

Evaluación de la Pulpa de Macha Macha (*Vaccinium floribundum* Kunth), en el Desarrollo de una Bebida Isotónica

Evaluation of the Pulp of Macha Macha (*Vaccinium floribundum* Kunth) in Developing an Isotonic Drink.

Luis Solorzano¹, Jhunion Marcia^{ID¹, 2*}, Roberto Chuquilín^{ID³}, Franklin Areche^{ID⁴}, Alejandro Herrera^{ID⁵}, Jenny Ruiz^{ID⁶}

¹ Facultad de Ciencias Tecnológicas, Universidad Nacional de Agricultura, Honduras; lsolorzano19A0345@unag.edu.hn

² Dirección de Investigación y Posgrado, Universidad Nacional de Agricultura, Honduras.

³ Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte, Perú; roberto.chuquilin@upn.edu.pe

⁴ Departamento de Agroindustria, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.

⁵ Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Tegucigalpa, Honduras; Avbarahona@unah.hn

⁶ Sistema de Centros de Innovación Tecnológica y Agrícola, Comayagua, Honduras; jcardona@scita.edu.hn

* Autor de correspondencia. jmarcia@unag.edu.hn

Available from. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.04.38>

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el potencial funcional del fruto de Macha Macha (*Vaccinium floribundum* Kunth), a partir de diferentes formulaciones de una bebida isotónica con aceptación sensorial y calidad nutricional, evaluando la composición físico-química de la fórmula optimizada. La metodología de la investigación fue implementada en tres fases experimentales: en la primera fase, se elaboraron diferentes formulaciones de la bebida isotónica con 5% (T1), 10% (T2) y 15% (T3) de pulpa, más el testigo (T4); para la segunda fase, se evaluaron las características físico-químicas de las distintas formulaciones, y por último, las formulaciones se evaluaron mediante análisis sensorial de escala hedónica de 9 puntos con 60 panelistas tipo afectivos para determinar la fórmula optimizada. Los resultados demuestran que la concentración de pulpa aplicando tratamiento térmico a la bebida isotónica no afecta las características físico-químicas de las formulaciones, los cuales se encuentran dentro de los parámetros normales reportados para las bebidas isotónicas. Mientras que, la evaluación sensorial mostró que la bebida isotónica de mayor aceptabilidad y mejor formulada y parecida al control, fue el tratamiento tres con (10 % de pulpa). Se concluye que, la elaboración de bebidas isotónicas con pulpa de frutos tiene cada vez más mayores preferencias por los consumidores, libres de aditivos y que contengan compuestos bioactivos que puedan mejorar el rendimiento de los atletas.

Palabras clave: formulación, bebida isotónica, análisis sensorial, pulpa, potencial funcional.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the functional potential of the fruit of Macha Macha (*Vaccinium floribundum* Kunth) with different formulations of an isotonic drink with sensory acceptance and nutritional

quality, evaluating its physical-chemical composition of the optimized formula. The research methodology was implemented in three experimental phases: in the first phase, different formulations of the isotonic drink were prepared with 5% (T1), 10% (T2) and 15% (T3) of pulp, plus the control (T4); For the second phase, the physicochemical characteristics of the different formulations were evaluated, and finally, the formulations were evaluated by sensory analysis of a 9-point hedonic scale with 60 affective-type panelists to determine the optimized formula. The results show that the pulp concentration applying heat treatment to the isotonic drink does not affect the physicochemical characteristics of the formulations, which are within the normal parameters reported for isotonic drinks. At the same time, the sensory evaluation showed that the isotonic drink with the highest acceptability and best formulation, similar to the control, was treatment three with (10% pulp). It is concluded that the elaboration of isotonic drinks with fruit pulp has more and more preferences for consumers, free of additives and containing bioactive compounds that can improve the performance of athletes.

Keywords. Formulation, isotonic drink, sensory analysis, pulp, functional potential.

INTRODUCCIÓN

Las plantas con potencial funcional son especies vegetales que contienen compuestos bioactivos, como compuestos químicos y fitonutrientes, que pueden tener efectos beneficiosos en la salud humana, como sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas y anticancerígenas, entre otras ¹⁻².

Entre algunas plantas con potencial funcional se encuentra el *Vaccinium floribundum* Kunt, conocido popularmente como Macha Macha, que es de tipo silvestre y habita en la provincia de Acobamba en Perú, asimismo, su fruto se consume en fresco y por su aceptación sensorial, podría considerarse como una alternativa para el desarrollo de nuevos productos ³.

Diversos estudios reportan que el *Vaccinium floribundum* Kunth presentan propiedades antioxidantes por la presencia de compuestos fenólicos principalmente flavonoles y betalainas, las cuales pueden reducir el riesgo de padecer enfermedades crónicas degenerativas ⁴. Asimismo, el consumo de este fruto en la dieta de las personas que realizan esfuerzos físicos, podrían mejorar su rendimiento ⁵.

A partir de lo expuesto anteriormente, el objetivo principal de esta investigación fue evaluar el potencial funcional del fruto de Macha Macha (*Vaccinium floribundum* Kunth) para su aprovechamiento en el desarrollo de una bebida isotónica que cumpla con los estándares de calidad nutricional y aceptación sensorial.

MATERIALES Y METODOS

Reactivos y soluciones de laboratorio

Los compuestos utilizados; ácido gálico, ácido clorhídrico, Folin-Ciocalteu, carbonato de sodio, etanol, agua destilada, agua ultrapura, sorbato de potasio, benzoato de potasio, cloruro de potasio, ácido cítrico y sacarosa, estos se adquirieron en el Laboratorio de Agroindustria de la Universidad Nacional de Huancavelica, en Perú.

Determinación de polifenoles totales

El contenido de fenoles totales se determinó en términos equivalentes de ácido gálico (GAE)/100 g de bebida usando el método descrito por Waterhouse (2001) ⁶. Primero la bebida se diluyó 1/100 con una solución de etanol absoluto y agua destilada (50:50), acidificada con 0.01% de ácido clorhídrico. Se mezcló una muestra alícuota de 0.5 ml de bebida con 2.5 ml de reactivo de Folin-Ciocalteu diluido 1:80. Después de agitar en vórtex e incubar a temperatura ambiente durante 5 minutos, se añadieron 2 ml de solución acuosa de carbonato

de sodio al 7.5%. Las muestras se sometieron a vórtice y se mantuvieron a 45 °C durante 15 min. La absorbancia de la solución de color azul se registró a 765 nm en un espectrofotómetro marca Zuzi modelo 4251/50 UV-visible, utilizando celdas desechables de 1 cm. Todas las mediciones fueron por triplicado.

Determinación de antocianinas totales

Se realizó en el laboratorio de Análisis Instrumental de la Universidad Nacional de Huancavelica, a partir de un espectrofotómetro (marca Zuzi, modelo 4251/50) mediante el método establecido por Giusti & Wrolstad, (2001) ⁷.

Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos de la investigación, se emplearon diferentes fases experimentales descriptivas a continuación:

Fase 1. Obtención, selección y clasificación de las materias primas.

Los frutos de *Vaccinium floribundum* Kunth fueron recolectadas de forma manual en el lugar denominado de “Torowishqana”, del distrito y provincia de Acobamba, del departamento de Huancavelica, Perú. Posterior a la recolección los frutos fueron seleccionados, clasificados, envasados y almacenados en refrigeración, hasta el momento de sus análisis a escala de laboratorio.

Para la elaboración de la bebida isotónica se desarrollaron diferentes formulaciones, estandarizando su proceso descrito de la siguiente forma:

Obtención de la bebida isotónica

Materia prima: la materia prima utilizada fue Macha Macha en estado maduro.

Selección: se desarrolló manualmente, separando los frutos en mal estado.

Lavado y desinfección: se realizaron tres lavados con agua potable y luego una inmersión por 15 minutos en agua con cloro residual a 80 ppm, finalmente se enjuagó con agua potable durante 5 minutos.

Pesado: se realizó un pesado de la materia prima y los insumos con anterioridad para el balance de materia adecuado.

Triturado o refinado: la pulpa se licuo durante 10 minutos para homogenizar el tamaño de partícula y favor la solubilidad.

Acondicionado: el proceso consistió en separar las semillas y cáscara de la pulpa con extractor en una malla 0.5 mm de acero inoxidable.

Estandarizado: en esta etapa se mezclan la pulpa, el agua y los insumos. Se diluyó la pulpa con agua en una proporción, el azúcar hasta alcanzar los °Brix, y un pH deseado similar a una bebida energizante.

Pasteurización: la mezcla se llevó a calentamiento rápido en estufa de gas hasta alcanzar la temperatura en estudio (80° C ± 3° C), durante el tiempo en estudio (13 min), ya que estos fueron factores principales en el diseño experimental.

Envasado: luego de terminada la pasteurización se envasaron en botellas de 330 ml y posteriormente se enfrió para evitar la sobre cocción.

Almacenamiento: las bebidas fueron almacenadas en cajas para su respectivo análisis físico químico.

Fase 2. Diseño de formulaciones

Para tener un producto con características deseadas, se realizaron diferentes formulaciones, en las que se emplearon concentraciones de pulpa del fruto de Macha Macha al 5% (T1), 10% (T2) y 15% (T3) más el control (T4). Para el desarrollo de esta bebida isotónica se realizaron estudios científicos de otras bebidas similares siguiendo la metodología propuesta por Gómez Giraldo (2019)⁸; a partir de la evaluación de algunos componentes del control como pH, grados Brix, y contenido de minerales.

Fase 3. Optimización de la formulación mediante instrumentos sensoriales.

Para su alcance se realizó una evaluación sensorial utilizando una prueba de escala hedónica de 9 puntos en la cual se evaluaron atributos como apariencia, color, aroma, sabor y aceptación general, a partir de 60 juicios, los cuales fueron consumidores no entrenados como: estudiantes, docentes y trabajadores pertenecientes a la Universidad Nacional de Huancavelica, siguiendo la metodología planteada por Mendoza y col., (2023)⁹.

Fase 4. Evaluación de la composición química y física de la fórmula optimizada

El análisis físico-químico de la bebida, se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional La Molina, Perú, para ellos se tomaron 1 litro de producto y se procedió a realizar los análisis para la formulación optimizada, como se detalla a continuación: en el caso de la humedad por el método (AOAC 950.27), la ceniza determinó por el método (AOAC 940.26), la proteína se determinó por el método (AOAC 920.152), los carbohidratos, se determinaron por diferencia MS-INN, la grasa, se determinó por el método (AOAC 905.02), la energía total, se determinó por el cálculo (MS-INN), el sodio, se determinó por el método (AOAC 973.54), el cloruro, se determinó por el método (NMX-F360-S), y por último el potasio, se determinó por el método (AOAC 975.03).

Diseño experimental de investigación

Se estableció un Diseño de Bloques Completamente Balanceado, mediante 3 tratamientos más el control, donde las variables de respuesta fueron: el análisis sensorial y caracterización físico-química.

Variables de Estudio

Se evaluó mediante análisis sensorial, apariencia, color, aroma, sabor y aceptación general, en la bebida isotónica elaborada a partir de la pulpa de Macha Macha, siguiendo la metodología propuesta por Mendoza y col., (2023)⁹.

Para el análisis físico-químico se empleó: pH, grados Brix, contenido de minerales, humedad, ceniza, proteína, carbohidratos, grasa y energía total

Análisis estadísticos

Para la optimización de los hallazgos, se empleó el programa estadístico IBM SPSS Statistics versión 21. Se utilizaron estadísticos descriptivos y pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov en la cual se determinó que los datos de las distintas variables no seguían una distribución normal, por ende, se realizaron pruebas no paramétricas para muestras independientes como ser el ANOVA de un factor de Kruskal-Wallis y pruebas de comparación múltiples ($p \leq 0.05$) con una confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diseño de diferentes formulaciones

Como muestra la tabla 1, se obtuvo un producto con características deseadas, donde se realizaron tres formulaciones T1 (5%), T2 (10%) y T3 (15%), en las que se emplearon diferentes concentraciones de pulpa del fruto de Macha Macha.

Ingredientes	Cantidad		
	T1	T2	T3
Agua (ml)	950	900	850
Pulpa (g)	50	100	150
Sacarosa (g)	100	100	100
Ácido cítrico (g)	1.65	1.65	1.65
Benzoato de potasio (g)	0.16	0.16	0.16
Sorbato de potasio (g)	0.32	0.32	0.32
KCl (g)	2.0	2.0	2.0

Tabla 1. Formulaciones de la bebida isotónica a partir de Macha Macha

El CODEX alimentarios, establece que los componentes importantes que debe tener una bebida deportiva son: agua, electrolitos, hidratos de carbono, osmolaridad igual a los fluidos del organismo y sabor. Las características tecnológicas son similares a las bebidas hidratantes que se encuentran en el mercado global, en el cual para el caso del pH se reporta un intervalo que va de 3.03 a 3.75¹⁰. En cuanto a los sólidos solubles totales también son característicos de la naturaleza de las bebidas isotónicas comerciales¹¹.

Tratamiento Térmico

Para el desarrollo de las formulaciones, se empleó los tiempos óptimos de procesamiento térmico mediante cálculos de Bigelow, a partir de la metodología propuesta por Bonilla (2013)¹², aplicando la muestra del valor de esterilización equivalente a un $F_0 = 13$ min contrastando con el control de 30 min para microorganismos termo resistente. Este método consiste en determinar el tiempo óptimo del procesamiento térmico en alimentos de forma tal que haya un efecto esterilizante en el producto¹².

En la figura 1, se observa la tendencia del tratamiento térmico para la bebida isotónica de Macha Macha a 80 °C durante 13 min para la reducción de microorganismos que puedan afectar te la durabilidad del producto.

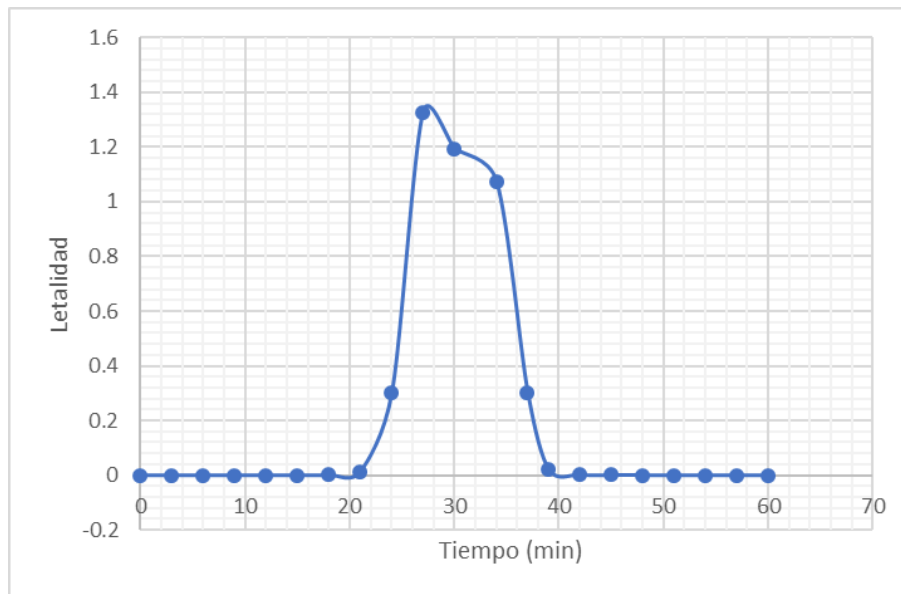


Figura 1. Letalidad microbiana respecto al tiempo de exposición al tratamiento térmico.

Estos resultados indican que en las etapas operacionales del proceso de obtención del valor de F_0 , a un tiempo de evaluación de 0 minutos no se evidencia un efecto letal para los microorganismos, ya que, el máximo efecto letal para estos, es a una temperatura de $80 \pm 1^\circ \text{C}$ con un $F_0 = 13$ min, posteriormente se observó un descenso del máximo efecto de letalidad microbiana hasta los $39 \pm 1^\circ \text{C}$, con un $F_0 = 5.6$ min acumulado.

En este sentido, algunos investigadores manifiestan que, a 80°C durante 30 min de esterilización, son suficientes para afectar la concentración de los antioxidantes como las antocianinas por degradación térmica, además, podrían afectar la duración de la fase latente, la velocidad de crecimiento, las exigencias nutricionales y la composición química y enzimática de las células de los microorganismos ¹³.

Sin embargo, a reducir el tiempo de exposición térmica por debajo de los 15 min, se logró disminuir el impacto sobre la degradación de las antocianinas, confirmando lo antes expuesto por Lee, & Wrolstad, (2004) ¹⁴, quienes afirmaron que el tiempo de extracción es un importante factor para la reducción de la concentración de antocianinas ¹³. Además, otros autores afirman que el aumento de temperatura es inversamente proporcional al contenido de polifenoles totales ¹⁵. Asimismo, en estudios realizados en jugos de frutas, se determinó que los tratamientos térmicos excesivos redujeron el contenido de compuestos funcionales, pero no afectaron su aceptación sensorial ¹⁶.

Evaluación sensorial

La tabla 2, muestra los resultados sensoriales de las formulaciones de prueba. Con relación a las variables apariencia y color, el tratamiento numero 2 (T2), es quien no difiere del control (T4), pero si lo hace del tratamiento 1 y 3 (Figura 2). Respecto al color, este es un atributo sensorial importante, que es determinante para la aceptación y preferencia del producto, asimismo, algunos investigadores manifiestan hace una década atrás, que los colores sintéticos eran mayormente preferidos por la industria de los alimentos debido a su estabilidad durante el procesamiento y almacenamiento, sin embargo, en la actualidad existen asociaciones

entre el consumo de estos colorantes y enfermedades como el cáncer y las alergias, por lo que la industria alimentaria moderna desarrolla investigaciones que impulsen el aprovechamiento de colorantes naturales obtenidos a partir de plantas endémicas ¹⁷.

Con relación al aroma, el tratamiento número dos (T2) es el que más acerca al control (T4) según sus medias, además, según las pruebas de Game-Howell no difieren estadísticamente entre sí. Asimismo, respecto al sabor y la aceptación general que son variables codependientes entre sí, el tratamiento que más se acerca al control es el número dos (T2). Estos resultados afirman lo que expresa Martínez y col., (2002) ¹⁸; quien concluyó que los fitoquímicos presentes en la pulpa de frutas son los responsables del sabor y aroma en bebidas.

Respecto a la aceptación general, el control presenta diferencias significativas con el resto de los tratamientos de prueba, siendo el tratamiento número 2 (T2), quien más se acerca basado en su media. Asimismo, con relación a los resultados de esta prueba sensorial, se logró evidenciar que la bebida isotónica más aceptada es la que contiene en su formulación hasta un 5% de Macha Macha. Estos resultados, validan el uso de colorantes naturales por sobre los sintéticos para la elaboración de alimentos ¹⁹.

Atributos	Tratamientos			
	T1 (5%)	T2 (10%)	T3 (15%)	T4 (Control)
Apariencia	5.200±1.614b	6.667±1.099a	4.667±1.643c	7.283±1.316a
Color	5.850±1.764b	7.133±1.096a	4.917±1.555c	7.350±1.205a
Aroma	5.033±1.495bc	6.400±1.012ab	4.633±1.804c	7.433±1.198a
Sabor	4.917±1.369b	6.550±1.016ab	4.117±1.708c	7.400±1.028a
Aceptación general	5.350±1.287c	6.383±1.180b	4.250±1.536d	7.633±1.119a

Nota: *Los resultados están expresados las medias ± desviación estándar. Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas ($p < 0.05$) según la prueba de comparaciones múltiples Games-Howell. **Los tratamientos I, II, III y IV corresponden a los porcentajes de pulpa de Macha Macha del 0%, 5%, 10% y 15%, respectivamente.

Tabla 2. Evaluación sensorial entre los tratamientos de prueba

La figura 2, muestra las diferentes formulaciones empleadas en esta investigación. Los resultados indicaron que los cuatro tratamientos representan una innovación en la elaboración de bebidas isotónicas, ya que no solo evitan el uso de colorantes artificiales en su diseño, sino que también aumentan su potencial funcional a partir del contenido antioxidantes que pueden mejorar el rendimiento de los atletas. Asimismo, pueden reducir los daños por estrés oxidativo que causa ejercitarse ²⁰.

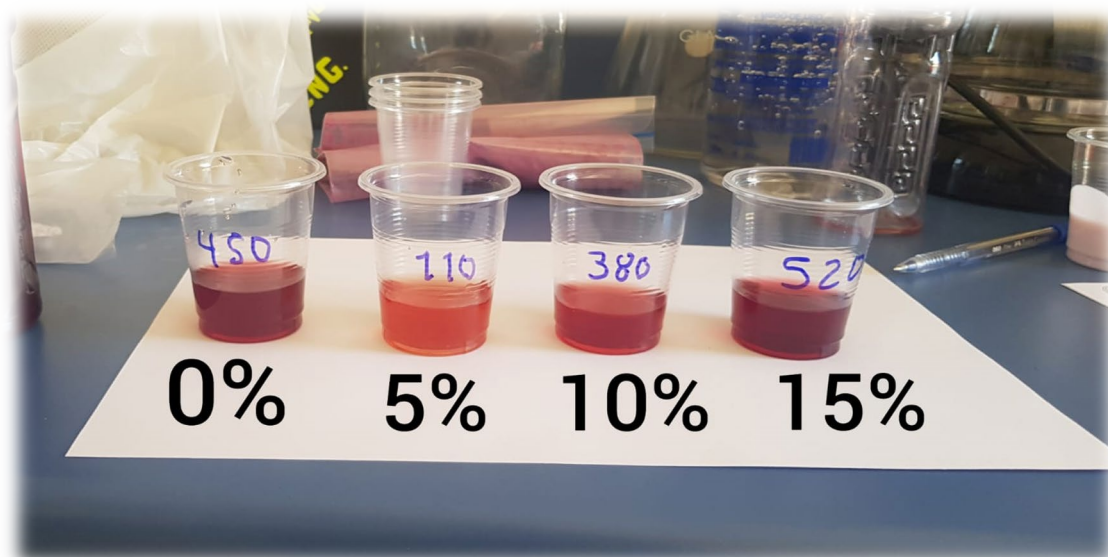


Figura 2. Formulaciones de bebida isotónica.

Análisis físico y químico

La tabla 3, resumen los resultados del análisis físico-químico de la formulación de bebida isotónica con mayor aceptación (T2). Entre sus componentes destacan el alto contenido de minerales como sodio, cloruro y potasio. Asimismo, los hallazgos de este estudio corroboran los de otros investigadores, quienes también encontraron niveles de uso de cloruro de potasio en bebidas para deportistas de hasta 700 mg ²¹.

Las bebidas isotónicas contienen potasio, lo que es esencial para la recuperación de los deportistas porque ayuda a reponer la pérdida de electrolitos. Además, la incorporación de frutas nativas del Perú como la Macha Macha, promueve un mayor potencial funcional para estas bebidas, confirmando lo realizado en otras investigaciones donde desarrollaron bebidas isotónicas con atributos funcionales a partir de *Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg ²². Otros estudios se centraron en producir bebidas isotónicas con compuestos bioactivos y actividad antioxidante, utilizando ingredientes orgánicos y sin sabores sintéticos ²³.

Análisis	Resultados
Humedad	92.69±0.08
Ceniza	0.11±0.02
Proteína	0.03±0.02
Carbohidratos	7.1±0.14
Grasa	0.0±0.0
Energía Total	28.55±0.35
Sodio	104.365±3.05
Cloruros	231.03±0.00
Potasio	187.32±0.16
pH	3.0 ±0.21
°Bx	9.0 ± 1.0

*Media ± Desviación.

Tabla 3. Análisis físico-químico de la bebida isotónica a base de Macha Macha.

Algunas investigaciones como las de Arrazola, y colaboradores, (2014)²⁴, demuestran que las antocianinas son biomoléculas estables para el desarrollo de bebidas isotónicas, favoreciendo sus propiedades sensoriales principalmente el color y el sabor. Asimismo, García y colaboradores, (2022)²⁵, evaluaron los costos de producción de bebidas isotónicas, incluyendo en ello los procesos de pasteurizado, formulación y el envasado, concluyendo que el aprovechamiento de pigmentos naturales para la elaboración de estas bebidas puede reducir hasta un 50% su costo de producción.

Las bebidas isotónicas ofrecen una combinación única de hidratación y beneficios nutricionales, convirtiéndose en auténticos alimentos funcionales y una forma más saludable de reponer energías por sus compuestos bioactivos²⁶. Estas bebidas no solo satisfacen las necesidades de rehidratación hacia a la población deportista, sino también como una alternativa natural para personas con edad avanzada con problemas nutricionales como ser la obesidad y diabetes²⁷.

El aprovechamiento funcional de estas bebidas isotónicas, radica en la capacidad para restaurar el equilibrio de electrolitos en el cuerpo, especialmente después de realizar actividades físicas intensas por su contenido de sodio y potasio, lo que ayuda a prevenir la deshidratación y mantener la función muscular y nerviosa²⁸. Igualmente, su contenido de carbohidratos proporciona energía de forma rápida, mientras que los antioxidantes presentes pueden ayudar a reducir el estrés oxidativo y la inflamación²⁹.

CONCLUSIÓN

Las bebidas isotónicas de origen natural elaboradas a partir de pulpa de Macha Macha, han demostrado ser una opción potencialmente prometedora para el desarrollo de bebidas funcionales. Esta innovación se basa en el aprovechamiento de las biomoléculas presentes en este fruto, facilitando su incorporación hasta en un 10%, para la obtención de una bebida con calidad química y aceptación sensorial. Además, esta investigación promueve explorar otras plantas nativas de América Latina con la intención de impulsar el desarrollo de nuevos productos con características funcionales y nutraceuticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Rosales, C., Arnáez-Serrano, E., Moreira-González, I., Garro-Monge, G., Agüero-Hernández, A. L., Jiménez-Quesada, K., & ... Calvo-Castro, L. (2019). Investigaciones en plantas con potencial bioactivo. . *Revista Tecnología En Marcha*, 32(9); 12–21.
2. Marcía-Fuentes, J., Santos-Aleman, R., Borrás-Linares, I., & Sánchez, J. L. (2021). The Carao (*Cassia grandis* L.): Its Potential Usage in Pharmacological, Nutritional, and Medicinal Applications. En *Innovations in Biotechnology for a Sustainable Future* (págs. 403-427.). Springer.
3. Contreras, S., Tamariz, F., Manzano, P., Ruales, J. N., Serrano, L., & Cevallos, J. (2022). Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth): una superplanta subutilizada de los Andes. *Horticulturae* , 8 (5),358.

4. Quinto, E. (2021). Formulación de una bebida funcional a base de Macha Macha (*Vaccinium floribundum* Kunth) y evaluación de la capacidad antioxidante. *Ingenierio Agroindustrial*. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.
5. Schreckinger, M., Lotton, J., Lila, M., & Mejía, E. (2010). Bayas de América del Sur: una revisión exhaustiva de la química, el potencial de salud y la comercialización. *Journal of Medicinal Food* , 13 (2), 233-246.
6. Waterhouse, A. L. (2001). Determination of Total Phenolics. En *Wrolstad, R.E., Ed., Current Protocols in Food Analytical Chemistry* (págs. 11.1.1-11.1.8.). Wiley, Hoboken.
7. Giusti, M., & Wrolstad, R. (2001). Caracterización y medición de antocianinas por espectroscopía UV-visible. *Current protocols*, (1), F1-2.
8. Gómez Giraldo, D. F. (2019). Desarrollo de una bebida isotónica a base de permeado de lactosuero obtenido por ultrafiltración adicionada con uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia*.
9. Mendoza, E., Marcía, J., Chuquilín-Goicochea, R., López, J., Areche, F., Ruíz, J., & Herrera, A. (2023). Obtención de un colorante natural a partir de *Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón para su aplicación en yogur. *Bionatura*, 8 (2): 38.
10. Leśniewicz, A., Grzesiak, M., Żyrmicki, W., & Borkowska-Burnecka, J. (2016). Composición mineral y valor nutritivo de bebidas isotónicas y energéticas. *Biological Trace Element Research*, 170 , 485-495.
11. Gironés-Vilaplana, A., Villano, D., Moreno, D., & García-Viguera, C. (2013). Nuevas bebidas isotónicas con capacidades antioxidantes y biológicas a partir de frutos del bosque (maqui, açai y endrino) y zumo de limón. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* , 64 (7), 897-906.
12. Bonilla, M. (2013). Determinación del tiempo óptimo de procesamiento térmico en una conserva de alimentos para lograr el efecto esterilizante usando sumas de Riemann. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 951-959.
13. Londoño, M., Sepúlveda, J., Hernández, A., & Parra Suescún, J. (2008). Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. . *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61(1), 4409-4421.
14. Lee, J., & Wrolstad, R. (2004). Extracción de antocianinas y polifenoles a partir de residuos de procesamiento de arándanos. *Journal of Food Science* , 69 (7), 564-573.
15. Silva, A., Wurlitzer, N., Dionísio, A., Lacerda, M., Rocha, M., Elesbão, R., & Montenegro, I. (2015). Efectos sinérgicos, aditivos y antagonísticos de las mezclas de frutas sobre las capacidades antioxidantes totales y los compuestos bioactivos en los jugos de frutas tropicales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* , 65 (2), 119-127.
16. Chamorro, M., Guzmán, P., & Rengifo, L. (2010). Determinación de la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos del Sancayo (*Corryocactus brevistylus*). . *Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos* , 1(1).
17. Gukowsky, J., Xie, T., Gao, S., Qu, Y., & He, L. (2018). Identificación rápida de colorantes alimentarios artificiales y naturales con espectroscopia Raman mejorada de superficie. *Food Control*, 92 , 267-275.
18. Martínez, S., González, J., Culebras, J., & Tuñón, M. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición hospitalaria*, 17(6), 271-278.
19. Cavagnari, B. (2019). Edulcorantes no calóricos: características específicas y evaluación de su seguridad. . *Archivos argentinos de pediatría*, 117(1), e1-e7.
20. Coronado, M., Vega y León, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 42(2), 206-212.

21. Marins, J. C., Dantas, E. H., García, J. A., & Navarro, S. Z. (2001). Bebidas para deportistas y electrolitos plasmáticos. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 18(86); 621-626.
22. Porfirio, M. C., Goncalves, M. S., Borges, M. V., Leite, C. X., Santos, M. R., Silva, A. G., & ... Silva, M. V. (2019). Development of isotonic beverage with functional attributes based on extract of *Myrciaria jabuticaba* (Vell) Berg. *Food Science and Technology*, 40, 614-620.
23. Bendaali, Y., Vaquero, C., Escott, C., González, C., & Morata, A. (2023). Isotonic Drinks Based on Organic Grape Juice and Naturally Flavored with Herb and Spice Extracts. *Beverages*, 9, 49.
24. Arrazola, G., Herazo, I., & Alvis, A. (2014). Obtención y Evaluación de la Estabilidad de Antocianinas de Berenjena (*Solanum melongena* L.) en Bebidas. *Información tecnológica*, 25(3), 43-52.
25. Garcia Saavedra, E., Leandro Laguna, C., Pari Quispe, D., Tavera arevalo, Y. del C., & Mamani Flores, M. (2022). Costo de producción de bebida isotónica elaborado del extracto del desecho agroindustrial (cáscara) del Camu camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh H.B.K.). *Investigación Universitaria UNU*, 12(1), 754–765. [↵](#)
26. Comesaña, M. R., Falcón, M. G., Reyes, M. L., & Gándara, J. S. (2001). Bebidas enriquecidas con vitaminas antioxidantes: aspectos legales y estudio de su etiquetado nutricional. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3(3), 173-179.
27. Aranceta-Bartrina, J., Aldrete-Velasco, J. A., Alexanderson-Rosas, E. G., Álvarez-Álvarez, R. J., Castro-Martínez, M. G., Ceja-Martínez, I. L., d'Hyver-Wiechers, C., Katz, M. T., Meneses-Sierra, E., Niño-Cruz, J. A., Pérez-Rodrigo, C., Pfeiffer-Burak, F., Portales-Castanedo, A. G., Rubio-Guerra, A. F., & Sánchez-Mijangos, J. H. (2018). Hidratación: importancia en algunas condiciones patológicas en adultos. *Medicina interna de México*, 34(2), 214-243. <https://doi.org/10.24245/mim.v34i2.1430>
28. Urdampilleta, A., & Gómez-Zorita, S. (2014). De la deshidratación a la hiperhidratación; bebidas isotónicas y diuréticas y ayudas hiperhidrantes en el deporte. *Nutrición Hospitalaria*, 29(1), 21-25. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.29.1.6775>
29. Redondo, R. B., Fernández, C. J. C., de Teresa Galván, C., del Valle Soto, M., Bonafonte, L. F., Gabarra, A. G., Gaztañaga, T., Manonelles, P., Manuz, Palacios Gil de Antuñano, N., & García, J. A. V. (2019). Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte-2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 36(1), 1-114.

Received: 26 September 2023 / Accepted: 15 April 2023 / Published: 15 December 2023

1.

Citation: Solorzano L, Marcia J, Chuquilín R, Areche F, Herrera A, Ruiz J. Evaluación de la Pulpa de Macha Macha (*Vaccinium floribundum* Kunth), en el Desarrollo de una Bebida Isotónica. *Revis Bionatura* 2023;8 (4) 38. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.04.38>

Publisher's Note: Bionatura stays neutral concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open-access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).