

Caracterización fisicoquímica y sensorial de hidromiel elaborada con cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) como bebida fermentada innovadora.

Physicochemical and sensory characterization of mead made with passion fruit peel (*Passiflora edulis*) as an innovative fermented beverage.

Caracterização físico-química e sensorial de hidromiel elaborado com casca de maracujá (*Passiflora edulis*) como bebida fermentada inovadora.

Gavilanes Gómez Germania Nicolle¹
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
germaniagavilanesgomez@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-4120-8681>



Parrales Bermello Katherine Silvana²
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
katherineparralesbermello@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0005-6966-4731>



Quiñonez Alvarado María del Pilar³
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
mariaquinonez@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2658-6770>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v7/nE1/1411>

Como citar:

Gavilanes, G., Parrales, K. & Quiñonez, M., (2026). Caracterización fisicoquímica y sensorial de hidromiel elaborada con cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) como bebida fermentada innovadora. *Código Científico Revista de Investigación*, 7(E1), 2130-2151.

Recibido: 27/12/2025

Aceptado: 23/01/2026

Publicado: 31/03/2026

Resumen

La presente investigación tuvo como propósito caracterizar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un hidromiel elaborado con infusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*). Se desarrolló una investigación de enfoque mixto, de carácter experimental, aplicando un diseño factorial 2² con dos niveles de concentración de infusión de cáscara de maracuyá (25% y 50%) y dos tiempos de fermentación (5 y 7 días), generando 12 unidades experimentales. Se evaluaron parámetros fisicoquímicos (pH, °Brix, acidez titulable y grados alcohólicos), y se realizó análisis sensorial con un panel semientrenado de 10 catadores, valorando color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad global. Los resultados demostraron que la concentración de la infusión de cáscara de maracuyá y el tiempo de fermentación influyen significativamente en el comportamiento del pH, °Brix, acidez y contenido de alcohol. El pH se mantuvo en el rango ácido adecuado para bebidas fermentadas, los °Brix disminuyeron con tiempos de fermentación más prolongados por el consumo de azúcares por las levaduras, la acidez se mantuvo dentro de los límites normativos y el grado alcohólico máximo (~11 °GL) se ubicó dentro de lo establecido por la NTE-INEN 2802. Desde el análisis sensorial, el tratamiento con 25% de infusión de cáscara de maracuyá y 5 días de fermentación (T3) presentó el mejor desempeño global, sin rechazo y con las mayores puntuaciones en color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad. El análisis de costos evidenció que los precios sugeridos por litro, con una utilidad del 30%, oscilaron entre 4,35 y 4,81 USD, confirmando que es factible y económicamente viable.

Palabras Clave: Cáscara de maracuyá; propiedades fisicoquímicas; análisis sensorial; aprovechamiento de subproductos agroindustriales.

Abstract

The purpose of this research was to characterize the physicochemical and sensory properties of a mead made with passion fruit peel (*Passiflora edulis*) infusion. A mixed-method, experimental study was conducted using a 2² factorial design with two levels of passion fruit peel infusion concentration (25% and 50%) and two fermentation times (5 and 7 days), generating 12 experimental units. Physicochemical parameters (pH, °Brix, titratable acidity, and alcohol content) were evaluated, and sensory analysis was performed with a semi-trained panel of 10 tasters, assessing color, aroma, flavor, texture, and overall acceptability. The results showed that the concentration of the passion fruit peel infusion and the fermentation time significantly influence the behavior of pH, °Brix, acidity, and alcohol content. The pH remained within the acid range suitable for fermented beverages, the °Brix decreased with longer fermentation times due to the consumption of sugars by the yeasts, the acidity remained within the regulatory limits, and the maximum alcohol content (~11 °GL) was within the limits established by NTE-INEN 2802. From a sensory analysis perspective, the treatment with 25% passion fruit peel infusion and 5 days of fermentation (T3) performed best overall, with no rejections and the highest scores for color, aroma, flavor, texture, and acceptability. The cost analysis showed that the suggested prices per liter, with a 30% profit margin, ranged from USD 4.35 to USD 4.81, confirming that it is feasible and economically viable.

Keywords: Passion fruit peel; physicochemical properties; sensory analysis; use of agro-industrial by-products.

Resumo

A presente investigação teve como objetivo caracterizar as propriedades físico-químicas e sensoriais de um hidromel elaborado com infusão de casca de maracujá (*Passiflora edulis*). Foi desenvolvida uma pesquisa de enfoque misto, de caráter experimental, aplicando um delineamento fatorial 2² com dois níveis de concentração de infusão de casca de maracujá (25% e 50%) e dois tempos de fermentação (5 e 7 dias), gerando 12 unidades experimentais. Foram avaliados parâmetros físico-químicos (pH, °Brix, acidez titulável e graus alcoólicos) e foi realizada uma análise sensorial com um painel semientrenado de 10 provadores, avaliando cor, aroma, sabor, textura e aceitabilidade global. Os resultados demonstraram que a concentração da infusão de casca de maracujá e o tempo de fermentação influenciam significativamente o comportamento do pH, °Brix, acidez e teor alcoólico. O pH manteve-se na faixa ácida adequada para bebidas fermentadas, o °Brix diminuiu com tempos de fermentação mais prolongados devido ao consumo de açúcares pelas leveduras, a acidez manteve-se dentro dos limites normativos e o teor alcoólico máximo (~11 °GL) situou-se dentro do estabelecido pela NTE-INEN 2802. A partir da análise sensorial, o tratamento com 25% de infusão de casca de maracujá e 5 dias de fermentação (T3) apresentou o melhor desempenho global, sem rejeição e com as maiores pontuações em cor, aroma, sabor, textura e aceitabilidade. A análise de custos evidenciou que os preços sugeridos por litro, com uma margem de lucro de 30%, oscilaram entre US\$ 4,35 e US\$ 4,81, confirmando que é viável e economicamente viável.

Palavras-chave: Casca de maracujá; propriedades físico-químicas; análise sensorial; aproveitamento de subprodutos agroindustriais.

Introducción

Ecuador es uno de los productores principales de maracuyá, siendo considerado el mayor exportador de jugo de maracuyá del mundo. El mayor cultivo-producción se lleva a cabo en las regiones costeras: Guayas, Esmeraldas, El Oro, Manabí, Santo Domingo de los Colorados y Los Ríos (Quiñonez & Zea, 2022). Al respecto el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2023) define que, el jugo de maracuyá es uno de los jugos más conocidos, ya que es uno de los principales productos no petroleros que exporta el país (lo que representa el 0,74%), las cuales se desarrollan en más de 150.000 ha a nivel nacional, incluso subrayando que de una plantación bien mantenida se puede obtener de 8 a 10 toneladas de fruta por hectárea en el primer año, de 15 a 20 toneladas en el segundo y de 20 a 30 toneladas en el tercer año.

En la actualidad el sector exportador obtiene grandes cantidades de desechos de maracuyá en todas sus líneas de producción y por lo tanto, tiene un alto rendimiento. En este

sentido, los desechos de maracuyá corresponden al 45.74% (cáscara de maracuyá) y 4.46% (semilla de maracuyá) (Luna, 2019), produciendo contaminación en la zona de producción de frutas; generando plagas de roedores e insectos y tráfico de enfermedades respiratorias, gastrointestinales, y muchas más para los habitantes o animales de la región (Rojas-González et al., 2019). Utilizando tecnologías alternativas, los residuos que se producen pueden ser transformados exitosamente y se pueden generar subproductos para disminuir la contaminación.

Según Coque (2013), la fruta de la pasión (*Passiflora edulis*), conocida como maracuyá, se considera una fruta tropical que se destaca por su sabor ácido-aromático, por su alto contenido de vitamina C, carotenoides y otros fitonutrientes con actividad antioxidante, así como por los compuestos aromáticos volátiles que le otorgan un perfil sensorial intenso. El subproducto de la cáscara de esta fruta aporta fibras con pigmentos, antioxidantes y compuestos bioactivos que favorecen la salud al mejorar la digestión, reducir riesgos cardiovasculares y contribuir al control del peso y la prevención de enfermedades crónicas (Campos et al., 2023).

Estas características hacen de la cáscara de maracuyá un subproducto idóneo que se puede combinar o utilizar en diferentes formulaciones y generar productos innovadores como la elaboración de hidromiel. El hidromiel utiliza como base principal la miel, que durante muchos siglos constituyó el principal endulzante natural utilizado por el ser humano, hasta la posterior incorporación del azúcar de caña en la dieta. Con el pasar del tiempo y en varias culturas, ha sido consumida como alimento, destacándose además por sus propiedades nutricionales y medicinales ampliamente conocidas (Arenas, 2019). La miel al ser un producto muy versátil, se lo utiliza en diferentes preparaciones y productos industrializados, uno de estos es el hidromiel, esta es una bebida fermentada ancestral, obtenida mediante la acción de levaduras sobre una solución de miel con adición de agua, que actualmente ha cobrado

renovado interés tanto por su valor cultural como por su potencial funcional, nutricional y sensorial (Natividad, 2018).

El hidromiel se distingue por su estabilidad, atribuida al alto contenido de azúcares presentes en la miel. Por otro lado, representa un alimento con valor nutritivo que estimula tanto la digestión como el metabolismo de las personas, constituyendo una fuente importante de vitaminas del grupo B, que tienen su origen en el mecanismo fermentativo que llevan a cabo distintos microorganismos y levaduras. De esta forma, el hidromiel resultado de la fermentación alcohólica, muestra un grado alcohólico con un alcance entre los 8 y los 22°GL (Medina, 2019).

Adicional a esto, aunque el maracuyá es una fruta abundante en Santo Domingo de los Tsáchilas, sus cáscaras son frecuentemente subutilizadas o desechadas. Este residuo posee compuestos bioactivos, antioxidantes y fibras que podrían integrarse en la elaboración de hidromiel, mejorando sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales, y al mismo tiempo contribuyendo a la reducción de desperdicios agrícolas.

Metodología

La investigación en cuestión recurre a un enfoque mixto, entendido como un procedimiento que combina aspectos cualitativos con elementos cuantitativos, todo ello con la intención de alcanzar un mayor y más profundo entendimiento del objeto de estudio. (Onwuegbuzie & Johnson, 2004). El enfoque cuantitativo se centró en la caracterización fisicoquímica del hidromiel, midiendo parámetros como pH, acidez, contenido alcohólico, Brix, lo que permitió obtener datos precisos y objetivos sobre la calidad del producto. Por otro lado, el enfoque cualitativo se aplicó en la evaluación sensorial mediante paneles de catadores, quienes valoran atributos de color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad del hidromiel. Esta

información cualitativa complementa los resultados cuantitativos, proporcionando una percepción integral de la calidad del producto desde la perspectiva del consumidor.

Es de tipo exploratoria tuvo como objetivo identificar las causas y relaciones existentes entre las variables involucradas en el proceso de elaboración de hidromiel utilizando cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*). De manera específica, se analizó cómo distintos factores, como la concentración de azúcares (°Brix), el pH, la acidez y el tipo de levadura, inciden en las características fisicoquímicas y sensoriales del producto final. Asimismo, se evaluó la influencia de la incorporación de la cáscara de maracuyá en la calidad organoléptica y el valor nutricional del hidromiel, así como la relación de estos cambios con el nivel de aceptación del producto por parte de los consumidores.

Se desarrolló bajo la modalidad de investigación de campo, a través de la elaboración directa del hidromiel, realizando el control del proceso de fermentación y la recolección de información relacionada con las características fisicoquímicas y sensoriales del producto. También se aplicó la investigación experimental misma que consistió en la ejecución de un experimento controlado para la producción de hidromiel con cáscara de maracuyá, siguiendo un proceso de fermentación estandarizado, en el cual se definieron tratamientos y controles, y se midieron parámetros fisicoquímicos como °Brix, pH, acidez y grados alcohólicos.

En esta investigación se desarrolló la formulación de hidromiel a partir de cáscara de maracuyá, aplicando los diferentes tratamientos elaborados en la planta de procesos del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila. Esto permitió efectuar un análisis comparativo relevante de las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de cada tratamiento. La evaluación sensorial se realizó con una población conformada por un panel semientrenado integrado por 10 estudiantes y docentes de la carrera de Tecnología Superior en Agroindustria.

Técnicas e instrumentos de recolección de la información

Análisis fisicoquímicos: La caracterización del hidromiel se realizó mediante análisis fisicoquímicos y sensoriales. El pH fue determinado utilizando un potenciómetro de laboratorio APERA PH700 Benchtop, siguiendo las recomendaciones del fabricante. El contenido de alcohol se cuantificó conforme al método NTE INEN 340, mediante destilación de la muestra y lectura del grado alcohólico con alcoholímetro. La acidez total se determinó por titulación volumétrica según la NTE INEN 381, empleando hidróxido de sodio (NaOH) y expresando los resultados en porcentaje. Los sólidos solubles (°Brix) se midieron con un refractómetro digital Milwaukee MA871 (0–85 %).

Análisis sensorial: Se llevó a cabo pruebas con 10 panelistas semientrenados, quienes evaluarán las características organolépticas hidromiel, donde se evaluó color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad del hidromiel.

Observación: Se registró detalladamente todo el proceso de elaboración del hidromiel, desde la selección y preparación de la materia prima hasta la obtención del producto final, con el fin de identificar posibles oportunidades de mejora en la producción y analizar sus características fisicoquímicas y sensoriales.

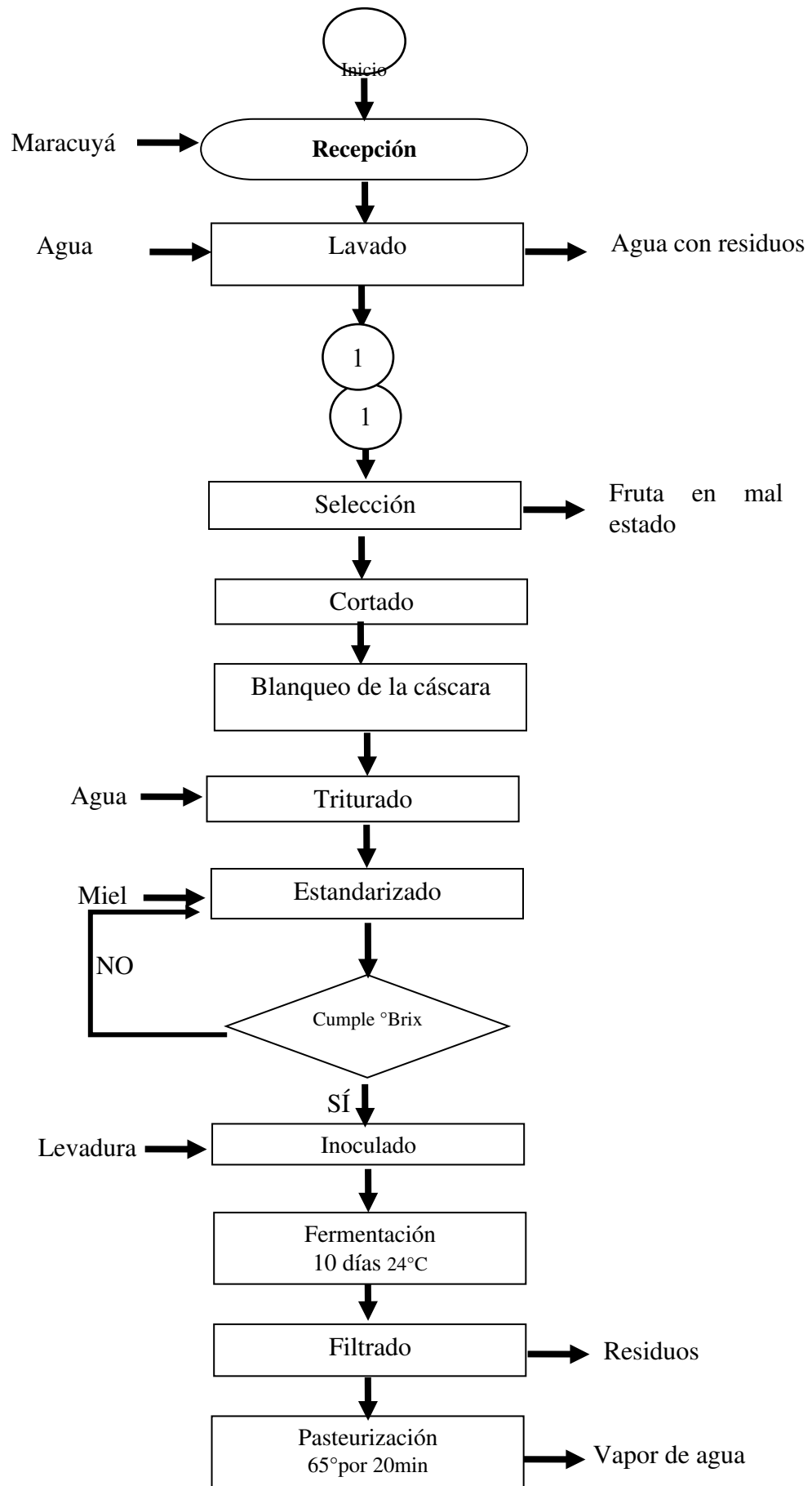
Para el control de calidad de los parámetros fisicoquímicos se aplicó un diseño experimental basado en un arreglo factorial 2², lo que dio lugar a un total de 12 unidades experimentales. Para la comparación de medias se empleó la prueba de Tukey, considerando un nivel de significancia del 0,05 %.

Tabla 1.
Formulaciones

Tratamiento	Factor A: Concentración de infusión de cáscara de maracuyá	Factor B: Tiempo de fermentación
T1	50%	5 días
T2	50%	7 días
T3	25%	5 días
T4	25%	7 días

Elaborado por: Gavilanes y Parrales (2026)

Diagrama de flujo de hidromiel con cáscara de maracuyá



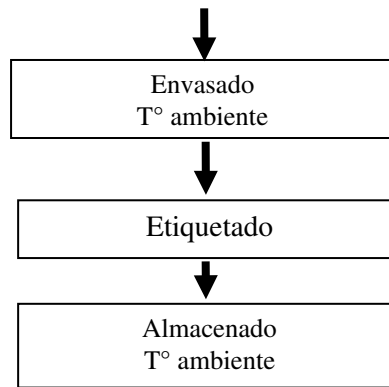


Figura 1 Diagrama de flujo para la elaboración de hidromiel
Elaborado por: Gavilanes y Parrales (2025)

El proceso de elaboración del hidromiel a base de maracuyá inició con la recepción y verificación de la calidad de la materia prima, asegurando un adecuado estado de maduración del maracuyá y la pureza de la miel. Posteriormente, la fruta fue lavada con agua potable, seleccionada y cortada para facilitar su procesamiento, seguida de un blanqueado a 80 °C durante 1–3 minutos para la inactivación enzimática. La pulpa y cáscara fueron trituradas para la obtención del mosto, al cual se adicionó miel según la formulación establecida. Se realizó el control de °Brix y pH conforme a la norma INEN 374:2016 y, una vez ajustados los parámetros, el mosto fue inoculado con 7 g de levadura e incubado durante 10 días para la fermentación alcohólica. Finalmente, el producto fue filtrado, pasteurizado a 65 °C por 20 minutos y envasado en botellas de vidrio de 300 mL, seguido del etiquetado correspondiente para su identificación y comercialización.

Resultados

Con el fin de evaluar el efecto de la concentración de la infusión de cáscara de maracuyá y del tiempo de fermentación sobre las características fisicoquímicas del hidromiel, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para los parámetros pH, sólidos solubles (°Brix), acidez y contenido alcohólico. Los coeficientes de variación y los valores de probabilidad obtenidos

permiten determinar la precisión experimental y la significancia estadística de los factores y su interacción.

Tabla 2.

Resumen del análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros fisicoquímicos del hidromiel

Parámetro	CV (%)	p (Modelo)	p (Factor A: Concentración)	p (Factor B: Tiempo)	p (A×B)
pH	1,12	0,045	0,0398	0,5614	0,0398
°Brix	0,27	0,0003	0,0001	0,0001	0,579
Acidez	6,05	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,1161
Alcohol (%)	0,95	0,0031	0,0002	0,8767	0,0222

Nota: La Tabla 2 presenta los coeficientes de variación (CV) y los valores de probabilidad (p) del análisis de varianza para los parámetros fisicoquímicos evaluados. Valores de $p < 0,05$ indican efectos estadísticamente significativos de los factores estudiados.

Elaborado por: Gavilanes y Parrales (2025)

Resultados fisicoquímicos

Análisis de pH

El análisis de varianza evidenció respecto al pH un coeficiente de variación bajo ($CV = 1,12\%$), lo que confirma precisión experimental y consistencia entre repeticiones. Los resultados muestran que la concentración de la infusión de cáscara de maracuyá ejerce un efecto significativo sobre el pH ($p = 0,0398$), mientras que el tiempo de fermentación (Factor B) no presenta un efecto estadísticamente relevante ($p = 0,5614$). Sin embargo, la interacción entre ambos factores ($A \times B$) fue significativa ($p = 0,0398$), lo cual revela que el efecto de la concentración depende del tiempo de fermentación.

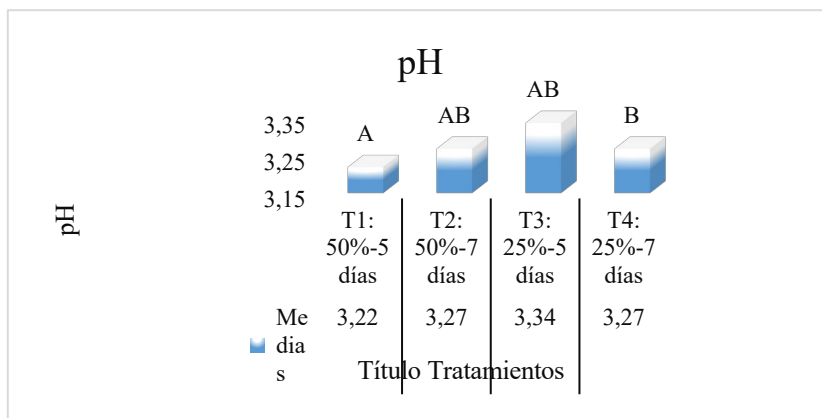


Figura 2. Resultados del análisis de pH
Elaborado por: Gavilanes y Parrales (2025)

La prueba de Tukey registra en el tratamiento 50% – 5 días (grupo A), seguido por valores intermedios en 25% – 5 días y 50% – 7 días. El pH más alto correspondió a la combinación 25% – 7 días (grupo B), evidenciando que esta interacción incrementa la acidez en mayor medida. Los resultados indican que el ajuste del pH depende principalmente del nivel de concentración de la infusión y de la forma en que interactúa con el tiempo de fermentación, proporcionando información clave para controlar este parámetro en procesos fermentativos (Caicedo et al., 2023).

Análisis de °Brix

El análisis de varianza mostró que la variabilidad del contenido de sólidos solubles (°Brix), presenta un coeficiente de variación muy bajo ($CV = 0,27\%$), lo que evidencia alta precisión experimental. Los resultados indican que tanto la concentración de la infusión de cáscara de maracuyá como el tiempo de fermentación ejercen un efecto altamente significativo sobre los valores de °Brix, con p-valores inferiores a 0,0001 en ambos casos. La interacción entre los factores no fue significativa.

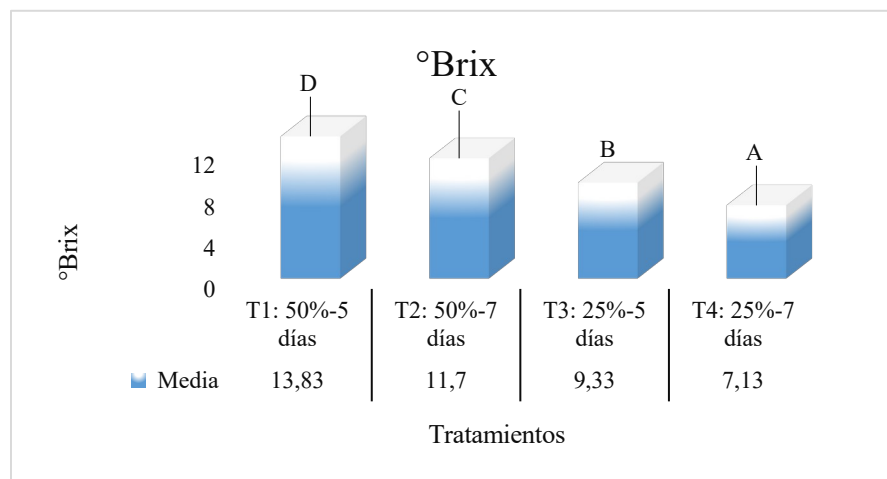


Figura 3. Resultados del análisis de °Brix
Elaborado por: Gavilanes y Parrales (2025)

La prueba de Tukey reveló diferencias claras entre los tratamientos, ubicando al tratamiento 25% – 7 días como el de menor concentración de sólidos solubles (grupo A), seguido por 25% – 5 días (grupo B). Los tratamientos con mayor concentración de infusión (50%) presentan más sólidos solubles y, por tanto, valores más altos de °Brix, mientras que las

formulaciones al 25% parten de una menor disponibilidad de azúcares. Además, los tratamientos fermentados solo 5 días retienen más azúcar porque las levaduras han consumido menos sustrato, a diferencia de los fermentados 7 días, donde el °Brix disminuye por una mayor actividad fermentativa.

Análisis de acidez

El análisis de varianza mostró que la acidez alcanzó un coeficiente de variación moderado ($CV = 6,05\%$), lo cual indica buena precisión experimental. Respecto al factor A, la concentración de la infusión de cáscara de maracuyá tiene un efecto altamente significativo sobre la acidez, mientras que el tiempo de fermentación (Factor B) no presenta efecto significativo ($p = 0,8767$). Sin embargo, la interacción $A \times B$ fue estadísticamente significativa ($p = 0,0222$), indicando que el efecto de la concentración depende del tiempo de fermentación.

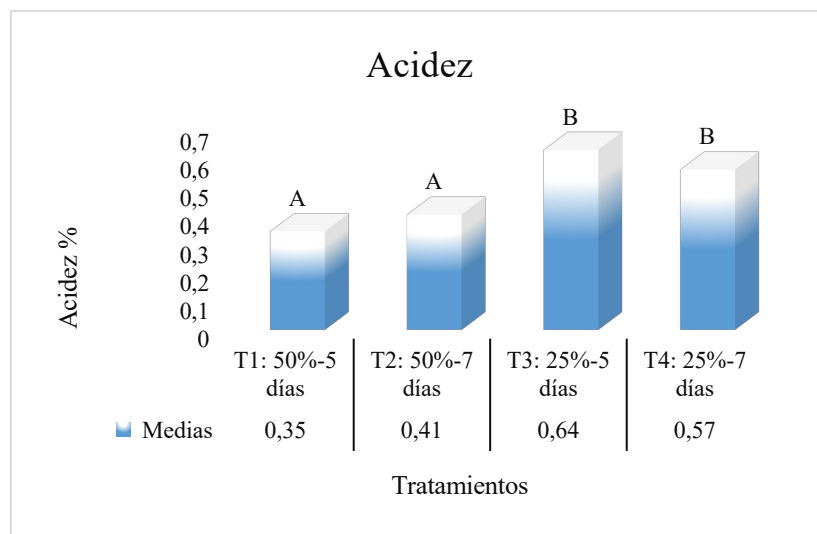


Figura 4. Resultados del análisis de Acidez
Elaborado por: Gavilanes y PARRALES (2025)

La prueba de Tukey mostró que los valores más bajos de acidez se registraron en los tratamientos 50% – 5 días y 50% – 7 días (grupo A), mientras que los valores más altos correspondieron a los tratamientos 25% – 7 días y 25% – 5 días (grupo B). Estos datos evidencian que el incremento en la concentración de la infusión genera un aumento significativo en la acidez del producto final, sin importar el tiempo de fermentación utilizado.

Además, esto demuestra que la acidez está determinada principalmente por la concentración de la infusión, aunque puede variar según la interacción con el tiempo de fermentación. Esto permite concluir que el control de la acidez durante el proceso depende más del nivel de concentración empleado que del tiempo de fermentación, proporcionando un criterio importante para regular este parámetro durante la elaboración del producto.

Análisis de contenido de alcohol

Los resultados del análisis de varianza demostraron que el contenido alcohólico mostró un coeficiente bajo de variación ($CV = 0,95\%$), resultado de una alta precisión experimental. La concentración de la infusión de la cáscara de maracuyá (Factor A) así como el tiempo de fermentación (Factor B) mostraron efectos altamente significativos sobre los grados alcohólicos ($p < 0,0001$). La interacción entre los factores $A \times B$ no mostró significancia, sugiriendo que los efectos mostrados para cada factor son independientes entre sí.

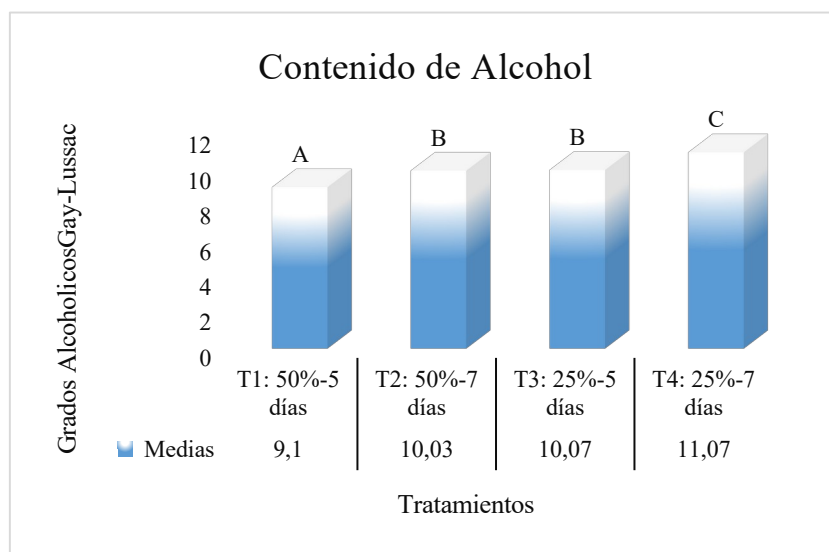


Figura 5. Resultados del análisis del contenido de alcohol
Elaborado por: Gavilanes y Parrales (2025)

La prueba de media mostró que el valor alcohólico más bajo se obtuvo en el tratamiento 50% – 5 días (grupo A), seguido por los tratamientos 50% – 7 días y 25% – 5 días, que se ubicaron en el grupo B con valores intermedios. El mayor nivel alcohólico se registró en el tratamiento 25% – 7 días (grupo C), indicando que un tiempo de fermentación más prolongado

en conjunto con una mayor concentración favorece significativamente la producción de alcohol. Los resultados demuestran que la formación de alcohol está fuertemente influenciada tanto por la concentración de la infusión como por el tiempo de fermentación, siendo este último un factor determinante para alcanzar los valores más altos.

Análisis sensorial

El análisis sensorial del hidromiel, realizado mediante una escala hedónica de cinco puntos, permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en los atributos de color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad general. En cuanto al color, los tratamientos T3 y T4 registraron los mayores niveles de aceptación, destacándose T3 por no presentar rechazo sensorial, lo que evidencia una mejor percepción visual del producto. Respecto al aroma, el tratamiento T3 alcanzó las valoraciones más favorables, reflejando un perfil aromático más equilibrado y consistente, mientras que T1, T2 y T4 presentaron mayores niveles de rechazo o variabilidad en la apreciación olfativa. El sabor fue el atributo con mayor diferenciación sensorial, donde T3 obtuvo las puntuaciones más altas en las categorías de máxima aceptación, consolidándose como la formulación con mejor perfil gustativo; por el contrario, T1 mostró un comportamiento heterogéneo y menor aceptación, lo que representa un mayor riesgo desde el punto de vista comercial.

En relación con la textura, T3 nuevamente destacó por su aceptación generalizada y ausencia de rechazo, sugiriendo condiciones de procesado favorables para lograr una estructura físico-química adecuada. Finalmente, la aceptabilidad general confirmó la tendencia observada en los atributos individuales, posicionando a T3 y, en menor medida, a T2, como los tratamientos con mayor preferencia sensorial. En conjunto, los resultados evidencian que el tratamiento aplicado influye de manera determinante en la percepción sensorial del hidromiel, siendo T3 la formulación con mayor probabilidad de aceptación y potencial de éxito comercial.

Costos de producción

Para determinar la viabilidad económica de la elaboración de hidromiel con infusión de cáscara de maracuyá, se realizó el cálculo detallado de los costos directos e indirectos asociados a cada tratamiento. Este análisis permite identificar cómo la formulación influye en el costo final por litro y establecer un precio de venta adecuado según la utilidad esperada. A continuación, se presenta la tabla de costos y precios sugeridos para cada tratamiento evaluado.

Tabla 3.
Costos de producción

Tratamiento	Costo directo (USD)	+ Indirectos (USD)	Costo total (USD)	+ 30 % utilidad	Precio sugerido (USD)
T1 (50 % - 5 días)	3,3	0,4	\$3,7	1,11	\$4,81
T2 (50 % - 7 días)	3,3	0,4	\$3,7	1,11	\$4,81
T3 (25 % - 5 días)	2,95	0,4	\$3,35	1	\$4,35
T4 (25 % - 7 días)	2,95	0,4	\$3,35	1	\$4,35

Elaborado por: Gavilanes y Parrales (2025)

La tabla 3 muestra que los tratamientos con menor concentración de cáscara de maracuyá (T1 y T2) presentan el costo más bajo por litro (3,35 USD), debido a que utilizan menos materia prima sólida y más agua. En cambio, los tratamientos con 50 % de infusión (T3 y T4) elevan su costo a 3,70 USD por litro, ya que requieren el doble de cáscara, lo que incrementa los costos directos. Al aplicar una utilidad del 30 %, el precio sugerido por litro se ubica en 4,36 USD para T1 y T2, y 4,81 USD para T3 y T4. En conjunto, se observa que la concentración de la infusión es el factor que más influye en el costo final del producto.

Discusión

El pH de la bebida elaborada a partir de los fermentos naturales (en el rango de pH, entre 3.22 y 3.34) se mantuvo en el intervalo ácido donde permanece la bebida esperada para garantizar la seguridad y la obtención del perfil sensorial. Esto se traduce a ser un valor de pH

en el que se mantiene el sabor, como comentan Tierra (2024), donde los valores de pH obtenidos oscilaron entre los abandonados 3,4 a 3,7, derivados de un rango de fermentaciones de jugos de frutas ácidas.

Sin embargo, en el análisis de varianza, debido a la interacción, también puede observarse que no se produjo una disminución significativa ($p=0.0398$) del pH, sino todo lo contrario; se trataba de un aumento de este parámetro con los tiempos de fermentaciones más avanzados (7 días) sobre todo con la concentración de 70 % (pH 3,34). Se destaca que este resultado es totalmente opuesto a los vistos por Soto Vargas (2014), relacionados con los resultados de sus estudios a partir de fermentaciones de jugos, donde la tendencia encontrada es una clara disminución del pH a lo largo del tiempo, estando en valores por debajo de 3,0, después del 7° día de fermentación.

García (2022), y otros autores concluyen que un tiempo de contacto mayor y una alta concentración inicial de sustrato (considerando que el 25% de infusión proporciona mayor cantidad de azúcar fermentable) motivan la cinética fermentativa, es decir, que el consumo de azúcares por parte de las levaduras sucede de manera rápida y completa. Por otra parte, la hidromiel producida con miel de Pichincha, en el Instituto Superior Tecnológico Tungurahua, presentó mejores valoraciones en varios atributos sensoriales, destacando además con parámetros finales de 8,4 °Brix (Caicedo et al., 2023), estos datos fueron similares a los obtenidos en la investigación. En conjunto, la concentración de infusión y el tiempo de fermentación explican la variación observada: más infusión y menos días de fermentación resultan en hidromiel con mayor contenido de azúcar.

La norma (INEN 374, 2016), establece un máximo para la Acidez Volátil de 1,5 g/l (expresada como ácido acético), es decir que el producto que se obtuvo en este trabajo si cumple con los parámetros. Como la acidez titulable (máximo 0,64 g/l) es la suma de la acidez volátil, además las concentraciones de la acidez volátil son la parte de la acidez cuya

microbiología plantea mayor riesgo, no excede el límite máximo de 1,5 establecido para los vinos.

Otra investigación realizada por Barrios et al., (2010), titulado "Caracterización físico-química y análisis sensorial de un hidromiel elaborado de manera artesanal", obtuvo resultados de acidez total de 49,5 g/L expresada en ácido tartárico, acidez volátil de 0,6 g/L en ácido acético, existiendo similitud con los resultados de la presente investigación. Por lo tanto, podemos concluir que la formulación estudiada es clasificada como bebida fermentada y cumple los mínimos requisitos de calidad, sin riesgo de perder el control y dar como resultado acidez volátil excesiva.

Desde la perspectiva del análisis de los parámetros de calidad según la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 2802, 2022), el producto fermentado tuvo escasa variación durante la fermentación. El contenido de Alcohol (máximo 11.0 GL), estaba por debajo del máximo requerido de 50%.

La tendencia que se observaba fue directa en función del tiempo: cuanto mayor tiempo los azúcares se concentran más a su vez se produce más alcohol, alcanzándose un máximo de 11.07 °GL en el tratamiento T4 (25%-7 d), muy próximo a lo que se presenta en la literatura sobre fermentaciones alcohólicas. Por ejemplo, Castillo-Saldarriaga et al. (2019), mencionó que una mayor disponibilidad de azúcares y un mayor tiempo de fermentación permiten que las levaduras completen el proceso de conversión de los sustratos para producir etanol. El contenido máximo de alcohol obtenido también fue mayor al de Lamas Pérez et al. (2023), ya que estos autores observaron sólo 9.5 °GL en fermentaciones similares realizadas con jugos tropicales. Esta diferencia de resultados podría explicarse en que la infusión de maracuyá (20%) favoreció una mayor concentración de azúcares iniciales o bien que se utilizó una cepa de levadura más eficiente en producir etanol.

Conclusión

El desarrollo del diagrama de flujo permitió estandarizar cada etapa necesaria para la elaboración de hidromiel con cáscara de maracuyá, garantizando un proceso organizado, reproducible y técnicamente adecuado. La secuencia definida, mediante la recepción y selección de materia prima hasta la continuación del envasado y etiquetado, asegura el control de calidad en los puntos críticos, en especial el blanqueado, estandarización del mosto, análisis de °Brix y pH, inoculación y fermentaciones para, de este modo, establecer el procedimiento correcto que lleva a un producto que sea seguro, estable y con características sensoriales homogéneas.

Los análisis fisicoquímicos realizados demostraron que la concentración de la infusión de cáscara de maracuyá y el tiempo de fermentación influyen de manera significativa en los parámetros del hidromiel. El pH se mantuvo dentro del rango ácido adecuado para bebidas fermentadas, el °Brix disminuyó conforme avanzó la fermentación debido al consumo de azúcares, y la acidez se mantuvo dentro de los límites establecidos por la normativa vigente. Asimismo, el contenido alcohólico aumentó con tiempos de fermentación más prolongados sin superar el máximo permitido por la NTE INEN 2802. En conclusión, los resultados determinaron que el producto final cumple con los parámetros de calidad requeridos y que el manejo adecuado de la formulación y fermentación permite obtener un hidromiel estable y seguro.

La evaluación sensorial demostró que el Tratamiento T3 (25% de cáscara de maracuyá + 5 días) obtuvo la mejor aceptación en todos los atributos evaluados, sin registrar rechazo y mostrando un perfil sensorial equilibrado. Los tratamientos T2 y T4 presentaron niveles moderados de aceptación, mientras que T1 mostró la mayor variabilidad y rechazo. En conjunto, se concluye que la formulación del tratamiento interviene de manera decisiva en la

calidad sensorial del hidromiel, siendo T3 la opción más adecuada para garantizar una alta aceptación del producto.

Referencias Bibliográficas

- Acosta Romero, C. (2012). *Evaluación de la fermentación alcohólica para la producción de hidromiel*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/12251>
- Agrocalidad. (2015). *BUENAS PRÁCTICAS GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS APÍCOLAS Resolución N° 0053*. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/pecu6.pdf>
- Arenas, E. (2019). *Servicio Nacional de Aprendizaje—SENA 2019*. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/7441/Proceso_elaboracion_hidromiel.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barcia Castilla, M. I., Bajaña Meza, S. C., & Regalado Indio, K. E. (2009). *Proyecto de factibilidad de elaboración y comercialización de productos comestibles hechos a base de miel para el consumo nacional*. [bachelorThesis, ESPOL. FCSH.]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/7544>
- Bardales, Á. D. N., & Valdizán, N. H. (2016). *DETERMINATION OF THE FUNCTIONAL AND SENSORY PROPERTIES OF MEAD ELABORATED FROM CAMU CAMU (Myrciaria dubia) AND AGUAYMANTO (Physalis peruviana)*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586077205002>
- Barrios S, C., Principal, J., Sánchez, J., & Guédez, J. C. (2010a). Caracterización físico-química y análisis sensorial de un Hidromiel elaborado de manera artesanal. *Zootecnia Tropical*, 28(3), 313-319.
- Barrios S, C., Principal, J., Sánchez, J., & Guédez, J. C. (2010b). Caracterización físico-química y análisis sensorial de un Hidromiel elaborado de manera artesanal. *Zootecnia Tropical*, 28(3), 313-319.
- Caicedo, P., Vinueza, C., Cabrera, J., & Hidalgo, D. (2023). Elaboración de hidromiel a partir de dos variedades de miel de abeja. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(4), 729-740. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i4.788>
- Calva, M. Á. G., Rosero, C. N. L., Aldaz, J. M. C., & Martínez, A. M. C. (2025). Caracterización botánica de mieles de Apis mellifera L. procedentes de distintos apiarios de la Zona 3 Interandina del Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 11(3), 1671-1689. <https://doi.org/10.23857/dc.v11i3.4540>
- Campos-Rodríguez, J., Acosta-Coral, K., Moreno-Rojo, C., & Paucar-Menacho, L. M. (2023). Passion fruit (*Passiflora edulis*): Nutritional composition, bioactive compounds, utilization of by-products, biocontrol, and organic fertilization in cultivation. *Scientia Agropecuaria*, 14(4), 479-497. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.040>
- Campos-Rodríguez, J., Acosta-Coral, K., Moreno-Rojo, C., Paucar-Menacho, L. M., Campos-Rodríguez, J., Acosta-Coral, K., Moreno-Rojo, C., & Paucar-Menacho, L. M. (2023). Maracuyá (*Passiflora edulis*): Composición nutricional, compuestos bioactivos, aprovechamiento de subproductos, biocontrol y fertilización orgánica en el cultivo. *Scientia Agropecuaria*, 14(4), 479-497. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.040>
- Canalupe. (2023). *Hidromiel—Información general y elaboración – Canalupe*. <https://canalupe.com/wiki/hidromiel-informacion-general-y-elaboracion/>
- Castillo-Saldarriaga, C., Velásquez-Lozano, M., Castillo-Saldarriaga, C., & Velásquez-Lozano, M. (2019). Producción de etanol empleando *Panicum maximum* pretratado:

- Efecto de altas concentraciones de sólidos en la hidrólisis enzimática y fermentación de hidrólizados. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(2), 246-260. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052019000200246>
- Castro, M. L., Cifuentes, M. C. B., Lancheros, J. E. C., & Giraldo, H. F. Y. (2018). *LA FRUTA DE LA PASIÓN, POTENCIAL CONTRIBUCIÓN DE LA NATURALEZA A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=239017506007>
- Coque, C. (2013). PLAN DE EXPORTACIÓN DE CONCENTRADO DE MARACUYÁ AL MERCADO COLOMBIANO PARA EL PERÍODO 2012—2013. *Universidad de las Américas*. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/3754/1/UDLA-EC-TTEI-2014-02%28S%29.pdf?>
- Dilmud. (2024). *¿Cuántos tipos de miel de abeja hay?* DILMUN. <https://dilmun.mx/blogs/blog/cuantos-tipos-de-miel-abeja-hay>
- García, G. (2022). *Determinación de la cinética de fermentación y propiedades organolépticas de hidromiel*. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/71324b11-b712-43d8-a7f1-1e3cd98b514a>
- García Zea, G. F. (2022). *Determinación de la cinética de fermentación y propiedades organolépticas de hidromiel*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/40423>
- García-Chaviano, M. E., Armenteros-Rodríguez, E., Escobar-Álvarez, M. del C., García-Chaviano, J. A., Méndez-Martínez, J., Ramos-Castro, G., García-Chaviano, M. E., Armenteros-Rodríguez, E., Escobar-Álvarez, M. del C., García-Chaviano, J. A., Méndez-Martínez, J., & Ramos-Castro, G. (2022). Composición química de la miel de abeja y su relación con los beneficios a la salud. *Revista Médica Electrónica*, 44(1), 155-167.
- González Pérez, L. M., Figueredo Urbina, C. J., Ramos Luna, L. L., Robles Ortiz, D., & Medina Pérez, G. (2024). Una breve revisión de la composición y valor nutracéutico de la miel de *Apis mellifera*. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 10(20), 1-9.
- Iglesias, A., Pascoal, A., Choupina, A. B., Carvalho, C. A., Feás, X., & Estevinho, L. M. (2014). Developments in the Fermentation Process and Quality Improvement Strategies for Mead Production. *Molecules*, 19(8), 12577-12590. <https://doi.org/10.3390/molecules190812577>
- INEN 374. (2016). *Nte Inen 374-3 Revision | PDF | Vino | Bebidas alcohólicas*. <https://es.scribd.com/document/372621930/Nte-Inen-374-3-Revision>
- INEN 2802. (2022). *Anexo F - PC - Nte—Inen—2802 2015-10 | PDF | brandy | Bebida*. <https://es.scribd.com/document/693637759/Anexo-f-pc-nte-inen-2802-2015-10>
- Lamas Pérez, Y., de Armas Martínez, A. C., Albernas Carvajal, Y., González Suárez, E., Lamas Pérez, Y., de Armas Martínez, A. C., Albernas Carvajal, Y., & González Suárez, E. (2023). ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA UTILIZANDO MEZCLAS DE JUGO DE LOS FILTROS, MIEL FINAL Y MELADURA. *Centro Azúcar*, 50(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2223-48612023000300035&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Landazury, P., Loango, N., & Restrepo, B. (2021). (PDF) *Descripción, características y beneficios de Passiflora edulis: Parchita, fruto de la pasión, maracuyá*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/367827665_Descripcion_caracteristicas_y_beneficios_de_Passiflora_edulis_parchita_fruto_de_la_pasion_maracuya
- Luna, G. S. L. (2019). *OBTENCIÓN DE BALANCEADO A PARTIR DE LOS DESECHOS DEL MARACUYÁ (PASSIFLORA EDULIS VARIABLE FLAVICARPA) PARA VACUNO*.

- <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8c4fb262-c23c-4e41-bc20-f4cd06ab1569/content>
- MAG. (2023). *Boletín Situacional Maracuyá 2023 Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <https://online.fliphtml5.com/ijia/cvde/>
- Mărgăoan, R., Cornea-Cipcigan, M., Topal, E., & Kösoğlu, M. (2020). Impact of Fermentation Processes on the Bioactive Profile and Health-Promoting Properties of Bee Bread, Mead and Honey Vinegar. *Processes*, 8(9), 1081. <https://doi.org/10.3390/pr8091081>
- Marín, N. (2024). *Subproductos de Maracuyá: Valor Agregado | PDF | Alimentos | Petróleo*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/410678704/Cascara-de-Maracuya>
- Medina, A. (2019). FERMENTACION DE LA MIEL PARA OBTENCION DE HIDROMIEL. *Infometric@ - Serie Ingeniería, Básicas y Agrícolas*, 2(1). <https://infometrica.org/index.php/syh/article/view/63>
- Montezuma, Z. E. S. (2020). EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y ORGANOLÉPTICA DE UNA BEBIDA HIDROMIEL SABOR A MORA. *Universidad de las Américas* (.)
- Muñoz, J., García, J., & Alcivar, S. (2025). (PDF) Néctar a base de pitahaya (*Hylocereus undatus*) con harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*): Compuestos antioxidantes, estabilidad fisicoquímica y aceptabilidad sensorial. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.12873/433munoz>
- Murillo, J. M. (2025). Harinas de cáscaras de maracuyá, naranja y pitahaya como alternativa sostenible para la industria alimentaria. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 45(3). <https://doi.org/10.12873/453munoz>
- Natividad Bardales, Á. D. (2018). *Determinación de las propiedades funcionales y sensoriales del hidromiel elaborado con Camu camu (Myrciaria dubia) y Aguaymanto (Physalis peruviana)*.
- NTE INEN 8512. (2016). *Nte Inen 1572-1-3 | PDF | Miel | Resistividad Eléctrica y Conductividad*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/586539329/nte-inen-1572-1-3>
- Onwuegbuzie, A., & Johnson, B. (2004). (PDF) Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Ortega, R., & Morales, C. (2020). Evaluación de características fisicoquímicas, compuestos fenólicos, contenido de minerales y color de mieles comerciales del Cauca (Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 2(22). https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num2_art:1894
- Pantoja Chamorro, A. L., Hurtado Benavides, A. M., & Martínez Correa, H. A. (2017). Caracterización de aceite de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) procedentes de residuos agroindustriales obtenido con CO2 supercrítico. *Acta Agronómica*, 66(2). <https://doi.org/10.15446/acag.v66n2.57786>
- Pardo Jumbo, A. N. (2015). *Evaluación de la capacidad antioxidante y compuesto fenólicos en la pulpa de la maracúya (Passiflora edulis)*. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2879>
- Pinto, C. (2022). *Valor agregado de la fruta maracuyá (Passiflora edulis) en el Ecuador*. <https://dspace.utb.edu.ec/items/cbbcf775-7292-44bd-9602-cf1093d7d24a>
- Portal Académico del CCH. (2014, febrero 7). *Fermentación alcohólica*. Portal Académico del CCH. <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad2/fermentacion/alcoholica>
- Quiñonez, P., & Zea, D. (2022). Cadena de valor de las exportaciones de maracuyá en Ecuador: Diagnóstico 2015-2019. *Suma de Negocios*, 13(29), 115-123.

- Ranneh, Y., Akim, A. M., Hamid, H. Ab., Khazaai, H., Fadel, A., Zakaria, Z. A., Albuja, M., & Bakar, M. F. A. (2021). Honey and its nutritional and anti-inflammatory value. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21, 30. <https://doi.org/10.1186/s12906-020-03170-5>
- Reina. (2025, marzo 10). *Miel en la industria alimentaria: Usos más comunes y soluciones B2B*. REINA APÍCOLA. <https://reinaapicola.com/blogs/noticias/la-miel-un-ingrediente-esencial-en-la-industria-alimentaria>
- Rojas-González, A. F., Flórez-Montes, C., & López-Rodríguez, D. F. (2019). Prospectivas de aprovechamiento de algunos residuos agroindustriales. *Revista Cubana de Química*, 31(1), 30-52.
- Soto Vargas, F. J. (2014). *Caracterización física, química y sensorial de hidromieles de distinto origen floral*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/149039>
- Suarez Méndez. (2025). *Elaboración de hidromiel estilo melomel con pulpa de ovo (Spondias purpurea) como alternativa de revalorización de la miel en la Zona Norte*. <https://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/2874>
- Tierra, C. (2024). *Comparación de la capacidad fermentativa de la levadura aislada del Bosque primario-Pungalá en hidromiel*. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/f57f562f-37c4-41db-a1d6-94af9a6f2d3b>
- Varela, D. (2023). *Conoce qué es y cómo se hace el Hidromiel*. Install Beer. <https://installbeer.com/blogs/diariocerveceros/que-es-el-hidromiel>
- Vera, L. (2015). *Análisis de carotenoides y azúcares en el jugo de diferentes variedades de maracuyá y su impacto en la calidad del fruto*. <https://tecnologia.iniap.gob.ec/2025/02/26/analisis-de-carotenoides-y-azucars-en-el-jugo-de-diferentes-variedades-de-maracuya-y-su-impacto-en-la-calidad-del-fruto/>