

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE MEDIANTE EL MÉTODO DPPH A UNA BEBIDA CON PEPINO DULCE (*SOLANUM MURICATUM* AITON) Y DURAZNO (*PRUNUS PERSICA* L. BATSCH)

ANALYSIS OF ANTIOXIDANT CAPACITY USING THE DPPH METHOD ON A BEVERAGE WITH SWEET CUCUMBER (*SOLANUM MURICATUM* AITON) AND PEACH (*PRUNUS PERSICA* L. BATSCH)

Luis Eduardo Zúñiga Moreno¹, Dayana Tairy Tapia Alvarado², Daniela Vanessa Chilán Carrasco³, Ana María Arellano Arcentales⁴, Fernando Enrique Decker Campuzano⁵, Evelyn Elizabeth Sánchez Castro⁶

{lezm.jjlp@gmail.com¹, tairytopia07@gmail.com², dchilan@uagraria.edu.ec³, aarellano@uagraria.edu.ec⁴, fernandodecker-82@hotmail.com⁵, elisantube@gmail.com⁶}

Fecha de recepción: 06/12/2024

/ Fecha de aceptación: 27/12/2024

/ Fecha de publicación: 06/12/2025

RESUMEN: Los radicales libres son moléculas inestables generadas por procesos oxidativos naturales, exposición a radiación ultravioleta y contaminantes atmosféricos. Estos compuestos inducen estrés oxidativo, deteriorando macromoléculas claves y afectando la funcionalidad celular. No obstante, los antioxidantes presentes en ciertos alimentos desempeñan un papel protector al neutralizar estos radicales y mitigar sus efectos adversos. La formulación de bebidas funcionales derivadas de frutas muestra una tendencia ascendente, impulsada por las tendencias hacia hábitos alimenticios saludables, ya que representan alternativas ricas en metabolitos. El objetivo de este estudio, de tipo experimental, es evaluar la capacidad antioxidante empleando el método DPPH a una bebida con pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton) y durazno (*Prunus persica* L. Batsch). Para ello, se desarrollaron tres formulaciones, cada una por triplicado con diferentes concentraciones de pepino dulce y durazno, las cuales se sometieron a pruebas microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales. El análisis fisicoquímico

¹Instituto de Investigación "Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.", Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-1143-9022>.

²Carrera Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias "Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.", Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0007-4928-0751>.

³Carrera Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias "Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.", Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-2000-5049>.

⁴Carrera Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias "Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.", Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0006-5606-411X>.

⁵Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza, Universidad Tecnológica Ecotec-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0002-4665-8222>.

⁶Carrera Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias "Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD.", Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0001-0502-3901>.

demonstró que los sólidos solubles totales (SST) alcanzaron un 10.8 % °Brix, mientras que el pH fue de 4.3, cumpliendo con la norma NTE INEN 2 337:2008. La evaluación de la capacidad antioxidante en las formulaciones mostró valores de inhibición del 63 % en F1, seguido por 62 % en F2 y 60 % en F3, destacándose F1 y F2 como las formulaciones con mayor capacidad inhibitoria. Por otra parte, las pruebas microbiológicas confirmaron la calidad sanitaria de la bebida, en congruencia a los parámetros estipulados por la norma NTE INEN 2 337:2008 para coliformes totales (<3 NMP/g), mohos y levaduras (<10 UFC/g). La evaluación sensorial mediante escala hedónica analizó atributos organolépticos, identificando a F2 como mejor aceptado, concluyendo que esta formulación con 20% de pepino dulce y 60% durazno contiene características sensoriales deseables y capacidad antioxidante significativa, representando una opción viable para el consumo humano.

Palabras clave: antioxidantes, DPPH, durazno, pepino dulce, aceptación sensorial

ABSTRACT: Free radicals are unstable molecules generated by natural oxidative processes, exposure to ultraviolet radiation, and atmospheric pollutants. These compounds induce oxidative stress, deteriorating key macromolecules and affecting cellular functionality. However, the antioxidants present in certain foods play a protective role by neutralizing these radicals and mitigating their adverse effects. The formulation of functional beverages derived from fruits shows an upward trend, driven by the shift towards healthy eating habits, as they represent rich alternatives in metabolites. The objective of this experimental study is to evaluate the antioxidant capacity using the DPPH method on a beverage with sweet cucumber (*Solanum muricatum* Aiton) and peach. (*Prunus persica* L. Batsch). For this purpose, three formulations were developed, each in triplicate with different concentrations of sweet cucumber and peach, which were subjected to microbiological, physicochemical, and sensory tests. The physicochemical analysis showed that the total soluble solids (TSS) reached 10.8% °Brix, while the pH was 4.3, complying with the NTE INEN 2 337:2008 standard. The evaluation of the antioxidant capacity in the formulations showed inhibition values of 63% in F1, followed by 62% in F2 and 60% in F3, with F1 and F2 standing out as the formulations with the highest inhibitory capacity. On the other hand, the microbiological tests confirmed the sanitary quality of the beverage, following the parameters stipulated by the NTE INEN 2 337:2008 standard for total coliforms (<3 MPN/g), molds, and yeasts (<10 CFU/g). The sensory evaluation using a hedonic scale analyzed organoleptic attributes, identifying F2 as the most accepted, concluding that this formulation with 20% sweet cucumber and 60% peach contains desirable sensory characteristics and significant antioxidant capacity, representing a viable option for human consumption.

Keywords: Antioxidants, DPPH, peach, sweet cucumber, sensory acceptance

INTRODUCCIÓN

En la escala alimenticia de consumo global dividida por géneros encontramos a las bebidas en segundo lugar de entre los alimentos con mayor acogida; sin embargo, gran parte de estas

bebidas poseen cantidades excesivas de azúcares, ocasionando problemas de salud a corto y mediano plazo; entre las patologías más comunes están las enfermedades óseas como gota y osteoporosis, obesidad, caries dentales, problemas hepáticos, afecciones cardiovasculares, entre otras, impactando de forma negativa a la población mundial (1) y (2).

Por otra parte, el estrés oxidativo inducido por el exceso de radicales libres acumulados a lo largo de los años en el cuerpo humano, es originado principalmente por contaminantes externos de origen atmosférico, que comprometen la salud de la población (3). En respuesta a esta problemática, la creación de bebidas funcionales a partir de frutas está experimentando un crecimiento constante, motivado por las tendencias saludables entre los consumidores con respecto a sus hábitos alimenticios y cómo estos productos afectan su salud y estilo de vida. Estas bebidas funcionales elaboradas a partir de ingredientes de vegetales representan alternativas ricas en metabolitos secundarios como polifenoles, flavonoides y carotenoides, que contribuyen en la mitigación del estrés oxidativo (4).

Los antioxidantes son compuestos que pueden contrarrestar la acción oxidativa de los radicales libres mediante la donación de electrones en el torrente sanguíneo. Se les atribuyen otras propiedades como conservantes de color, aroma y sabor de los alimentos; así mismo proporcionan estabilidad microbiana y previenen la oxidación de las grasas, convirtiéndose en metabolitos esenciales en la conservación de alimentos, así como de la salud (5). Una vez que el radical libre ha tomado el electrón necesario, la molécula estable que lo cedió se transforma en un radical libre al quedar con un electrón desapareado, iniciando así una reacción en cadena que daña células y tejidos.

El pepino dulce o pera melón (*Solanum muricatum* Aiton), es una especie que forma parte de la familia Solanáceas, originaria de la región andina de América, catalogado como un fruto exótico y, por su gran versatilidad, posee una creciente demanda global. Este fruto se caracteriza por su significativa concentración de agua en su composición, el cual representa un alto porcentaje de su peso fresco. Su sabor es dulce, lo que podría complementar y equilibrar otros sabores frutales. A nivel nutricional, se destaca como una fuente natural de antioxidantes como polifenoles, flavonoides, antocianinas, carotenoides, minerales esenciales, entre ellos fósforo, potasio, hierro, calcio, zinc y cobre, además de vitaminas A y C las cuales contribuyen al fortalecimiento del sistema inmunológico, brindando efecto antioxidante y antiinflamatorio. Las calorías aportadas a la ingesta diaria son relativamente bajas, convirtiéndolo en una opción viable en la formulación de bebidas hidratantes y funcionales (6) y (7).

Por su parte, el durazno (*Prunus persica* L. Batsch) ha sido ampliamente reconocido en América desde tiempos precolombinos, destacándose por sus características favorables y su notable adaptabilidad. Estas propiedades han facilitado su expansión en las regiones andinas, consolidándolo como la tercera fruta de mayor producción a nivel global. Por su versatilidad, se puede consumir fresca o procesada en néctares, conservas y pulpas. El perfil nutricional del durazno representa una fuente de compuestos bioactivos como polifenoles, carotenoides y vitamina C; dichos compuestos previenen el estrés oxidativo, enfermedades neurodegenerativas, oncológicas y refuerzan el sistema inmunológico (8).

El durazno es rico en fibra dietética, posee bajo contenido calórico, otro aspecto a resaltar es el perfil sensorial que posee puesto que su aroma, sabor dulce ligeramente ácido y aroma afrutado derivado de compuestos volátiles como lactonas y terpenoides permite que esta fruta sea propicia en la formulación de bebidas puesto que otorga características sensoriales idóneas mejorando la aceptabilidad de estos productos (9).

El radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) es un compuesto químico de naturaleza orgánica, formado por un electrón no apareado en su estructura molecular y por dos grupos fenilo unidos a un anillo central picrilhidrazilo, confiriéndole prominente capacidad de captación de átomos de hidrógeno, siendo un compuesto eficaz en la detección de capacidad antioxidante en muestras vegetales (10). El indicador característico de este compuesto es la coloración violeta. Se distingue por una banda de absorción espectral con un pico centrado aproximadamente en los 517 nm que se puede ver reducida a medida que el compuesto a analizar se reduce, generando una coloración amarilla pálida o incolora en la muestra. Permitiendo cuantificar la actividad antioxidante de distintos compuestos.

El radical DPPH se emplea de manera extensiva para evaluar la actividad antioxidante de diversos compuestos químicos a partir de extractos vegetales, alimentos y bebidas. Permitiendo medir la capacidad de un extracto en donar electrones al radical DPPH, reduciéndolo y provocando una reacción de color en la muestra, este análisis se presenta como una herramienta sencilla, eficaz y reproducible en la detección de actividad antioxidante en matrices alimentarias de interés (11).

En el contexto de la innovación en productos alimenticios funcionales, el objetivo principal es evaluar la capacidad antioxidante de una bebida desarrollada a partir de pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton) y durazno (*Prunus persica* L. Batsch). Este estudio tiene como propósito analizar el potencial antioxidante de estas frutas, así como su impacto en la aceptación sensorial de la bebida, mediante una prueba sensorial utilizando una escala hedónica de 9 puntos, en la que se evaluarán atributos como textura, color, aroma, sabor y aceptación global, con el fin de identificar la formulación con mayor aceptación. Adicionalmente, se realizarán análisis fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo con las normativas nacionales NTE INEN 389:1985 y NTE INEN 1529-10, garantizando así la calidad del producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Este estudio de tipo experimental empleó criterios de inclusión y exclusión para la recolección de los frutos tales como tamaño, forma, color, textura, peso, contenido de humedad, índice de madurez, ausencia o presencia de plagas y enfermedades, afectaciones físicas, peso insuficiente, permitiendo seleccionar y clasificar eficientemente cada fruta usada en la formulación de la bebida. Los frutos que cumplieron con los criterios antes mencionados y grado de madurez

“DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE UNA BEBIDA A BASE DE PEPINO DULCE (*SOLANUM MURICATUM* AITON) Y DURAZNO (*PRUNUS PERSICA* L. BATSCH)”

propicio fueron colocados en bolsas de polietileno para ser transportados en contenedores térmicos a 4°C, para evitar su deterioro.

Los frutos, al alcanzar su madurez fisiológica, fueron sometidos a un proceso de limpieza y desinfección con el fin de reducir la carga bacteriana. Para este procedimiento se utilizó una solución desinfectante de hipoclorito de sodio a 5000 ppm. Se enjuagaron y escurrieron por 3 minutos. Se separaron las cascara y semillas de cada fruta; se llevaron a escaldar por 3 minutos, luego se dejaron enfriar a temperatura ambiente 27 °C. Posterior a esto, los frutos se trituraron y despulparon por separado (robot coupe C200), el resultado de este proceso se filtró con un tamiz de 0.5 mm, para ser almacenados en botellas de vidrio previa esterilización y llevados a refrigeración a 4 °C.

Desarrollo de las formulaciones

Se diseñaron tres formulaciones con concentraciones ajustadas, como se detalla en la Tabla 1, con el propósito de analizar la capacidad antioxidante de cada una.

Tabla 1. Ingredientes empleados en la formulación.

Ingredientes	Formulación 1 (%)	Formulación 2 (%)	Formulación 3 (%)
Pepino dulce	50	20	10
Durazno	30	60	70
Stevia	1	1	1
Agua	10	10	10
Total	100	100	100

Nota: Relación de ingredientes empleados en cada formulación, expresados en unidades estándar.

Análisis del radical DPPH

La determinación del potencial antioxidante empleó el método del radical DPPH propuesto por Brand-Williams. Formado por nitrógeno orgánico, este radical posee un rango de absorción de 515-520 nm. El principio de esta metodología radica en la eliminación de especies reactivas de oxígeno, como los radicales libres. Se prepararon diluciones de cada formulación en metanol, ajustando las concentraciones a 200 µg/ml, 100 µg/ml, 50 µg/ml y 10 µg/ml. Para realizar las mediciones, se ajustó el espectrofotómetro a una longitud de onda de 517 nm. El valor de inhibición, conocido como IC⁵⁰, representa la concentración mínima de la muestra requerida para neutralizar los radicales libres, y se determina utilizando la ecuación 1:

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{\text{Abs. inicial} - \text{Abs. final}}{\text{Abs. inicial}} \times 100 \quad (1)$$

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó mediante una escala hedónica de 9 niveles. Esta escala asigna valores máximos de 9 (Me agrada mucho) y 1 (Me desagrada mucho). Se emplearon 100 evaluadores no entrenados, todos consumidores frecuentes de bebidas de frutas, ambos sexos y mayores de edad. Los parámetros sensoriales evaluados en las formulaciones experimentales fueron textura, color, aroma, sabor, olor y aceptación general; se dotó de una ficha de evaluación a cada individuo en donde puntuaría cada muestra según su preferencia.

Análisis estadístico

Las formulaciones fueron valoradas estadísticamente y por triplicado utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA) y test de Tukey, considerando un 5% de significancia en los tres tratamientos destinados a evaluar la capacidad antioxidante.

Análisis fisicoquímicos

Para la determinación de pH se siguieron los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 389.1985-12 para determinación de pH, a partir de disoluciones de la muestra usando un potenciómetro (12). La determinación de sólidos solubles (°Brix) se realizó de acuerdo con el procedimiento AOAC 932.12, empleando un refractómetro, previa disolución de la muestra en agua destilada (13).

Análisis microbiológicos

Los requisitos microbiológicos se realizaron por triplicado conforme a la norma NTE INEN 1529-10 donde se mencionan los parámetros viables para mohos y levaduras en alimentos. Se inocularon 1-2 g de muestras en un caldo extracto de malto (15 cm³), incubando las muestras a 30 ± 1 °C. Se identificó el crecimiento por turbidez o película y microscopía tras una preparación al fresco. Para la determinación de coliformes totales se tomó como referencia la norma NTE INEN 1529-6 para control microbiológico de los alimentos. Empleando un caldo bilis-lactosa para el ensayo presuntivo, se prepararon las diluciones, se transfirió 1 cm³ de la dilución 10⁻¹ a tres tubos con 10 cm³ de caldo BGBL, utilizando una pipeta estéril, se repitió el procedimiento para la dilución 10⁻² y las subsecuentes las temperaturas de incubación se establecen en 30 ± 1 °C para productos refrigerados (14).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividad antioxidante

La evaluación del potencial antioxidante se determinó mediante el método del radical DPPH (12); la curva patrón fue calibrada con ácido ascórbico empleando concentraciones de (0,10,50,100 y

“DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE UNA BEBIDA A BASE DE PEPINO DULCE (*SOLANUM MURICATUM* AITON) Y DURAZNO (*PRUNUS PERSICA* L. BATSCH)”

200 µg/ml), las cuales se utilizaron como referencia, las muestras estándar para la comparación de las concentraciones de cada tratamiento. La preparación de las muestras consistió en tomar 15 g de muestra, que se diluyó en 50 ml de metanol. En la Tabla 2 se muestran las absorbancias obtenidas junto con el porcentaje de inhibición de cada formulación, donde F1 mostró un 63.78 % de inhibición, F2 un 62.94 % y F3 un 60.76 % en la neutralización del radical DPPH, indicando que F1 exhibe la mayor eficiencia en la inhibición de este radical.

Tabla 1. Comparativa de absorbancias e índice de inhibición del radical DPPH.

Tratamiento	Abs. final	Abs. inicial	% inhibición
F1	0.205	0.566	63.78
F2	0.212	0.572	62.94
F3	0.226	0.576	60.76

Nota: Indicadores de actividad antioxidante medidos a través de absorbancias y porcentajes de inhibición.

Coefficiente de Inhibición (IC⁵⁰)

En la Figura 1 se presenta una comparación del ácido ascórbico y las tres formulaciones, destacando que el ácido ascórbico necesita menor cantidad de concentración (µg/ml) para inhibir el 50 % del (DPPH) con una cantidad alrededor de 80 µg/ml (16). Mientras que F1 requirió de una concentración de 180 µg/ml para inhibir el IC⁵⁰, asimismo, F2 necesitó una cantidad de 280 µg/ml para inhibir el 50% del radical DPPH y F3 una concentración de 440 µg/ml.

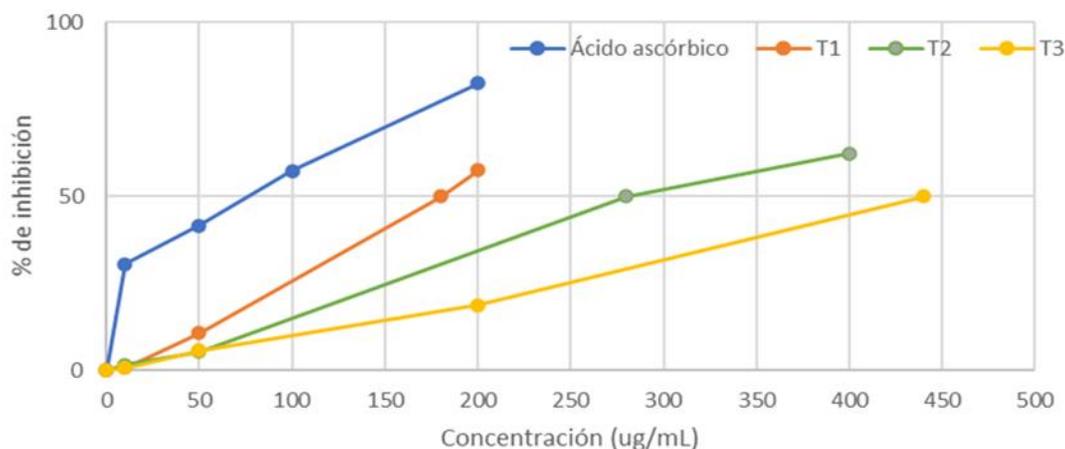


Figura 1. Porcentaje de inhibición de la capacidad antioxidante en relación con el coeficiente (IC⁵⁰).

Evaluación sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial se visualizan en la Tabla 3 y Figura 2, donde el panel sensorial constituido por 100 jueces no entrenados, mediante dictamen hedónico, valoraron características sensoriales como textura, color, aroma, sabor, olor y aceptación general (17).

El análisis de textura destacó a F2 como la formulación con mayor aceptación sensorial, clasificada como "Muy Bueno" en la escala hedónica, superando a F1 y F3, que mostraron una menor preferencia por parte de los jueces. En términos de color, F2 nuevamente se posicionó como el tratamiento más apreciado, mientras que F3 presentó un menor nivel de aceptabilidad. De manera similar, el aroma de F2 fue percibido como más agradable en comparación con F1 y F3, que obtuvieron valoraciones menos favorables. En cuanto al sabor, F2 sobresalió por su equilibrio, alcanzando una calificación destacada en contraste con los otros tratamientos. Finalmente, en la evaluación de aceptación general, F2 mantuvo su posición como la opción más valorada por los panelistas, confirmando su superioridad frente a F1 y F3 en la percepción global del producto.

Tabla 2. Análisis sensorial de la bebida de Pepino dulce y durazno.

Parámetro	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Textura	8.07 ^A	8.73 ^A	7.41 ^B
Color	8.27 ^B	8.77 ^A	7.12 ^C
Aroma	8.23 ^B	8.57 ^A	7 ^C
Sabor	7.63 ^B	8.63 ^A	6.52 ^C
Aceptación general	8.07 ^B	8.55 ^A	7.03 ^C

Nota: Comparación de las características sensoriales de la bebida, según la puntuación asignada por los panelistas. Medias con una letra común indican diferencia significativa ($p > 0,05$).



Figura 2. Comparación de atributos sensoriales.

Análisis fisicoquímicos

En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos de las pruebas fisicoquímicas, correspondientes a los sólidos solubles y el pH, para las formulaciones experimentales. Los datos obtenidos confirman que las bebidas cumplen con los requisitos establecidos en la normativa nacional NTE INEN, lo que respalda su conformidad con los estándares de calidad.

Tabla 3. Evaluación fisicoquímica de las formulaciones.

Parámetro	Unidad	F1	F2	F3	Requisito*
Sólidos solubles	°Brix	9	10.8	9.4
pH	UFC/g	4	4.3	4.1	4.5 máx

Nota: Principales parámetros fisicoquímicos medidos en las diferentes formulaciones.

Análisis microbiológicos

La Tabla 5 muestra los resultados de los análisis microbiológicos, evidenciando que las formulaciones desarrolladas cumplen con los estándares establecidos por la normativa nacional NTE INEN. Aseverando que el proceso de elaboración garantiza la inocuidad del producto y refleja un adecuado manejo de las materias primas. Los datos obtenidos destacan la ausencia de contaminantes significativos y la conformidad con los límites microbiológicos permitidos, confirmando que la bebida formulada es apta para el consumo.

Tabla 4. Parámetros microbiológicos de los tratamientos.

Parámetro	Unidad	F1	F2	F3	Requisito*
Coliformes fecales	NMP/cm ³	< 3,0x10 ¹	< 3,0x10 ¹	< 3,0x10 ¹	1,0x10 ³
Mohos y levaduras	UFC/cm ³	< 10	< 10	<10	< 100 ^{&}

Nota: Indicadores microbiológicos de los tratamientos formulados.

DISCUSIÓN

La valoración de la actividad antioxidante utilizando el método del radical DPPH mostró que F1 presentó mayor capacidad de inhibición con un 63.78 %, seguido por F2 con 62.94% y F3 con 60.76%. Estos resultados demuestran que F1 fue ligeramente superior a los demás tratamientos experimentales; aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ellos, se deben resaltar las concentraciones de cada tratamiento y los porcentajes de inhibición alcanzados. Concordando con lo reportado por (18), quienes estudiaron la capacidad antioxidante de *Carissa spinarum* (Cs) combinado con jugo de frutas y concluyeron que la concentración de los tratamientos influye significativamente en la actividad antioxidante y la aceptabilidad de las

bebidas. Estos hallazgos resaltan el potencial que poseen los frutos usados en la elaboración de esta bebida como fuente de antioxidantes naturales.

De acuerdo con el estudio realizado por (19) donde se evaluó la influencia de tratamientos térmicos y la zonificación de compuestos bioactivos, capacidad antioxidante y propiedades fisicoquímicas en una bebida de durazno, se demostró que el potencial de inhibición del durazno es del 51,87%, siendo relativamente cercano con los valores obtenidos en este estudio, reforzando la hipótesis establecida acerca del potencial del durazno y su aporte antioxidante.

(20) empleó el método del radical DPPH para determinar la actividad antioxidante a partir de extractos de tallos, hojas y frutos de pepino dulce, evidenciando que el fruto posee una capacidad de inhibición del 39.26% frente al estándar de ácido ascórbico. Por su parte, (21) evaluó los efectos sobre la salud de las bebidas fermentadas a base de fresa, confirmando que emplear frutas como fuente natural de antioxidantes es viable puesto que, contienen compuestos como fenoles, flavonoides, amplia capacidad de inhibición de radicales libres y potencial antibacteriano.

El coeficiente de inhibición (IC50) utilizó ácido ascórbico como estándar para el estudio de la capacidad antioxidante, alcanzando un coeficiente de inhibición del 50% con una concentración proximal de 80 µg/ml, resaltando su prominente actividad antioxidante. De manera similar, la formulación 1 necesitó una concentración de 180 µg/ml para obtener un IC50 comparable al del patrón, mientras que F2 requirió 280 µg/ml y F3 alcanzó el IC50 con 440 µg/ml. Cabe destacar que las formulaciones presentan actividad antioxidante; sin embargo, su potencia es inferior al estándar, lo que podría deberse a la concentración y naturaleza de los compuestos presentes en cada tratamiento. A pesar de ello, las formulaciones evaluadas muestran una capacidad antioxidante significativa, destacando a F1 por su efectividad en la inhibición del radical DPPH. No obstante, todas las formulaciones requieren altas concentraciones para lograr un coeficiente de inhibición similar al estándar. Esto podría indicar que los compuestos antioxidantes presentes en las formulaciones son limitados, revelando la necesidad de optimizar las fórmulas de estas bebidas y potencializar la capacidad antioxidante de estos productos.

El análisis sensorial identificó a F2 como la formulación con mayor aceptación, siendo clasificada como "Muy bueno" en la escala hedónica, lo que evidencia sus características sensoriales deseables, especialmente en textura y aroma. Aunque F1 obtuvo una aceptación moderada en comparación con F2, se destacó por su color y textura, atributos que contribuyeron a una percepción positiva general. En contraste, F3 fue la menos valorada, principalmente debido a su sabor y textura, lo que refleja un menor grado de preferencia entre los panelistas.

Los autores concluyeron que la aceptación general de estas bebidas se ve influenciada por tres parámetros en específico: color, sabor y aroma. Estos resultados destacan la importancia de preservar las características organolépticas deseables en estos productos, en línea con los hallazgos de (22), quienes analizaron la aceptación sensorial de bebidas funcionales elaboradas a partir de frutas y hierbas. (23) destaca la creciente demanda de bebidas funcionales y fermentadas que incorporan zumos de frutas. No obstante, el principal reto que enfrentan estos productos está relacionado con la aceptación sensorial de los consumidores. Por tanto, es

imperativo mejorar las tecnologías implicadas en la producción y a su vez optimizar las proporciones de los ingredientes empleados, ya que son factores determinantes que confieren propiedades organolépticas deseables y de esa manera satisfacer las expectativas de mercado.

Los sólidos solubles y el pH, son parámetros determinantes para la seguridad microbiológica y la estabilidad de los azúcares en las formulaciones analizadas. En este estudio, ambos se mantuvieron dentro de los rangos establecidos por la normativa, lo que sugiere que las fórmulas utilizadas presentan un equilibrio adecuado de dulzor, acidez y consistencia, favoreciendo tanto la calidad sensorial como la aceptabilidad del producto (24). Por otro lado, la ausencia de coliformes fecales y el control de mohos y levaduras evidencian la eficacia de los protocolos empleados en el desarrollo de la bebida. Según Lee et al. (25), estos indicadores son fundamentales para garantizar la estabilidad microbiológica y reducir el riesgo de contaminación, minimizando así las probabilidades de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos.

CONCLUSIONES

La elaboración de una bebida que combina diversas concentraciones de pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton) y durazno (*Prunus persica* L. Batsch) como alternativa nutricional resalta la relevancia de agregar alimentos ricos en antioxidantes a nuestra alimentación, reduciendo la formación de radicales libres, que son los principales responsables de la degradación celular. Desencadenando enfermedades cardiovasculares, cáncer, entre otras. La evaluación de la capacidad antioxidante de las formulaciones experimentales mediante el método del radical DPPH y el cálculo del IC50 indicaron que el tratamiento T1 alcanzó un 63 % de inhibición, en comparación con la curva patrón, mientras que T2 mostró un 62 % de inhibición y T3 con 60 %. Sugiriendo que, aunque todos los tratamientos poseen actividad antioxidante notable, T1 destacó en la inhibición frente al radical DPPH.

La evaluación sensorial determinó que el tratamiento T2, compuesto por 20 g de pepino dulce y 60 g de durazno, fue el más preferido por el panel sensorial. Esta preferencia se debe principalmente al uso del durazno, una fruta ampliamente conocida y aceptada sensorialmente, lo que lo convierte en una opción viable para la reformulación de bebidas con potencial antioxidante. Además, esta formulación destaca por incorporar pepino dulce, una fruta menos común, lo que no solo contribuye a la diversificación de la oferta de productos, sino que también podría ofrecer beneficios para la salud al prevenir la oxidación celular. Este hallazgo subraya la importancia de desarrollar bebidas antioxidantes que utilicen frutas poco aprovechadas en la industria alimentaria, sugiriendo que futuras investigaciones podrían centrarse en optimizar la formulación, almacenamiento y vida útil de estas bebidas, así como evaluar el impacto de estos factores en su actividad antioxidante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Haque M, McKimm J, Sartelli M, Samad N, Haque S, Bakar M. A narrative review of the effects of sugar-sweetened beverages on human health: a key global health issue. *Journal Popul Ther Clin Pharmacol.* 2020; 27(1): e76-e103. <https://doi.org/10.15586/jptcp.v27i1.666>
2. Ahn H, Park Y. Sugar-sweetened beverage consumption and bone health: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition Journal.* 2021; 20(41). <https://doi.org/10.1186/s12937-021-00698-1>
3. García P, De Filippis L, Gul, A, Hasanuzzaman M, Ozturk M, Altay V, et al Oxidative stress and antioxidant metabolism under adverse environmental conditions: a review. *The Botanical Review.* 2021; 87: 421-466. <https://doi.org/10.1007/s12229-020-09231-1>
4. Gupta A, Sanwal N, Bareen M, Barua S, Sharma N. Trends in functional beverages: Functional ingredients, processing technologies, stability, health benefits, and consumer perspective. *Food Research International.* 2023; 170: 113046. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113046>
5. Gulcin I. Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview. *Archives of Toxicology.* 2020; 94: 651-715. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02689-3>
6. Güler H, Sözen A, Tuncer A, Afshari F, Khanlari A, Sirin C, et al. Experimental and CFD survey of indirect solar dryer modified with low-cost iron mesh. *Solar Energy.* 2020; 197: 371-384. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.01.021>
7. Herraiz F, Villaño D, Plazas M, Vilanova S, Ferreres F, Prohens J, et al. Phenolic profile and biological activities of the pepino (*Solanum muricatum*) fruit and its wild relative *S. caripense*. *International Journal of Molecular Sciences.* 2016; 17(3): 394. <https://doi.org/10.3390/ijms17030394>
8. Bento C, Goncalves A, Silva B, Silva L. Peach (*Prunus Persica*): Phytochemicals and Health Benefits. *Food Reviews International.* 2020; 38(8): 1703-1734. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1837861>
9. Mihaylova D, Popova A, Desseva I, Petkova N, Stoyanova M, Vrancheva R, et al. Comparative study of early-and mid-ripening peach (*Prunus persica* L.) varieties: Biological activity, macro-, and micro-nutrient profile. *Foods.* 2021; 10(1): 164. <https://doi.org/10.3390/foods10010164>
10. Gülçin I, Mshvildadze V, Geodiremen A, Elias R. Screening of antiradical and antioxidant activity of monodesmosides and crude extract from *Leontice smirnowii* tuber. *Phytomedicine.* 2006; 13(5): 343-351. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2005.03.009>
11. Bandoniene D, Murkovic M, Pfannhauser W, Venskutonis P, Gruzdienė D. Detection and activity evaluation of radical scavenging compounds by using DPPH free radical and on-line HPLC-DPPH methods. *European Food Research and Technology.* 2020; 214: 143-147. <https://doi.org/10.1007/s00217-001-0430-9>
12. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2008). Norma técnica ecuatoriana/Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos. Obtenido de Instituto ecuatoriano de normalización. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2337>

13. Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). Official Methods of Analysis. 18th Ed. Gaithersburg, MD, USA.;2005.
14. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). Control microbiológico de alimentos, mohos y levaduras viables. Obtenido de Norma técnica ecuatoriana. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-11-1R.pdf>
15. Brand-Williams W, Bondet V, Berset C. Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH. free radical method. LWT-Food Science and Technology. 1997; 30(6): 609-615. <https://doi.org/10.1006/fstl.1997.024>
16. Sahraee S, Ghanbarzageh B, Falcone P. Application of mixture design methodology for developing high antioxidant fruity functional beverage. Food Science & Nutrition. 2022; 10(7): 2245-2254. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2834>
17. Mihafu FD, Issa JY, Kamiyango MW. Implication of sensory evaluation and quality assessment in food product development: A review. Current Research in Nutrition and Food Science Journal. 2020; 8(3): 690-702. <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.8.3.03>
18. Prabhakaran M, Chauhan A, Shetty N. Exploring the potential of Carissa spinarum fruit in RTS beverage: a comprehensive study on preparation and stability. Journal Food Sci Technol. 2024. <https://doi.org/10.1007/s13197-024-06017-w>
19. Sattar S, Imran M, Mushtaq Z, Ahmad M, Arshad M, Holmes M, et al. The functional quality of optimized peach-based beverage developed by application of ultrasonic processing. Food Science & Nutrition. 2019; 7(11): 392-3699. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1227>
20. Hartati R, Febiana N, Pramastya H, Fidrianny I. Antioxidant Activities of Stem, Leaves and Fruits Extracts of Pepino (*Solanum muricatum* Aiton). Pakistan Journal of Biological Sciences. 2024; 27: 69-79. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2024.69.79>
21. Zhao Z, Wu X, Chen H, Liu Y, Chen H, Yao H. Evaluation of a strawberry fermented beverage with potential health benefits. PeerJ Chemistry. 2021; 9: e11974. <https://doi.org/10.7717/peerj.11974>
22. Skapska S, Marszalek K, Wozniak L, Szczepanska J, Danielczuk J, Zawada K. The Development and Consumer Acceptance of Functional Fruit-Herbal Beverages. Foods. 2020; 9(12): 1819. <https://doi.org/10.3390/foods9121819>
23. Pinto T, Vilela A, Cosme F. Chemical and Sensory Characteristics of Fruit Juice and Fruit Fermented Beverages and Their Consumer Acceptance. Beverages. 2022; 8(2): 33. <https://doi.org/10.3390/beverages8020033>
24. Dżugan M, Wesolowka M, Zagula G, Puchalski C. The comparison of the physicochemical parameters and antioxidant activity of homemade and commercial pomegranate juices. Acta Sci.Pol. Technol. Aliment. 2018; 17(1): 59-68. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2018.0529>
25. Lee S, Han A, Jo S, Cheon H, Song H, Jang A, et al. Microbiological quality and safety of commercial fresh fruit and vegetable juices in Korea. LWT. 2021; 152: 112432. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112432>