

Influencia de la combinación mashua negra (*Yana Añu*) y amarilla (*Ckello añu*) en las propiedades organolépticas del néctar

Influence of the combination of black (Yana añu) and yellow (Ckello-añu) mashua in the organoleptic properties of nectar

Antoni Ricardo Seguil Gonzales¹, Ruth Karina Santiago Mendez¹, Meliza Torrecillas Lorenzo¹, Oliver Taype Landeo¹, Lucia Ruth Pantoja Tirado¹, Richerson Harold Piscoche Chinchay¹

¹ Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

Contacto: ¹luciapantoja@unat.edu.pe

RESUMEN

En la actualidad, la demanda por alimentos saludables y sostenibles ha impulsado el interés por productos que integren valor nutricional, funcionalidad y tradición. Entre estos destaca la mashua (*Tropaeolum tuberosum*), un tubérculo andino con elevado contenido de compuestos bioactivos como glucosinolatos, antocianinas y compuestos fenólicos, asociados a propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y potencialmente anticancerígenas. A pesar de que regiones como Huancavelica concentran más del 30 % de su producción, su consumo ha disminuido en las últimas décadas, lo que evidencia la necesidad de desarrollar alternativas innovadoras que revaloricen este recurso andino. El presente estudio tuvo como objetivo elaborar un néctar a partir de mashua negra y amarilla, evaluando sus características organolépticas y su aceptabilidad. Se empleó materia prima procedente del distrito de Pazos (Huancavelica) y se formularon tres tratamientos: T1 (20 % mashua negra, 80 % amarilla), T2 (40 % mashua negra, 60 % amarilla) y T3 (60 % mashua negra, 40 % amarilla). La evaluación sensorial se realizó con 100 panelistas de 20 a 50 años, utilizando una escala hedónica de 5 puntos. Los datos fueron analizados mediante ANOVA con el software MINITAB versión 2.1.10. Los resultados mostraron que la formulación T3 obtuvo el mayor nivel de aceptabilidad (80 %), seguida de T2 (60 %) y T1 (40 %). Estos hallazgos indican que una mayor proporción de mashua negra mejora significativamente la percepción sensorial del producto. En conclusión, la formulación T3 se presenta como la alternativa óptima y demuestra que la mashua es un ingrediente viable para diversificar la oferta de bebidas saludables, aportando valor nutricional y contribuyendo a la revalorización de cultivos andinos.

Palabras clave: Néctar, mashua negra, mashua amarilla, evaluación.

ABSTRACT

Currently, the growing demand for healthy and sustainable foods has increased interest in products that combine nutritional value, functionality, and cultural tradition. Among these, mashua (*Tropaeolum tuberosum*), an Andean tuber rich in bioactive compounds such as glucosinolates, anthocyanins, and phenolic compounds associated with antioxidant, anti-inflammatory, and potentially anticancer properties stands out. Despite regions such as Huancavelica producing more than 30% of its national supply, consumption of mashua has decreased in recent decades, highlighting the need for innovative products that promote and revalue this native crop. This study aimed to develop a nectar based on black and yellow mashua, evaluating its organoleptic characteristics and consumer acceptability. Raw material was sourced from the district of Pazos (Huancavelica), and three formulations were prepared: T1 (20% black mashua, 80% yellow mashua), T2 (40% black mashua, 60% yellow mashua), and T3 (60% black mashua, 40% yellow mashua). Sensory evaluation was conducted with 100 untrained panelists aged 20 to 50 years using a 5-point hedonic scale. Data were analyzed using ANOVA with MINITAB version 2.1.10. Results showed that formulation T3 obtained the highest acceptability (80%), followed by T2 (60%) and T1 (40%). These findings indicate that a higher proportion of black mashua significantly enhances the sensory perception of the nectar. In conclusion, formulation T3 represents the optimal option and demonstrates that mashua is a viable ingredient for diversifying the healthy beverage market. Its incorporation not only adds nutritional and functional value but also contributes to revitalizing the consumption and cultural recognition of Andean tubers.

Keywords: Nectar, black mashua, yellow mashua, sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe una creciente conciencia global sobre la importancia de adoptar una alimentación saludable, sostenible y rica en compuestos bioactivos que contribuyan a la prevención de enfermedades y al bienestar general. Esta tendencia ha impulsado el desarrollo de nuevos productos alimenticios que no solo aporten valor nutricional, sino que también mantengan el sabor, la identidad cultural y la funcionalidad de los ingredientes nativos (Naranjo-Ramírez y Arias-Giraldo, 2020). En este contexto, las bebidas naturales elaboradas a partir de insumos autóctonos han adquirido notoriedad debido a su carácter nutritivo, su potencial funcional y su creciente valoración por parte de los consumidores que buscan opciones más saludables y menos industrializadas (Comas y Ferrer, 2018). A nivel internacional, el consumo de bebidas naturales y funcionales ha incrementado hasta representar cerca del 30% de las adquisiciones en mercados como Estados Unidos, Canadá, Francia, Suecia, Holanda y Emiratos Árabes Unidos, impulsado por la demanda de productos con beneficios comprobados para la salud (Gallardo, 2024).

En este escenario, los tubérculos andinos emergen como una fuente valiosa para el desarrollo de productos innovadores, especialmente la mashua (*Tropaeolum tuberosum*), un cultivo ancestral con amplia presencia en la sierra peruana. Según el Ministerio de Agricultura y Riego (Midagri, 2021), el Perú es el segundo mayor productor mundial de mashua, alcanzando una producción anual de 43,667 toneladas, concentrada principalmente en Ayacucho, Cusco y Huancavelica. En esta última región, el distrito de Pazos destaca por aportar aproximadamente el 30% de la producción regional (INEI, 2021). No obstante, a pesar de su disponibilidad y tradición culinaria, el consumo de mashua ha disminuido de manera significativa en las últimas décadas, principalmente debido al cambio de hábitos alimentarios, la pérdida de prácticas tradicionales y la falta de innovación en su transformación en productos con mayor aceptación (Dávila, 2020; Luciano, 2021).

La mashua constituye un recurso estratégico para la formulación de nuevos productos alimenticios debido a su elevado valor nutricional y funcional. Es considerada el cuarto tubérculo más importante de la región andina, después de la papa, la oca y el olluco (MINAGRI, 2012). Su composición química destaca por su aporte de proteínas (15%), hidratos de carbono (20%), vitaminas del complejo B, vitamina C y minerales esenciales como hierro, zinc y magnesio. Además, contiene elevados niveles de compuestos bioactivos, especialmente antocianinas, flavonoides y otros metabolitos secundarios responsables de sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerígenas y nefroprotectoras (Castejón, 2024; Castro, 2023). A pesar de su potencial, la mashua continúa siendo un alimento subutilizado en la industria alimentaria,

lo que evidencia la necesidad de desarrollar productos de valor agregado que favorezcan su reintroducción en la dieta moderna (Dilas-Jiménez y Ascurra-Toro, 2020).

Paralelamente, el néctar se presenta como una bebida con amplia aceptación en el mercado global y local. Se elabora a partir de jugos naturales de frutas, agua y azúcares, pudiendo incluir otros ingredientes que fortalecen su estabilidad y valor nutritivo (Javier, 2022). Los néctares se caracterizan por su sabor dulce, textura ligera y elevado contenido de vitaminas y antioxidantes (García, 2022). Su consumo es transversal a todos los grupos etarios, desde niños hasta adultos mayores, debido a su aceptabilidad sensorial, su contribución a la hidratación y su aporte energético, lo que los convierte en una alternativa refrescante y menos ácida frente a los jugos naturales puros (Ibáñez, 2022; Prensa, 2021).

A pesar de la amplia disponibilidad de néctares de frutas en el mercado, la incorporación de tubérculos andinos como ingrediente principal representa una oportunidad significativa para diversificar la oferta y revalorar cultivos nativos. El desarrollo de néctares a partir de mashua negra (*Yana añu*) y amarilla (*Ckello añu*) no solo permitiría aprovechar sus propiedades nutricionales y bioactivas, sino también contribuir a la recuperación de su consumo tradicional y a la generación de un producto innovador con potencial comercial en el sector de bebidas funcionales (Dionicio-Varas, 2024).

En este contexto, el presente estudio se centró en evaluar la influencia de la combinación de mashua negra y amarilla en las propiedades organolépticas del néctar, específicamente en cuanto a sabor, aroma, color y aceptación sensorial. El objetivo general fue analizar cómo la mezcla de ambas variedades influye en las características organolépticas del producto final. Asimismo, los objetivos específicos incluyeron: describir las características sensoriales del néctar elaborado con distintas proporciones de mashua negra y amarilla, y determinar el tratamiento óptimo de formulación que logre un producto con mayor aceptación. Este estudio busca revitalizar el consumo de mashua, promover su transformación agroindustrial, contribuir a la preservación de la biodiversidad andina y generar alternativas de desarrollo económico para las comunidades productoras mediante la creación de un producto con valor agregado y competitivo en el mercado de bebidas funcionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Para la elaboración del néctar se utilizaron como materias primas principales la mashua negra (*Yana añu*) y la mashua amarilla (*Ckello añu*), ambas seleccionadas en estado de madurez comercial para asegurar su adecuada calidad tecnológica. Además de estos tubérculos, se emplearon agua

potable, ácido cítrico, sorbato de potasio y carboximetilcelulosa (CMC), insumos necesarios para obtener un producto estable, con buena consistencia y adecuada conservación durante el almacenamiento.

El procesamiento del néctar requirió el uso de diversos utensilios, como cuchillo, tabla de cortar, ollas, recipientes, cucharas, cucharón y jarra, todos ellos fabricados en acero inoxidable con la finalidad de evitar reacciones no deseadas y garantizar la inocuidad del proceso. También se utilizaron envases de vidrio de un litro previamente esterilizados para el envasado final del néctar, una licuadora Oser de 1.5 litros con cuerpo de acero inoxidable para homogeneizar la pulpa, y un colador o malla fina destinado al filtrado del producto.

Para asegurar el control de calidad durante la producción del néctar, se emplearon equipos especializados. Entre ellos se incluyó un pH-metro Hanna Instruments modelo HI 99163, utilizado para medir el pH con alta precisión; un refractómetro Atago PAL-50, con un rango de lectura de hasta 50 °Brix, empleado para determinar la concentración de sólidos solubles; y una balanza analítica Ohaus Explorer EX6202, con capacidad de 600 g y precisión de 0.01 g, necesaria para el pesaje exacto de los ingredientes y preservantes. Finalmente, se utilizó una refrigeradora Samsung modelo RT38K5032S8, con una capacidad de 380 litros, destinada a conservar el néctar elaborado en condiciones óptimas de temperatura hasta su evaluación y análisis.

Población

La población de estudio estuvo conformada por la mashua negra (Yana añu) y la mashua amarilla (Khello añu), utilizadas como materia prima para la elaboración del néctar. Ambos tubérculos fueron recolectados en el distrito de Pazos, perteneciente a la región Huancavelica, Perú, ubicado geográficamente en las coordenadas 12°15'32" S y 75°04'13" O, a una altitud promedio de 3 820 m s. n. m.. La cosecha se realizó considerando únicamente tubérculos en estado de madurez comercial, con el fin de asegurar uniformidad en sus características fisicoquímicas y su aptitud para el procesamiento agroindustrial.

Muestra

El tamaño de la muestra se determinó mediante la fórmula para poblaciones finitas:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{e^2(N - 1) + Z^2 pqN}$$

Considerando una población referencial (N) de 100 individuos, un nivel de confianza del 95 % (Z = 1.96), un error máximo permitido del 0.5 % (e), y probabilidades de ocurrencia y no ocurrencia de p = 0.50 y q = 0.50, respectivamente. El cálculo permitió establecer un total de 16 kg de materia prima, conformados por proporciones

equivalentes de mashua negra y amarilla (50 % cada una), las cuales fueron distribuidas en tres tratamientos experimentales.

Los tratamientos se definieron en función de la variación en la proporción de mashua negra y amarilla utilizada en la formulación del néctar:

- T1: 20 % de mashua negra y 80 % de mashua amarilla
- T2: 40 % de mashua negra y 60 % de mashua amarilla
- T3: 60 % de mashua negra y 40 % de mashua amarilla

Para cada tratamiento, la pulpa obtenida fue diluida en una relación 1:3 (pulpa:agua), lo que equivale a añadir 3 litros de agua por cada kilogramo de materia prima utilizada. Asimismo, se incorporaron cantidades estandarizadas de insumos para asegurar la estabilidad del néctar: 0.018 % de ácido cítrico, 0.0035 % de sorbato de potasio, 0.65 % de CMC y 8.3 % de azúcar. Todas las proporciones fueron calculadas siguiendo criterios de pruebas finitas, garantizando exactitud en la formulación y reproducibilidad en los tratamientos.

Método de análisis

El análisis sensorial del néctar elaborado se realizó con la participación de un panel de evaluación compuesto por 100 consumidores no entrenados, pertenecientes a la comunidad universitaria de la UNAT, con edades comprendidas entre 20 y 50 años y de ambos sexos. Los participantes valoraron su grado de satisfacción respecto a los atributos color, olor y sabor del producto final, empleando una escala hedónica de 5 puntos, donde 1 correspondió a “me disgusta muchísimo”, 2 a “me disgusta moderadamente”, 3 a “ni me gusta ni me disgusta”, 4 a “me gusta moderadamente” y 5 a “me gusta mucho”. Este enfoque permitió determinar la aceptabilidad sensorial diferencial entre los tratamientos evaluados.

Para la elaboración del néctar, se siguió la metodología descrita por Huamán (2019), adaptada a las condiciones experimentales de esta investigación. El proceso inició con la recepción y selección de la mashua negra y amarilla, verificándose el estado de integridad del tubérculo y descartándose aquellos con daños o signos de deterioro. Posteriormente, se llevó a cabo el lavado y desinfección mediante inmersión de los tubérculos en una solución de hipoclorito de sodio a 5 ppm durante 10 minutos, seguido de un enjuague con agua potable y secado con papel absorbente.

La mashua fue sometida a un escaldado a temperaturas entre 80 y 85 °C durante 10 minutos, en recipientes separados para cada variedad. Luego del tratamiento térmico, se dejó enfriar durante 5 minutos para proceder al pelado y eliminación de residuos no comestibles, obteniéndose una pulpa limpia. La pulpa se trocó en fragmentos pequeños con un cuchillo esterilizado y posteriormente se licuó durante 1 a 2 minutos en una licuadora industrial, con el fin

de reducir el tamaño de las partículas y lograr una mezcla homogénea. Cada variedad procesada fue almacenada por separado en recipientes herméticos.

A continuación, se realizó el colado de cada pulpa mediante una malla fina, separando los sólidos remanentes y obteniéndose una fase líquida de mayor uniformidad. Ambas pulpas fueron pesadas por separado para determinar las cantidades exactas utilizadas en la formulación de los tres tratamientos experimentales. Considerando la relación de dilución 1:3 (pulpa:agua), se utilizaron 27 litros de agua en total, distribuidos en 9 litros por tratamiento. La mezcla se agitó durante 3 minutos y luego se dejó reposar por 5 minutos para favorecer su estabilización.

Los conservantes y aditivos se pesaron individualmente para cada tratamiento, manteniéndose proporciones constantes según lo establecido: 0.018 % de ácido cítrico, 0.0035 % de sorbato de potasio, 0.65 % de CMC, además de 8.3 % de azúcar como edulcorante. El ácido cítrico y la CMC fueron incorporados inicialmente, permitiendo su hidratación durante 10 minutos antes de iniciar la pasteurización. Luego, la mezcla fue calentada hasta 85 °C, temperatura a la cual se añadió el sorbato de potasio y el azúcar, asegurando una homogenización continua hasta lograr una distribución uniforme de los ingredientes. Durante esta etapa, se verificó la concentración de sólidos solubles, estandarizándose el producto final a 16 °Brix, valor adecuado para néctares de este tipo.

Finalmente, el néctar fue envasado en frascos de vidrio a 85 °C, asegurando condiciones higiénicas y un cierre hermético. Los envases se sometieron a un enfriamiento en baño María durante 30 minutos, estabilizando así el producto antes de su almacenamiento y posterior evaluación.

Figura 1

Flujograma de la elaboración y parámetros de néctar de mashua



Nota. Huaman et al. (2021), con modificaciones.

Diseño experimental

El estudio empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes proporciones de mashua negra (Yana añu) y mashua amarilla (Khello añu) sobre las características organolépticas del néctar elaborado. Para ello, se establecieron tres tratamientos correspondientes a distintas combinaciones de ambas variedades, manteniendo constante la formulación base y las condiciones de procesamiento.

La tabla 1 presenta la estructura del diseño experimental, en la cual las muestras fueron clasificadas según la variedad de mashua, formuladas en proporciones específicas y evaluadas posteriormente en sus atributos sensoriales de color, olor y sabor.

Tabla 1

Diseño experimental del proceso de elaboración de néctar de mashua

Materia prima	Formulación (Tratamientos)	Proceso	Evaluación
Mashua negra (MN) y mashua amarilla (MA)	T1: 20 % MN – 80 % MA T2: 40 % MN – 60 % MA T3: 60 % MN – 40 % MA	Preparación de néctar	Color Olor Sabor

Nota. El esquema presenta las tres formulaciones de mashua evaluadas sensorialmente.

Diseño estadístico

Para el análisis de los datos se empleó un diseño completamente al azar (DCA), considerando tres tratamientos basados en diferentes proporciones de mashua negra y amarilla: T1 (20 % MN – 80 % MA), T2 (40 % MN – 60 % MA) y T3 (60 % MN – 40 % MA), cada uno con tres repeticiones. La variable de respuesta correspondió a las características organolépticas evaluadas sensorialmente.

El modelo estadístico utilizado se expresó como:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = valor observado en el j-ésimo análisis del i-ésimo tratamiento
- μ = media general
- α_i = efecto del i-ésimo tratamiento
- ε_{ij} = error experimental
- $t = 3$ tratamientos
- $r = 3$ repeticiones

El análisis se orientó a determinar el efecto de las formulaciones sobre los atributos sensoriales del néctar. El procesamiento estadístico se realizó utilizando el software MINITAB versión 21.10, aplicándose las pruebas correspondientes según la naturaleza de los datos.

RESULTADOS

Las distintas proporciones de mashua negra y mashua amarilla incorporadas en las formulaciones ejercieron un efecto significativo sobre las características organolépticas del néctar. La variación en la proporción de cada variedad modificó de manera notable la percepción del color, aroma y sabor, evidenciando que la composición del fruto influye directamente en los atributos sensoriales del producto final. Estas diferencias sensoriales reflejan la contribución diferencial de los compuestos bioactivos presentes en ambas variedades, especialmente los pigmentos y metabolitos aromáticos de la mashua negra, los cuales intensifican el perfil visual y sensorial del néctar a medida que aumenta su concentración en la mezcla.

Tabla 4

Pruebas simultáneas de Tukey para las diferencias de medias del atributo color

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
F2 - F1	0.590	0.141	(0.260; 0.920)	4.19	0.000
F3 - F1	0.930	0.141	(0.600; 1.260)	6.60	0.000
F3 - F2	0.340	0.141	(0.010; 0.670)	2.41	0.042

Los resultados de la prueba de Tukey muestran que todas las comparaciones entre formulaciones presentan diferencias significativas (Tabla 4). Las combinaciones

Tabla 2

Análisis de varianza para el atributo color de las formulaciones

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Formulaciones	2	44.29	22.1433	22.32	0.000
Error	297	294.70	0.9923		
Total	299	338.99			

En la tabla 2, se observa los resultados del análisis de varianza que muestran diferencias altamente significativas en el atributo color entre las formulaciones evaluadas. El valor p asociado al factor Formulaciones ($p = 0.000$) es inferior al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), lo que indica que la proporción de mashua negra y amarilla utilizada en cada tratamiento influye de manera determinante en la percepción del color del néctar. El valor F elevado, junto con los componentes de variación (grados de libertad, suma de cuadrados y medias cuadráticas), evidencia una marcada heterogeneidad entre tratamientos.

Tabla 3

Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el atributo color

Formulaciones	N	Media	Agrupación
F3	100	3.9300	A
F2	100	3.5900	B
F1	100	3.000	C

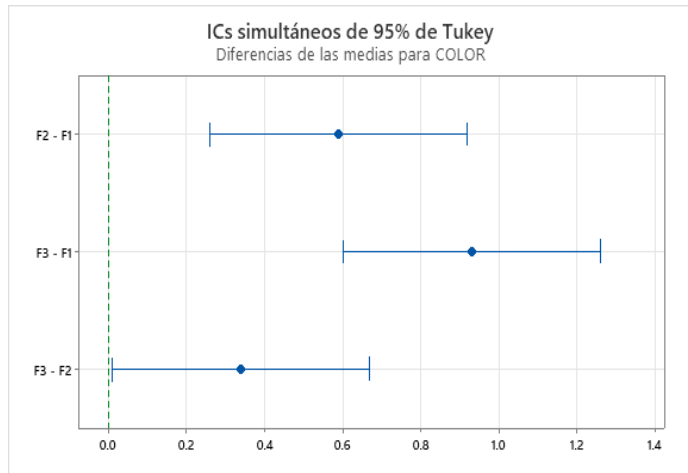
En la tabla 3 se muestra los resultados de la prueba de Tukey donde se evidencia diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas. Cada tratamiento (F3, F2 y F1) fue asignado a un grupo distinto (A, B y C, respectivamente), lo que indica que sus medias difieren estadísticamente entre sí. La formulación F3 obtuvo la mayor puntuación promedio en color, seguida de F2, mientras que F1 presentó el valor más bajo, confirmando la influencia de la proporción de mashua negra en la intensidad cromática del néctar.

F3–F1 y F2–F1 registran valores p extremadamente bajos ($p < 0.001$), evidenciando diferencias marcadas en el color percibido entre estas formulaciones. Aunque la

comparación F3–F2 muestra un valor p ligeramente superior, sigue siendo estadísticamente significativa ($p = 0.042$), lo que indica diferencias más sutiles entre ambas. Estas variaciones se explican por la presencia de pigmentos naturales, especialmente antocianinas, en la mashua negra. A medida que aumenta su proporción en la mezcla, el néctar adquiere una tonalidad más intensa y atractiva, lo que se traduce en una mejor percepción visual y en una mayor aceptación por parte de los consumidores, quienes suelen asociar colores más vivos con productos de mayor calidad y naturalidad.

Figura 2

Diferencias de medias para el atributo color



La Imagen 2 confirma los resultados obtenidos en la Tabla 4, evidenciando diferencias significativas entre las formulaciones F1, F2 y F3. Ninguno de los intervalos de confianza incluye el valor cero, lo que indica que todas las comparaciones presentan diferencias estadísticamente significativas. El gráfico muestra claramente que las formulaciones con mayor proporción de mashua negra (F2 y F3) alcanzan valores superiores en la calificación del color, lo que coincide con el efecto intensificador de los pigmentos naturales presentes en esta variedad.

Tabla 7

Pruebas simultáneas de Tukey para las diferencias de medias del atributo aroma

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
F2 - F1	0.570	0.144	(0.233; 0.907)	3.96	0.000
F3 - F1	0.940	0.144	(0.603; 1.277)	6.53	0.000
F3 - F2	0.370	0.144	(0.033; 0.707)	2.57	0.028

La Tabla 7 muestra que todas las comparaciones entre formulaciones presentan diferencias estadísticamente significativas. Las combinaciones F2–F1 y F3–F1 registran diferencias de medias de 0.570 y 0.940, respectivamente, con valores p altamente significativos ($p = 0.000$).

Tabla 5

Análisis de varianza para el atributo aroma de las formulaciones

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Formulaciones	2	44.85	22.423	21.61	0.000
Error	297	308.15	1.038		
Total	299	353.00			

Los resultados del análisis de varianza muestran diferencias altamente significativas en el aroma entre las formulaciones evaluadas (Tabla 5). El valor p asociado al factor Formulaciones ($p = 0.000$) es menor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), lo que indica que la variación en la proporción de mashua negra y amarilla influye de manera determinante en la percepción aromática del néctar. El valor F elevado, así como los componentes de variabilidad (grados de libertad, suma de cuadrados y medias cuadráticas), confirman que al menos una de las formulaciones presenta un comportamiento sensorial significativamente distinto respecto a las demás. Esto sugiere que los compuestos volátiles característicos de la mashua negra aportan un aroma más intenso a medida que aumenta su concentración en la mezcla.

Tabla 6

Comparaciones de medias mediante Tukey para el atributo aroma

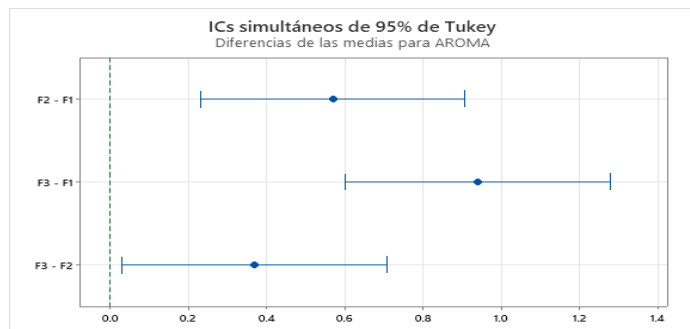
formulaciones	N	Media	Agrupación
F3	100	3.9400	A
F2	100	3.5700	B
F1	100	3.0000	C

La Tabla 6 muestra que las formulaciones presentan medias significativamente distintas para el atributo aroma. La formulación F3 registró la media más alta (3.94) y se ubicó en el grupo estadístico A; F2 obtuvo una media intermedia (3.57) correspondiente al grupo B; mientras que F1 presentó la media más baja (3.00), asignada al grupo C. La asignación de letras distintas confirma que cada formulación difiere significativamente de las demás, de acuerdo con el criterio de Tukey.

Asimismo, la comparación F3–F2 muestra una diferencia significativa de 0.370 ($p = 0.028$). En todos los casos, los intervalos de confianza al 95 % no incluyen el valor cero, lo que confirma la existencia de diferencias reales entre las formulaciones en cuanto al atributo aroma.

Figura 3

Diferencias de medias para el atributo aroma



La Imagen 3 confirma los resultados obtenidos en la Tabla 7, evidenciando diferencias significativas entre las formulaciones F1, F2 y F3. Ninguno de los intervalos de confianza incluye el valor cero, lo que indica que todas las comparaciones entre formulaciones presentan diferencias estadísticamente significativas. El gráfico muestra que F2 y F3 alcanzan medias superiores en el atributo aroma en comparación con F1.

Tabla 8

Análisis de varianza para el atributo sabor de las formulaciones

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Formulaciones	2	51.50	25.7500	27.05	0.000
Error	297	282.75	0.9520		
Total	299	334.25			

Tabla 10

Pruebas simultáneas de Tukey para las diferencias de medias del atributo sabor

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
F2 - F1	0.650	0.138	(0.327; 0.973)	4.71	0.000
F3 - F1	1.000	0.138	(0.677; 1.323)	7.25	0.000
F3 - F2	0.350	0.138	(0.027; 0.673)	2.54	0.030

La Tabla 10 muestra que todas las comparaciones entre formulaciones presentan diferencias estadísticamente significativas. Las parejas F2-F1 y F3-F1 registran diferencias de medias de 0.650 y 1.000, respectivamente, con valores p altamente significativos ($p = 0.000$). Asimismo, la comparación F3-F2 evidencia una diferencia de medias de 0.350, también significativa ($p = 0.030$). En todos los casos, los intervalos de confianza al 95 % no incluyen el valor cero, lo que confirma la existencia de diferencias reales entre las formulaciones en cuanto al atributo sabor.

La Tabla 8 evidencia diferencias altamente significativas en el atributo sabor entre las formulaciones evaluadas. El valor p asociado al factor Formulaciones ($p = 0.000$) es menor que el nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), lo que indica que al menos una de las formulaciones difiere significativamente de las demás en cuanto al sabor. Los valores de GL, SC, MC y el estadístico F reflejan una variabilidad marcada entre tratamientos, confirmando el efecto de la proporción de mashua negra y amarilla en la percepción del sabor del néctar.

Tabla 9

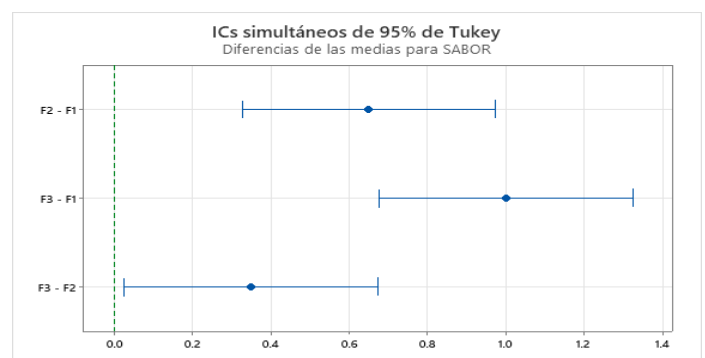
Comparaciones de medias mediante Tukey para el atributo sabor

Formulaciones	N	Media	Agrupación
F3	100	4.0000	A
F2	100	3.6500	B
F1	100	3.000	C

La Tabla 9 muestra que las formulaciones F3, F2 y F1 se ubican en grupos estadísticos distintos (A, B y C, respectivamente), lo que indica que sus medias difieren significativamente entre sí en el atributo sabor. F3 obtuvo la puntuación promedio más alta, seguida de F2, mientras que F1 registró el valor más bajo.

Figura 4

Diferencias de medias para el atributo sabor



La Imagen 4 confirma los resultados presentados en la Tabla 10, evidenciando diferencias significativas entre las

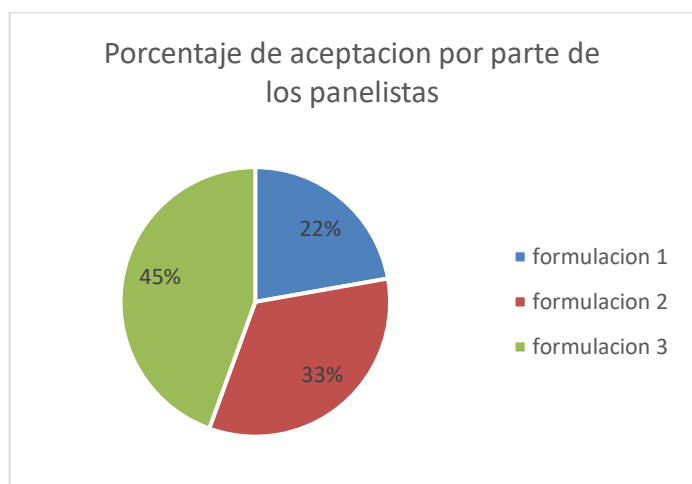
formulaciones F1, F2 y F3 en el atributo sabor. Ninguno de los intervalos de confianza incluye el valor cero, lo que indica que todas las comparaciones son estadísticamente significativas. El gráfico muestra que las formulaciones con mayor proporción de mashua negra (F2 y F3) registran valores superiores en sabor en comparación con F1.

Tabla 11
Porcentajes de aceptabilidad según las características sensoriales evaluadas

Formulaciones	Características	% ACEP.	% ACEP. GENERAL
F1	Color	40	40
	Aroma	40	
	Sabor	40	
F2	Color	58	60
	Aroma	58	
	Sabor	64	
F3	Color	78	80
	Aroma	78	
	Sabor	84	

La Tabla 11 presenta los porcentajes de aceptabilidad obtenidos a partir de la evaluación sensorial realizada con 100 panelistas no entrenados. Para la formulación F1, el 40 % de los panelistas expresó agrado por el color, aroma y sabor, obteniéndose una aceptabilidad general del 40 %. En la formulación F2, el 58 % manifestó agrado por el color y el aroma, mientras que el 64 % mostró preferencia por el sabor, alcanzando una aceptabilidad global del 60 %. Finalmente, la formulación F3 registró los valores más altos: 78 % de aceptabilidad en color y aroma, y 84 % en sabor, logrando un 80 % de aceptabilidad general.

Figura 5
Porcentaje de aceptabilidad según los panelistas



La Imagen 5 respalda los valores obtenidos en la Tabla 11, mostrando claramente las diferencias en los niveles de aceptabilidad entre las formulaciones evaluadas. Se observa que F3 alcanzó los porcentajes más altos en todos los atributos sensoriales, lo que se refleja en su

aceptabilidad general del 80 %. F2 ocupa la segunda posición, con porcentajes de aceptación que oscilan entre 58 % y 64 %, mientras que F1 presenta los valores más bajos, con un 40 % en cada uno de los atributos. El gráfico permite visualizar de manera comparativa cómo la preferencia de los panelistas aumenta progresivamente desde F1 hasta F3.

DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio evidenciaron que la formulación T3 (60 % mashua negra y 40 % mashua amarilla) alcanzó el mayor nivel de aceptabilidad sensorial (80 %), seguida de T2 (40 % mashua negra y 60 % mashua amarilla) con un 60 %. Esta tendencia confirma que el incremento de la proporción de mashua negra incrementa la preferencia sensorial del producto, en concordancia con lo señalado por Grau et al. (2025), quienes destacan el potencial industrial de la mashua para productos alimentarios como panificados, embutidos y bebidas debido a sus compuestos funcionales y propiedades sensoriales distintivas.

En relación con los atributos de color, aroma y sabor, los resultados son consistentes con lo reportado por Montalvo y Canteño (2019), quienes evaluaron una bebida funcional elaborada con tumbo (*Passiflora mollissima*) y mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*). En su investigación, el tratamiento con mayor aceptabilidad contenía 37.5 % de mashua negra; de manera similar, en el presente estudio, las formulaciones con mayor proporción de mashua negra (T2 y T3) presentaron mejores puntuaciones sensoriales, lo cual demuestra la contribución positiva de este tubérculo en el perfil organoléptico del producto.

Asimismo, los resultados coinciden con lo expuesto por Barrionuevo (2024), quien identificó que el tratamiento con menor porcentaje de mashua amarilla presentó mayor aceptación en un néctar mixto, lo que concuerda con la formulación T3 de este estudio, donde la menor proporción de mashua amarilla se asoció a una mayor aceptación por parte de los panelistas.

En contraste, Agirre (2017) halló que el tratamiento más aceptado para un néctar de aguaymanto y mashua contenía solo 20 % de mashua, difiriendo de los resultados del presente estudio, donde las mayores aceptabilidades se obtuvieron a concentraciones más elevadas de mashua negra (40–60 %). Esta discrepancia puede atribuirse a diferencias en las matrices alimentarias, naturaleza de los ingredientes y sinergias sensoriales entre las frutas empleadas. En la misma línea, Murillo (2017) reportó que la formulación óptima para una bebida nutritiva a base de quinua, arracacha y membrillo fue aquella con mayor preferencia en sabor, lo cual guarda similitud con los resultados de esta investigación, donde la formulación con mejor percepción sensorial también fue aquella con mayor balance en los ingredientes (60 % mashua negra y 40 % amarilla). Esto sugiere que, al igual que en otros productos nutritivos, el equilibrio entre materias primas es un factor determinante para la aceptabilidad.

Otros estudios confirman el alto potencial sensorial de los tubérculos andinos. Por ejemplo, la bebida elaborada con quinua, oca y maca obtuvo una preferencia promedio de 5.8 en la escala hedónica (Huaquipaco et al., 2020), lo que refuerza que los tubérculos andinos poseen características organolépticas favorables. De manera similar, Ruidíaz y Flórez (2021) demostraron que bebidas energizantes con pequeñas proporciones de maca pueden alcanzar altos niveles de aceptación, lo cual respalda la viabilidad del uso de tubérculos en matrices sensoriales diversas.

Asimismo, Huertas y Quispe (2020) determinaron que bebidas con extractos de maca roja y arándanos presentaron una preferencia de consumo elevada, evidenciando que, en productos funcionales, la inclusión de tubérculos mejora la percepción sensorial. Esto es comparable con los resultados de este estudio, donde la formulación T3 fue la más aceptada, confirmando nuevamente la importancia de seleccionar proporciones adecuadas para optimizar la aceptación del consumidor.

Los resultados de esta investigación son congruentes con lo reportado por Prado et al. (2020), quienes identificaron una formulación óptima compuesta por 50 % de extracto de yacón y 50 % de piña, logrando una elevada aceptación sensorial. Estas evidencias respaldan la conclusión de que las combinaciones equilibradas de materias primas permiten obtener productos altamente aceptados, como ocurre con la formulación T3 en este estudio. Además, estudios complementarios como el de Parra (2015) señalan que productos lácteos enriquecidos con tubérculos andinos por ejemplo, yogur con 15 % de concentrado de rubas presentan buena aceptabilidad y valor nutritivo, lo que sugiere que la mashua podría tener aplicaciones potenciales en una amplia variedad de alimentos funcionales.

En conjunto, los resultados de esta investigación y la evidencia científica revisada permiten afirmar que la mashua, especialmente la variedad negra, posee un elevado potencial como ingrediente funcional en bebidas, contribuyendo significativamente al perfil organoléptico y a la aceptación por parte del consumidor.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación permitieron identificar que la formulación T3, compuesta por 60 % de mashua negra y 40 % de mashua amarilla, alcanzó los mayores niveles de aceptabilidad sensorial en los atributos de color, aroma y sabor, logrando un 80 % de aceptación general por parte de los panelistas. Esta proporción se posiciona como la opción óptima para la elaboración de néctares a base de mashua, evidenciando que el incremento de la mashua negra mejora significativamente las características organolépticas del producto.

Asimismo, se confirma que la mashua, en sus dos variedades evaluadas, constituye un ingrediente con

Artículo científico: pág. 42

Volumen 7, Número 2, julio - diciembre, 2024 - Recibido: 15-11-2024, Aceptado: 23-12-2024

<https://doi.org/10.46908/tayacaja.v7i2.235>

potencial tecnológico y sensorial para el desarrollo de bebidas funcionales. Su incorporación en formulaciones de néctar no solo aporta compuestos bioactivos de interés nutricional, sino que también genera perfiles sensoriales atractivos para el consumidor, lo cual la convierte en una alternativa promisorio para diversificar la oferta de productos derivados de tubérculos andinos.

La elaboración de néctares a base de mashua representa, además, una estrategia viable para promover el aprovechamiento de este recurso subutilizado, contribuyendo a su revalorización en la industria alimentaria y fortaleciendo el posicionamiento de los cultivos andinos en mercados emergentes. Los hallazgos de este estudio respaldan la pertinencia de continuar investigando diferentes proporciones, procesos tecnológicos y combinaciones con otros frutos, con el fin de optimizar las propiedades sensoriales y funcionales de bebidas derivadas de mashua.

Finalmente, se destaca que la formulación T3 constituye una base sólida para futuras investigaciones orientadas al desarrollo de productos con alto valor agregado, potenciando la innovación en la industria de bebidas saludables y promoviendo el rescate de los alimentos ancestrales del Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre Huayhua, C. (2017). Evaluación de las concentraciones de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*) en la formulación de una bebida funcional. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/1dd24cd1-fd24-47ed-bd7b-f5359eb8375b>
- Barrionuevo Flores, CM (2024). Formulación y evaluación de néctar a base de mango (*Mangifera indica*), maracuyá (*Passiflora edulis*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*). [Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad en Nuevo Chimbote]. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/4633/Tesis%20Barrionuevo.pdf?sequence=1&i sAllowed=y>
- Castejón, N. (2024, 9 julio). Mashua negra: Qué es, propiedades anticancerígenas y beneficios. WebConsultas. <https://www.webconsultas.com/curiosidades/mashua-negra-propiedades-del-anticancerigeno-andino>
- Castro, D. E. (2023, 1 junio). Mashua negra: composición nutricional y posibles beneficios. Mejora Con Salud. <https://mejorconsalud.as.com/mashua-negra-composicion-nutricional-beneficios/>
- Comas Maza, C. D., & Ferrer González, M. Á. (2018). Identificación del nicho de mercado para la creación de una empresa de smoothies saludables. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Bolívar].



- <https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/880>
- Dávila, Z. L. (13 de noviembre de 2020). Propiedades Medicinales de la mashua. Andina. <https://andina.pe/agencia/noticia-tesoro-andino-cientificos-ayacuchanos-descubren-propiedades-medicinales-de-mashua-821142.aspx>
- De Prensa, N. (21 abril del 2021). Composición del néctar (vitaminas y minerales). El Universal. <https://www.eluniversal.com/estilo-de-vida/95383/los-nectares-aportan-vitaminas-y-minerales-al-organismo>
- Dilas-Jiménez, J. O., & Ascurra-Toro, D. I. L. M. A. (2020). Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) cultivo subutilizado con alto potencial para zonas altoandinas en el Perú. *Alpha Centauri*, 1(1), 15-24. <https://journalalphacentauri.com/index.php/revista/article/view/3>
- Gallardo, T. (24 de mayo 2017). La mashua y su potencial adquisitivo en los mercados. <https://myperuglobal.com/el-potencial-de-la-mashua-en-mercados-con-mayor-poder-adquisitivo/>
- García., G. (9 de Julio del 2020). Jugos o néctares ¿Cuál es la diferencia? <https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/jugos-y-nectares-cuales-son-sus-diferencias/>
- Grau, A., Andrade, N. J. P., & Sørensen, M. (2025). Traditional uses, processes, and markets: the case of Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.). *Traditional Starch Food Products*, 269-278. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90844-3.00009-3>.
- Huaman, J. T., Gomez, R. L., Huayhua, L. L. A., & Areche, F. O. (2021). Aceptabilidad, determinación de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de una bebida funcional a partir aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) y mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.). *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(12), 1014-1028. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8219305>
- Huaquipaco Encinas, S., Montes Mendoza, W. L., Sanca Quispe, A. B., Chijmapocco Muña, C., Vilca Checca, J. E., Yana Ccari, M. R., & Huahuacondori Ccanccapa, Y. J. (2020). Elaboración de una bebida nutritiva a partir de quinua (*Chenopodium quinoa*), oca (*Oxalis tuberosa*) y maca (*Lepidium meyenii*) [Tesis para optar el Título Profesional, Universidad Nacional de Juliaca]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Juliaca. <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/xmlui/handle/UNAJ/155>
- Huerta, D. S., & Quispe Mujica, I. C. (2020). Bebida de maca roja (*Lepidium meyenii* Walpers) y arándanos (*Vaccinium myrtillus*) para prevenir el síndrome de estrés metabólico. [Tesis para optar el Título Profesional, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. <https://repositorio.unjpsc.edu.pe/handle/20.500.14067/4273>
- Ibáñez, P. (30 de setiembre del 2022). Que son los jugos, concentrados o néctares. <https://redbakery.cl/2022/09/30/jugos-concentrados-o-nectares-lo-que-debemos-saber-de-estos/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2020). Huancavelica y su producción (olluco, oca y mashua). Noticias - Gobierno Regional Huancavelica. <https://www.gob.pe/institucion/regionhuancavelica/noticias/493947-huancavelica-cuenta-con-100-comunidades-que-producen-olluco-oca-y-mashua>
- Javier. (2022, 13 mayo). El néctar y su forma práctica, del consumo de micronutrientes. Loaliza. Comunicaciones. <https://loaizacomunicaciones.com/blog/282-consumo-de-nectar-una-forma-practica-de-ingerir-micronutrientes/>
- Loyola.D.A. (2022). La mashua y sus propiedades milagrosas. <https://blogs.usil.edu.pe/novedades/la-mashua-un-producto-andino-milagroso#:~:text=Puno%20es%20la%20productora%20media,soles%20a%20la%20econom%C3%ADa%20nacional.>
- Luciano, S, A. (2021, 2 febrero). Trabajo de investigación aplicado a la industria de jugos y néctares en el Perú para el 2020. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/18084>
- Montalvo Príncipe, ML y Canteño Falcón, MA (2019). Cinética de la estabilidad de vitamina C, antocianinas y actividad antioxidante en la bebida funcional a base de tumbo (*Passiflora mollissima*) y mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*). (Tesis de pregrado). Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Huánuco, Perú. <https://repositorio.unheval.edu.pe/item/e788d2b4-f1ec-4cf5-9b6b-af578c9339d2>
- Murillo Silva, M. S. (2017). Características químicas y sensoriales en la elaboración de una bebida nutritiva. [Tesis para optar el Título Profesional, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio Institucional - Universidad Alas Peruanas. https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/2278/Tesis_Caracteristicas_Qu%e3%admicas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Naranjo-Ramírez, S., & Arias-Giraldo, S. (2020). Tendencias en el mundo de la gastronomía y la alimentación: una revisión desde la perspectiva colombiana. *Agroalimentaria*, 26(50), 51-65. <https://www.redalyc.org/journal/1992/199264891004/199264891004.pdf>
- Parra Huertas, R. A. (2015). Uso de rubas (*Ullucus tuberosus*) en la elaboración y caracterización de yogur. *Temas Agrarios*, 20(1), 91-102. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5456281>
- Prado, E. C., Purisaca-Salinas, P., Moreno-Rojo, C., & Guillén-Sánchez, J. (2020). Prebiotic Beverage from *Smallanthus Sonchifolius* Sweetened with Stevia. *Global Journal of Medical Research*, 20(1), 23-29. https://www.researchgate.net/profile/Jhoseline-Guillen-Sanchez/publication/376952995_Prebiotic_Beverage_from_Smallanthus_Sonchifolius_Sweetened_with_Stevia/links/658f0ccc2468df72d3e65de9/Prebiotic-Beverage-from-Smallanthus-Sonchifolius-Sweetened-with-Stevia.pdf
- Ruidíaz Cruz, J. R., & Flores Rojas, J. A. (2021). Bebida energizante a base de maca (*Lepidium meyenii* Walpers), camu camu (*Myrciaria dubia*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*) en envases PET y de vidrio. [Tesis para optar el Título Profesional, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional del Callao. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/6007>
- Dionicio-Varas, E. M. (2024). Bebidas carbonadas a partir de tubérculos: Innovación, procesos y beneficios. *AgroScience Research*, 2(2), 47-55. <https://doi.org/10.17268/agrosoci.2024.005>.