

Pelado: Se retiró la cáscara de la fruta

manualmente para obtener la pulpa.

Obtención de la coronta de maíz morado

El proceso para la obtención de la coronta de maíz morado fue el siguiente:

Selección y recepción: Se seleccionaron maíz morado y se descartó las mazorcas dañadas.

Pesado: Se pesó la materia prima para determinar y calcular su rendimiento.

Desgranado: Se realizó con el fin de separar el grano de la coronta, ya que se utilizó solo la coronta.

Lavado y desinfectado: Las corontas fueron lavadas con agua potable tratada para eliminar restos de suciedad, pesticidas y otros contaminantes. Además, se utilizó un desinfectante alimentario en proporciones adecuadas. La solución desinfectante empleada fue hipoclorito de sodio (lejía) en una concentración 15 ppm. El tiempo de inmersión en estas soluciones desinfectantes no debe ser menor a 45 segundos. Finalmente, la coronta se enjuagó con abundante agua.

Elaboración del licor macerado

La formulación seguida para obtener el licor macerado se muestra en la tabla siguiente

Tabla 1

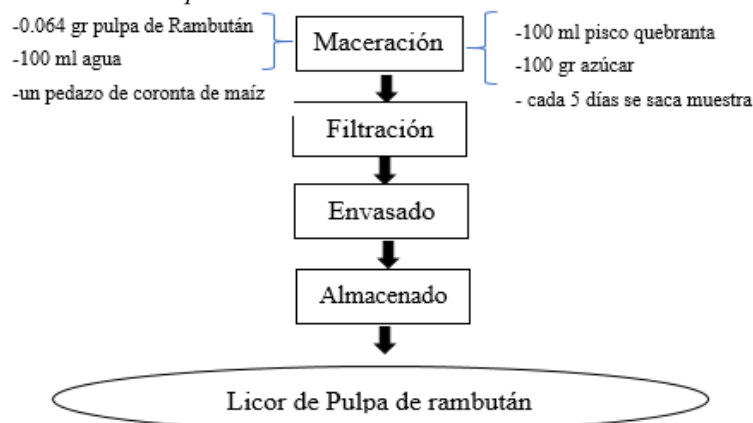
Formulación de la elaboración de licor macerado a base de rambután

Ingredientes	Agua(ml)	Pulpa (g)	Pisco quebranta(g)	Azúcar (g)	Canela (g)	Clavo (g)	Coronta de maíz morado (g)
Cantidades	100	0.64	100	100	0.2	0.2	0.3

En la figura 1 se muestra las operaciones realizadas para elaborar el licor macerado:

Figura 1

Flujo de Obtención de Licor de Pulpa de Rambután



Los tiempos experimentales de maceración se muestran en la tabla siguiente

Tabla 2

Tratamientos en estudio del diseño experimental (Licor macerado de Rambután).

Tratamientos	Tiempo de maceración (días)
T0	0
T1	5
T2	10
T3	15
T4	20
T5	25
T6	30

Análisis fisicoquímicos

Todas las determinaciones se realizaron en pulpa de rambután, coronta de maíz morado y en los licores macerados, con excepción de la determinación de grado alcohólico y densidad que solo se realizó en los licores macerados.

Determinación de la acidez total: Por titulación ácido-base directa, los resultados se expresaron en % de ácido cítrico (Association of Official Agricultural Chemists [AOAC], 2005)

Determinación del grado alcohólico: Se realizó con el alcoholímetro expresándose en porcentaje de alcohol en volumen (AOAC, 2005)

Determinación de pH: Por el método del potenciómetro. (AOAC, 2005).

Determinación de sólidos solubles Se utilizó un refractómetro calibrado para medir los grados °Brix (AOAC, 2005).

Densidad: Se utilizó un picnómetro de 10 ml para su determinación en los licores macerados (AOAC, 2005).

Análisis de compuestos funcionales

Determinación de polifenoles totales: Se realizó en los licores macerados por el método Folin-Ciocalteu, expresándose en equivalente de ácido gálico por 100ml (Magalhães, et al., 2010).

Determinación de antocianinas: Se determinó en coronta de maíz morado y licores macerados, por el método de Diferencial de pH (Lee, et al., 2005).

Determinación de flavonoides totales: Se determinó en pulpa de rambután, coronta de maíz

y licores macerados y se expresaron en mg equivalentes de quercetina (EQ) por gramo de muestra se determinó para pulpa, coronta y licores macerados (Li et al., 2015).

Evaluación sensorial

Se utilizó una escala hedónica de 9 puntos para determinar el grado de aceptación de los participantes. En el estudio participaron 50 panelistas semi entrenados, entre hombres y mujeres, pertenecientes a la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Cada panelista evaluó siete muestras, utilizando una ficha de evaluación con escala hedónica, donde el valor 1 correspondió a “me disgusta mucho” y el valor 9 a “me gusta mucho”.

Se analizaron los atributos de color, aroma, sabor y aceptabilidad general de cada tratamiento. Las sesiones de evaluación se realizaron en un laboratorio previamente acondicionado, en el horario comprendido entre las 10:00 y 11:00 a. m. Las muestras fueron servidas en vasos transparentes, conteniendo 50 mL de la bebida, y debidamente codificadas mediante combinaciones aleatorias de tres dígitos. Asimismo, se proporcionó a cada panelista un vaso con agua para el enjuague bucal entre la degustación de una muestra y otra, con el fin de evitar interferencias sensoriales (Espinoza, 2007).

Análisis de los datos

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con seis tratamientos y cinco repeticiones por cada uno, donde los tratamientos correspondieron a diferentes tiempos de maceración de un licor a base de pulpa de rambután. Para evaluar las variables fisicoquímicas, así como el contenido de polifenoles totales, antocianinas y flavonoides, los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA). En caso de hallar diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5% ($P < 0,05$). Por otro lado, los atributos sensoriales (color, sabor, aroma y aceptabilidad general) se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Friedman ($P < 0,05$).

Resultados

Análisis fisicoquímico y funcional de la pulpa de rambután y coronta de maíz morado

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos, observándose que la acidez de la coronta de maíz morado es prácticamente despreciable. En el caso de la pulpa de rambután, se registró un valor de acidez de 0,38 %, Respecto a los sólidos solubles, la pulpa de rambután presentó valores superiores en comparación con la coronta de maíz morado, alcanzando 7,3 °Brix. En cuanto al pH, la pulpa de rambután registró un valor de 3,59 mientras que la coronta de maíz

morado presentó un pH de 6,7, considerado cercano a la neutralidad.

El contenido de polifenoles totales en la pulpa de rambután fue de 0,160 mg EAG/100 ml, un valor notablemente bajo en comparación con los 23,325 mg EAG/100 ml registrados en la coronta de maíz. En cuanto a las antocianinas, se obtuvieron 11,417 mg AT/ml en la coronta de maíz, mientras que en la pulpa de rambután se reportó su ausencia. Por el contrario, la pulpa de rambután presentó un elevado contenido de flavonoides (2750,312 mg EQ/ml), componente que no se detectó en la coronta.

Tabla 3

Análisis fisicoquímico y funcional de la pulpa de rambután y coronta de maíz morado.

	Pulpa	Coronta
Acidez titulable (% ácido cítrico)	0,38 ± 0,006	-----
Sólidos Solubles (°Brix)	7,3 ± 0,058	0,3 ± 0,006
pH	3,59 ± 0,006	6,7 ± 0,006
Polifenoles totales (mg EAG/100 mL)	0,160	23,325
Flavonoide (mg EQ/ml)	2,750,312	----
Antocianina (mg AT/ml)	----	11,417

Propiedades fisicoquímicas del licor macerado

En la Tabla 4 se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos de los licores macerados. Se observa que el incremento en el tiempo de maceración ocasionó un aumento progresivo de los sólidos solubles (°Brix), la densidad, la acidez y el grado alcohólico, en contraste con los valores de pH, los cuales mostraron una tendencia decreciente. El análisis de varianza (ANOVA) evidenció diferencias estadísticas significativas en todas las variables

evaluadas ($p < 0,05$). Al aplicar la prueba de comparación múltiple de Tukey, se determinó que los sólidos solubles y la acidez difirieron significativamente entre todos los tratamientos. En cuanto a la densidad, únicamente el par T1-T2 no mostró diferencias significativas. Para el contenido alcohólico, no se hallaron diferencias estadísticas entre los tratamientos T1 y T2, ni entre T4 y T5. Finalmente, respecto al pH, las comparaciones por pares entre muestras consecutivas resultaron estadísticamente similares

Tabla 4

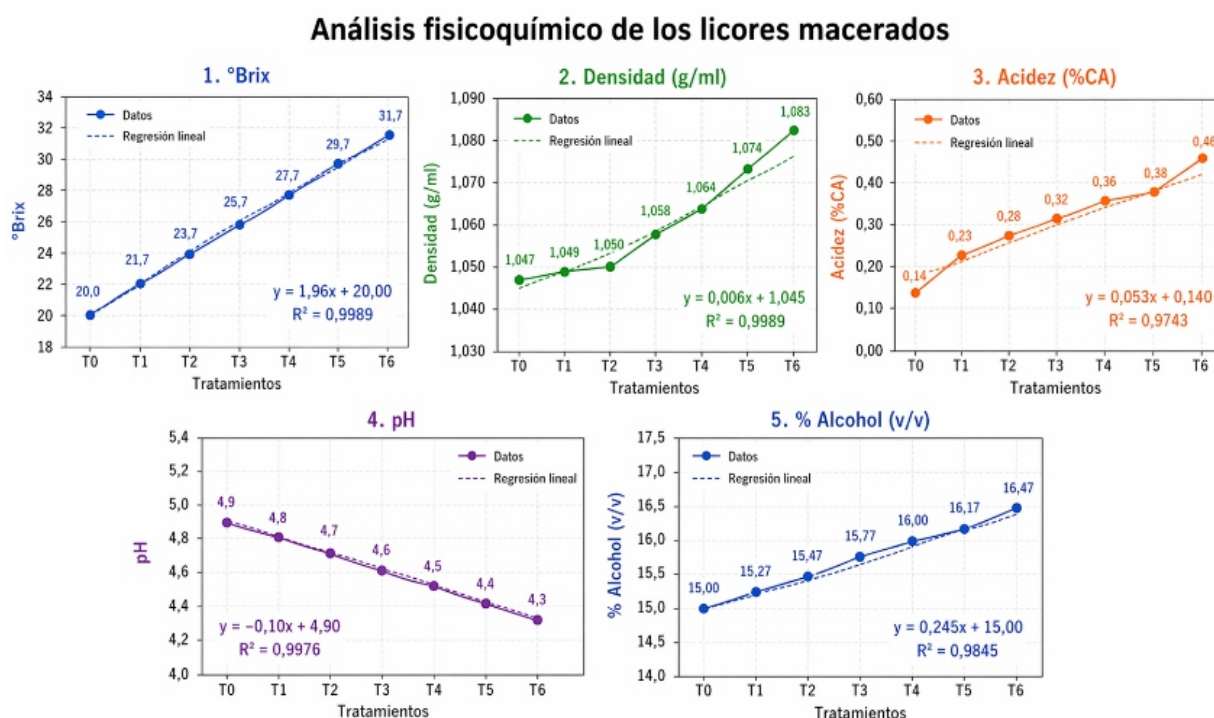
Análisis fisicoquímico de los licores macerados

Tiempo de maceración	°Brix	Densidad g/ml	Acidez % CA	Ph	% Alcohol
T0: 0 días	20,0	1,047	0,14	4,9	15,00
T1: 5 días	21,7	1,049	0,23	4,8	15,27
T2: 10 días	23,7	1,050	0,28	4,7	15,47
T3: 15 días	25,7	1,058	0,32	4,6	15,77
T4: 20 días	27,7	1,064	0,36	4,5	16,00
T5: 25 días	29,7	1,074	0,38	4,4	16,17
T6: 30 días	31,7	1,083	0,46	4,3	16,47

En la figura 2 se presentan las regresiones lineales de las pruebas fisicoquímicas mostrándose un R^2 aceptable para todos los casos.

Figura 2

Regresión lineal para los análisis fisicoquímicos



Compuestos funcionales del licor macerado

En la Tabla 4 se presentan los resultados de los análisis funcionales realizados a los licores macerados, evidenciándose un incremento progresivo en el contenido de compuestos fenólicos totales, antocianinas y flavonoides a medida que aumentó el tiempo de maceración. Este comportamiento sugiere una mayor extracción de compuestos bioactivos durante el proceso de macerado. El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas en todas las variables evaluadas ($P < 0,05$). Asimismo, la prueba de comparación múltiple de Tukey permitió identificar diferencias entre tratamientos para cada uno de los compuestos funcionales analizados. En el caso de los polifenoles totales, el tratamiento T0 presentó diferencias significativas respecto a los tratamientos T6 y T7, mientras que el tratamiento T1 difirió significativamente del T7. Para los flavonoides, únicamente se observaron diferencias significativas entre los tratamientos T0 y T7. En relación con las antocianinas, el tratamiento T0 mostró diferencias significativas frente a T6 y T7; de igual manera, el tratamiento T1 presentó diferencias significativas en comparación con los tratamientos T6 y T7.

El incremento sostenido de flavonoides, antocianinas y polifenoles totales evidencia que el tratamiento aplicado favorece la liberación de compuestos bioactivos, siendo los flavonoides los principales responsables del contenido funcional del sistema, lo cual sugiere una mejora en las propiedades antioxidantes del producto final.

Evaluación sensorial del licor macerado

Se evaluaron los atributos sensoriales de sabor, color, aroma y aceptabilidad general en los licores macerados (Tabla 5). Mediante la prueba de Friedman ($P < 0,05$), se determinó la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para todas las variables, a excepción del aroma. En las comparaciones múltiples para el sabor, únicamente el tratamiento T5 difirió significativamente de los demás. Respecto al color, T5 mostró diferencias estadísticas con todos los tratamientos, excepto con T6; de manera similar, T6 se diferenció del resto de las muestras.

En cuanto a la aceptabilidad general, el tratamiento T6 resultó estadísticamente similar a T4 y T5, pero difirió de los demás tratamientos; asimismo, T1 presentó diferencias significativas

en comparación con T4 y T5. Los puntajes promedio de la evaluación de los 50 panelistas se detallan en la Tabla 5, donde T6 alcanzó la mayor puntuación en aceptabilidad general, evidenciando una clara preferencia por parte de los evaluadores.

Tabla 5

Puntajes promedios obtenidos para las características sabor, aroma, color y aceptabilidad

Tratamientos	Sabor	Aroma	Color	Aceptabilidad
T0: 0 días	3,8	3,4	3,8	3,6
T1: 5 días	3,4	3,8	3,3	3,2
T2: 10 días	3,4	3,9	3,7	3,7
T3: 15 días	3,9	3,8	3,8	4,0
T4: 20 días	4,2	4,6	3,9	4,2
T5: 25 días	5,0	4,3	5,3	4,4
T6: 30 días	4,3	4,3	4,1	4,9

Discusión

La acidez de la pulpa de rambután (0,38 % AC) resultó consistente con lo reportado por Pérez (2014) (0,43 % AC), lo que confirma la presencia de ácidos orgánicos como el cítrico y el málico, descritos por Chai (2018). Sin embargo, las diferencias observadas respecto a Vargas (2003) sugieren una marcada influencia de factores agronómicos, entre ellos las condiciones climáticas, el grado de madurez del fruto y el manejo poscosecha, los cuales afectan directamente su composición química. En relación con los sólidos solubles (7,3 °Brix), la similitud con los resultados obtenidos por Bernal (2018) refuerza la estabilidad del contenido de azúcares presentes en el fruto, tales como sacarosa, glucosa y fructosa (Chai, 2018). No obstante, el menor valor de pH registrado (3,59) indica una mayor acidez relativa, condición que podría favorecer la estabilidad microbiológica del producto, aunque también influir en sus características sensoriales.

Respecto a la coronta de maíz morado, la ausencia de reportes sobre acidez en la literatura limita la comparación directa. El bajo contenido de sólidos solubles (0,3 °Brix), en contraste con lo señalado por Albarracín (2024), puede atribuirse a la diferencia entre el material evaluado en este estudio y una bebida procesada a base de maíz morado. Asimismo, el pH de 6,7, cercano al reportado por Vélez (2018), confirma el carácter casi neutro de esta materia prima. Este aspecto resulta relevante debido a que la coronta

de maíz morado no destaca por su capacidad acidificante, sino por su importante aporte funcional, principalmente como fuente de pigmentos y compuestos antioxidantes.

En cuanto a los compuestos funcionales, el bajo contenido de polifenoles encontrado en la pulpa de rambután (0,160 mg EAG/100 mL), en comparación con Acosta y Mora (2019), evidencia una variabilidad asociada al origen geográfico y a las condiciones de cultivo. Por el contrario, el contenido de flavonoides (2750,312 mg EQ/mL) mostró valores similares a los reportados por Ochoa (2016), lo que sugiere una mayor estabilidad de estos compuestos frente a factores externos. La ausencia de antocianinas en la pulpa confirma que su contribución funcional es limitada en este aspecto. En contraste, la coronta de maíz morado presentó altos niveles de polifenoles (23,325 mg EAG/100 mL) y antocianinas (11,417 mg AT/mL), destacándose como la principal fuente antioxidante del sistema; sin embargo, las diferencias observadas respecto a Soberón (2019) reflejan nuevamente la influencia de factores agronómicos y de procesamiento.

En relación con las propiedades fisicoquímicas del licor macerado, diversos estudios reportan tendencias similares a las observadas en la presente investigación. Vieira et al. (2010) y Texeira et al. (2007) encontraron incrementos en los sólidos solubles (°Brix) durante la maceración de camu camu y plátano, respectivamente, a partir de los 15 días de almacenamiento. Asimismo, Rojas et al. (2012) reportaron un incremento de la acidez hasta alcanzar 4,29 % AC en la sexta semana de maceración de frutos de palmera pona, acompañado de un aumento de la densidad y los sólidos solubles, así como una disminución progresiva del pH hasta la cuarta semana de evaluación.

De igual manera, Vieira et al. (2010), Texeira et al. (2007) y Oliveira y Santos (2011) señalaron incrementos en el contenido alcohólico, los sólidos solubles y la acidez, además de reducciones en el pH durante la elaboración de licores de frutas, como el licor de guanábana. Texeira et al. (2007) mencionan que, durante la maceración, se producen intercambios entre el fruto y la solución hidroalcohólica, permitiendo la migración de compuestos solubles de la fruta hacia el medio líquido,

mientras parte del alcohol queda retenido en la masa vegetal durante la filtración.

El incremento de la densidad puede explicarse por la presión osmótica ejercida por el aguardiente sobre las células del fruto. En este proceso, sustancias disueltas en el interior celular, como azúcares, ácidos, minerales, vitaminas y pigmentos, atraviesan la membrana celular y pasan al medio hidroalcohólico. Bolin et al. (1983) señalan que este fenómeno genera un aumento de la densidad y, de manera indirectamente proporcional, una disminución del grado alcohólico hacia las etapas finales de la maceración.

Asimismo, Moreno et al. (2004) indican que la variabilidad del contenido alcohólico en aguardientes aromatizados con frutas se relaciona con el fenómeno de contracción, propiedad característica del alcohol etílico que ocurre durante la formación de mezclas hidroalcohólicas. En este proceso, el alcohol ejerce presión osmótica sobre la pared celular de los frutos, favoreciendo la absorción de agua y ocasionando una reducción gradual del grado alcohólico.

Por otro lado, Moreno et al. (2002) destacan que la extracción de sustancias aromáticas es mayor cuando se emplean soluciones hidroalcohólicas de mayor graduación alcohólica, debido a la elevada solubilidad de los compuestos presentes en las frutas. Además, el medio se vuelve progresivamente más ácido como consecuencia de la incorporación de compuestos ácidos provenientes de las cáscaras y del propio aguardiente utilizado en la maceración.

Con relación a los compuestos funcionales del licor macerado, el incremento de polifenoles totales (148–572 mg EAG/100 mL) evidencia que el tiempo de maceración influye directamente en la extracción de compuestos bioactivos. Los valores superiores a los reportados por Quispe (2019) podrían explicarse por la combinación de materias primas utilizadas, especialmente por la incorporación de la coronta de maíz morado. Sin embargo, los contenidos de antocianinas (3,32–18,38 mg AT/mL) fueron considerablemente menores a los reportados por Taípe (2021), lo que sugiere que la matriz del producto y la naturaleza de las materias primas condicionan la eficiencia de extracción de estos pigmentos. En concordancia

con estos resultados, Díaz y Gonzales (2018) encontraron en licor de ayrampo la presencia de azúcares reductores, compuestos fenólicos y flavonoides, confirmando la importancia de la maceración en la liberación de fitoconstituyentes funcionales.

Finalmente, la evaluación sensorial evidenció que, aunque algunos atributos específicos como aroma (T4), sabor y color (T5) alcanzaron puntuaciones destacadas, la mayor aceptabilidad global correspondió al tratamiento T6 (30 días de maceración). Esto indica que el consumidor percibe de manera integral los cambios generados por un mayor tiempo de maceración. En conjunto, los resultados demuestran que el tiempo de maceración constituye un factor determinante en la calidad del licor, ya que favorece la mejora de las propiedades fisicoquímicas y funcionales, aunque también ocasiona una disminución del pH que debe ser controlada para mantener la estabilidad y aceptabilidad del producto.

Este comportamiento se encuentra respaldado por el análisis de regresión, donde los altos valores de R^2 evidencian una fuerte relación entre el tiempo de maceración y la extracción de compuestos bioactivos. En este sentido, un valor de R^2 cercano a 1 indica un adecuado ajuste del modelo lineal, confirmando que el tiempo de maceración actúa como un factor determinante en la cinética de extracción y en la mejora de las propiedades funcionales del licor macerado.

Conclusiones

El tiempo de maceración ejerció una influencia significativa sobre las propiedades fisicoquímicas, funcionales y sensoriales del licor de pulpa de rambután y coronta de maíz morado. El incremento de este periodo favoreció el aumento de los sólidos solubles, la densidad, la acidez, el grado alcohólico y los compuestos bioactivos, en contraposición a una disminución progresiva del pH. El tratamiento de 30 días (T6) optimizó el contenido de compuestos funcionales (destacando los flavonoides como los principales bioactivos) y la aceptabilidad sensorial. Por lo tanto, este periodo se consolida como el tiempo óptimo para obtener una bebida con excelentes atributos fisicoquímicos, alto potencial antioxidante y adecuada aceptación, posicionándose como una alternativa viable para el desarrollo de bebidas funcionales.

Referencias

- Acosta. (2018). *Evaluación fisicoquímica y sensorial de un sustituto de licor de cacao y un producto tipo chocolate elaborado a partir de semillas de rambután (Nephelium lappaceum)* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Nacional]. <https://repositorio.utn.ac.cr/server/api/core/bitstreams/b6d3e999-b0d6-44b8-8cb7-56ad279322d3/content>
- Acosta G. y Mora, J. (2019). *Caracterización de compuestos bioactivos en el rambután (Nephelium lappaceum) e implementación de lignina extraída del pericarpio como materia prima en biopelículas* [Tesis de pregrado, Universidad Jorge Tadeo Lozano]. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/server/api/core/bitstreams/53fa5ab3-516b-450f-9047-6a402a2485f3/content>
- Albarraçín, J. (2024). *Mejoramiento del proceso de elaboración de una bebida a base de coronta de maíz negro (Zea mays L.) en la Asociación Virgen del Tránsito de la parroquia Guaytacama* [Tesis de pregrado, Universidad de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/97056eaa-5049-41d5-a3d1-b779295a5f4c/content>
- Official methods of analysis [AOAC]. (2005). (18th ed.). Association of Official Analytical Chemists. https://www.researchgate.net/publication/292783651_AOAC_2005
- Apace. (2022). *Efecto del germinado en la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos del grano de maíz morado (Zea mays L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1b1b8168-6344-48f3-ba5d-11501fc325c7/content>
- Bernal, M. (2018). *Efecto de las condiciones de almacenamiento durante la senescencia en las propiedades fisicoquímicas de diferentes variedades de rambután (Nephelium lappaceum)* [Tesis de pregrado, Universidad de los Llanos]. <https://repositorio.unillanos.edu.co/server/api/core/bitstreams/8f9f7972-d279-4b05-a84c-a9b3b5226f1d/content>
- Bolin, H. R., Huxsoll, C. C., Jackson, R., & Ng, K. C. (1983). Effect of osmosis agents and concentration on fruit quality. *Journal of Food Science*, 48(1), 202–205. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1983.tb14823.x>
- Ccaccya-Ccaccya, A. M., Soberón-Lozano, M., y Arnao-Salas, I. (2019). Estudio comparativo del contenido de compuestos bioactivos y cianidina-3- glucósido del maíz morado (Zea mays L.) de tres regiones del Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 85(2), 206–215. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000200008&lng=es&tlng=es
- Cevallos, C., y Cisneros, Z. (2003). Estudios estequiométricos y cinéticos de antioxidantes fenólicos de Andina maíz morado y el camote de carne roja. *J. Agr. Food Chem*, 5, 3313–3319. doi: 10.1021/jf034109c. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12744660/>
- Chai. (2018). Characteristics of fat, saponin and tannin contents of 11 varieties of rambutan (Nephelium lappaceum L.). *International Journal of Food Properties*. <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/10942912.2018.1479857?needAccess=true>
- Flores-Aguilar, E., y Flores-Rivera, E. (2018). Estabilidad de Antocianinas, Fenoles totales y Capacidad Antioxidante de Bebidas de Maíz Morado (Zea mays L.) y Uña de Gato (Uncaria tomentosa sp). *Información tecnológica*, 29(2), 175–184. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000200175>
- Díaz, C., y Gonzáles, E. (2018). *Fitoconstituyentes presentes en el macerado del fruto fresco de Physalis peruviana “aguaymanto” con pisco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://repositorio.unitru.edu.pe/server/>

- api/core/bitstreams/994178d9-079a-49f4-adab-18dfad813962/content
- Guillén-Sánchez, J., Mori-Arismendi, S., y Paucar-Menacho, L. M. (2014). Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays* L.) var. subnigroviolaceo. *Scientia Agropecuaria*, 5 (4) , 2 1 1 - 2 1 7 . <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2014.04.05>
- Hernández-Hernández, C., Aguilar, C. N., Rodríguez-Herrera, R., Flores-Gallegos, A. C., Morlett-Chávez, J., Govea-Salas, M., y Ascacio-Valdés, J. A. (2019). Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.): Nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 85, 201–210. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.01.018>
- Li, Y., Ma, D., Sun, D., Wang, C., Zhang, J., Xie, Y., & Guo, T. (2015). Total phenolic, flavonoid content, and antioxidant activity of flour, noodles, and steamed bread made from different colored wheat grains by three milling methods. *The Crop Journal*, 3(4), 3 2 8 – 3 3 4 . <https://doi.org/10.1016/j.cj.2015.04.004>
- Magalhães, L. M., Santos, F., Segundo, M. A., Reis, S., & Lima, J. L. F. C. (2010). Rapid microplate high-throughput methodology for assessment of Folin-Ciocalteu reducing capacity. *Talanta*, 83(2), 441–447. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.09.042>
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). *Instrução normativa nº 13, de 29 de junho de 2005: Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para bebidas alcoólicas*. Governo do Brasil. <https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=76202>
- Moreno, M. J., Rodríguez, G., Aponte, H., y Belén, D. R. (2004). Cambios fisicoquímicos en dos aguardientes dulces aromatizados con cáscaras de mandarina y naranja. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 21(3), 285–296. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182004000300008
- Moreno, M. J., Gutiérrez, G., Graterol, A., y Belén, D. R. (2002). Evaluación de un licor dulce acondicionado con cáscaras de mandarina. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 12(4), 271–277. <http://www.produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14851/14828>
- Ochoa, A. (2016). *Determinación de compuestos fenólicos y estudio de la actividad antioxidante de la piel de rambután* [Tesis de pregrado, Universidad de Zaragoza]. <https://zaguan.unizar.es/record/58039/files/TAZ-TFG-2016-4329.pdf>
- Oliveira, E. N. A., y Santos, D. C. (2011). Processamento e avaliação da qualidade de licor de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 70(4), 5 3 4 – 5 4 1 . <https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2011/ses-24429/ses-24429-3404.pdf>
- Penha, E. D. M. (2006). *Licor de frutas*. Embrapa Informação Tecnológica. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/113807/1/00078190.pdf>
- Phuong, N. N. M., Le, T. T., Van Camp, J., & Raes, K. (2020). Evaluation of antimicrobial activity of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) peel extracts. *International Journal of Food Microbiology*, 321, 108539. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108539>
- Pérez, A. (2014). *Características sensoriales y fisicoquímicas de seis clones de rambután (Nephelium lappaceum L.) como indicadores del potencial de cultivo en Veracruz, México* [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván]. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/27159/27781>
- Quispe, Y. (2019). *Polifenoles, antocianinas y caracterización sensorial de nibs y licor de cacao chuncho fermentados tradicionalmente y por microfermentación*

- [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://hdl.handle.net/20.500.14292/1480?utm_source=chatgpt.com
- Rojas, H., Yóplac, N., Ch, C. M., Torres, E., y Vásquez, E. (2012). Elaboración de licor de fruta de palmera pona (*Ceroxylon peruvianum* Galeano, Sanín & Mejía) proveniente del distrito de San Pablo de Valera, región Amazonas. *Aporte Santiaguino*, 5(1), 84–90. https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiago/article/view/557/525
- Taipe, S. (2021). *Efecto de la proporción de fruta y tiempo de maceración en las características fisicoquímicas y contenido de antocianinas totales del macerado de Berberis flexuosa* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/90ed1fe4-e664-407f-bbda-fd7a4300b958/content>
- Teixeira, L., Ramos, A., Chaves, J., & Stringheta, P. (2007). Testes de aceitabilidade de licores de banana. *Current Agricultural Science and Technology*, 13(2). https://www.researchgate.net/publication/28241615_Testes_de_aceitabilidade_de_licores_de_banana
- Vargas, A. (2003). Descripción morfológica y nutricional del fruto de rambután (*Nephelium lappaceum*). Corporación Bananera Nacional. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43714210.pdf>
- Vélez, P. (2018). *Cuantificación de antocianinas en el maíz morado (Zea mays L.) tratados con ultrasonido* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://www.researchgate.net/publication/323904282_Cuantificacion_de_Antocianinas_en_el_maiz_morado_Zea_mays_L_tratados_con_ultrasonido
- Vieira, V. B., Rodrigues, J. B., Brasil, C. C. B., & Rosa, C. D. (2010). Produção, caracterização e aceitabilidade de licor de camu-camu (*Myrciaria dúbia* (HBK) McVaugh). *Alimentos e Nutrição*, 21(4), 519–522. <https://ru.dgb.unam.mx/items/1111f982-a653-4d1b-9e5d-dab13d70845e>