



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGROINDUSTRIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**EFFECTO DE LA LIOFILIZACIÓN EN LA CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE DE UN MIX DE FRUTAS DEL ORIENTE
ECUATORIANO.**

AUTORA

CANTOS PORRO CELINA CECIBEL

TUTORA

LCDA. PAZ YÉPEZ CAROLINA, PH.D.

GUAYAQUIL, ECUADOR

2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EFECTO DE LA LIOFILIZACIÓN EN LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE UN MIX DE FRUTAS DEL ORIENTE ECUATORIANO, realizado por la estudiante CANTOS PORRO CELINA CECIBEL; con cédula de identidad N° 0952315166 de la carrera AGROINDUSTRIA, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Lcda. Carolina Paz Yépez, Ph. D.

Guayaquil, 8 de noviembre del 2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EFECTO DE LA LIOFILIZACIÓN EN LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE UN MIX DE FRUTAS DEL ORIENTE ECUATORIANO”, realizado por la estudiante CANTOS PORRO CELINA CECIBEL, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Zúñiga Moreno Luis, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Palmay Paredes Julio, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. García Ortega Yoansy, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Lcda. Paz Yépez Carolina, Ph. D.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 8 de noviembre del 2024

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi esposo, Joel Vera Jivaja, por su constante confianza en mí, instándome cada día a no rendirme a pesar de las adversidades. A mis padres, José Cantos y Silvia Porro, así como a mis hermanos y sobrinos, por ser mi fuente de motivación y apoyo incondicional. También quiero dedicar este logro a mis queridos pastores, Héctor y Karina, quienes me han cubierto con sus oraciones y me han brindado su guía espiritual. Este proyecto es un reflejo del amor y el aliento que me han proporcionado, y de los valores que me han inculcado a lo largo del camino.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios todopoderoso por ser mi paz y por colocar en mi camino a las personas adecuadas para la realización de este proyecto. Mi más profundo agradecimiento va para mi querido esposo Joel, mi padre José Cantos y hermana Cassandra Cantos, les expreso mi gratitud por su respaldo incondicional a lo largo de la carrera universitaria.

A mis estimados docentes universitarios, les agradezco por compartir sus valiosos conocimientos y consejos que en algún momento necesité. Quiero destacar especialmente a la Dra. Carolina Paz Yépez y al Ing. Julio Palmay por su invaluable orientación, motivación y apoyo durante todo el proceso de investigación. Sin el esfuerzo y el compromiso de cada uno, esta tesis no habría sido posible.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo CANTOS PORRO CELINA CECIBEL, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “EFECTO DE LA LIOFILIZACIÓN EN LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE UN MIX DE FRUTAS DEL ORIENTE ECUATORIANO” para optar el título de INGENIERA AGROINDUSTRIAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autora me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 08 de noviembre del 2024

CANTOS PORRO CELINA CECIBEL

C.I. 0952315166

RESUMEN

El presente trabajo investigativo consistió en analizar el efecto de la liofilización en la capacidad antioxidante de un mix de frutas del oriente ecuatoriano arazá, borojó, guayaba, pitahaya empleando un enfoque experimental, combinando metodología documental, experimental, de campo y exploratoria para analizar la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos en frutas liofilizadas. Se caracterizaron las frutas frescas y liofilizadas realizando infusiones para evaluar sus propiedades sensoriales y se cuantificó su capacidad antioxidante y fenoles totales. Los resultados de los análisis fisicoquímicos y la capacidad antioxidante señalaron que el arazá mostró el mayor contenido de fenoles totales (5.53 mg FT/g), mientras que la guayaba presentó la mejor capacidad antioxidante (2.85 mg ácido ascórbico/g). Entre las frutas liofilizadas, el arazá destacó con 24,67 mg ácido ascórbico/g y 172,84 mg FT/g, seguido por la guayaba con 21,45 mg ácido ascórbico/g y 71,25 mg FT/g. En la prueba sensorial, la guayaba fue la preferida, seguida por la pitahaya, el arazá y el borojó. El Tratamiento 1, con 50 % guayaba y 25 % pitahaya, demostró la mayor capacidad antioxidante en extracto seco (23,91 mg ácido ascórbico/g) y contenido de fenoles totales (322,58 mg FT/g), mientras que el Tratamiento 3, con 40 % guayaba y 40 % pitahaya, tuvo la mayor capacidad antioxidante en infusión (5,91 mg ácido ascórbico/g) pero menor contenido de fenoles totales (248,08 mg FT/g). En conclusión, la liofilización mejora la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales, destacando el arazá y la guayaba como las frutas con mayor potencial bioactivos.

Palabras clave: *antioxidantes, infusión, fenoles, liofilización, panel sensorial*

ABSTRACT

The present research work consisted in analyzing the effect of freeze-drying on the antioxidant capacity of a mix of fruits from the eastern Ecuadorian region: arazá, borojó, guava, and pitahaya, using an experimental approach, combining documentary, experimental, field, and exploratory methodologies to analyze the antioxidant capacity and bioactive compounds in freeze-dried fruits. Fresh and freeze-dried fruits were characterized by making infusions to evaluate their sensory properties, and their antioxidant capacity and total phenols were quantified. The results of the physicochemical analyses and the antioxidant capacity indicated that arazá showed the highest content of total phenols (5,53 mg TF/g), while guava had the best antioxidant capacity (2,85 mg ascorbic acid/g). Among the freeze-dried fruits, arazá stood out with 24.67 mg ascorbic acid/g and 172.84 mg TF/g, followed by guava with 21.45 mg ascorbic acid/g and 71.25 mg TF/g. In the sensory test, guava was the preferred fruit, followed by pitahaya, arazá, and borojo. Treatment 1, with 50% guava and 25% pitahaya, showed the highest antioxidant capacity in dry extract (23.91 mg ascorbic acid/g) and total phenol content (322.58 mg TF/g), while Treatment 3, with 40% guava and 40% pitahaya, had the highest antioxidant capacity in infusion (5.91 mg ascorbic acid/g) but lower total phenol content (248.08 mg TF/g). In conclusion, freeze-drying improves the antioxidant capacity and total phenol content, with arazá and guava standing out as the fruits with the greatest bioactive potential.

Keywords: *antioxidants, infusion, phenols, freeze-drying, sensory panel*

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes del problema.....	1
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	3
1.3 Justificación de la investigación	4
1.4 Delimitación de la investigación	5
1.5 Objetivo general	5
1.6 Objetivos específicos	5
1.7 Hipótesis.....	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Estado del arte	6
2.2 Bases teóricas.....	9
2.3 Marco legal.....	26
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1 Enfoque de la investigación.....	28
3.2 Metodología.....	29
Color (Cielab).....	29
pH Iones de Hidrógeno (INEN 184).....	29
Acidez (INEN 540 UDCNT)	29
Firmeza Kg F.....	29
Humedad (INEN 540 UDCNT).....	29
4. RESULTADOS.....	40
4.1 Determinación de los parámetros fisicoquímicos (pH, color, humedad, acidez y firmeza) y capacidad antioxidante por método DPPH y fenoles totales por método Folin-Ciocalteu, de las frutas frescas del oriente: arazá (<i>Eugenia stipitata</i>), borojó (<i>Alibertia patinoi</i>), guayaba (<i>Psidium guajava</i>), pitahaya (<i>Selenicereus undatus</i>).40	40
4.2 Detalle de la capacidad antioxidante y fenoles totales de las frutas liofilizadas arazá (<i>Eugenia stipitata</i>), borojó (<i>Alibertia patinoi</i>), guayaba (<i>Psidium guajava</i>), pitahaya (<i>Selenicereus undatus</i>).	42
4.3 Establecimiento de una infusión con distintas proporciones de las frutas liofilizadas según el nivel de agrado de cada infusión obtenido en una prueba sensorial hedónica realizado por un grupo de 75 personas.	43

4.4 Capacidad antioxidante, fenoles totales y aceptabilidad sensorial en la infusión de mix de frutas liofilizadas de arazá (<i>Eugenia stipitata</i>), borojó (<i>Alibertia patinoi</i>), guayaba (<i>Psidium guajava</i>), pitahaya (<i>Selenicereus undatus</i>).....	46
5. DISCUSIÓN	49
6. CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Análisis de acidez.....	65
Anexo N° 2: Análisis de pH	65
Anexo N° 3: Análisis de cenizas.....	66
Anexo N° 4: Resultados de los parámetros fisicoquímicos	66
Anexo N° 5: Liofilización de frutas.....	67
Anexo N° 6: Liofilización de frutas.....	67
Anexo N° 7: Muestras de frutas liofilizadas para análisis de capacidad antioxidante	67
Anexo N° 8: Análisis de DPPH en frutas frescas.....	68
Anexo N° 9: Lectura en el equipo Elisa del Análisis de DPPH en frutas liofilizadas	68
Anexo N° 10: Preparación de muestras para evaluación sensorial.....	68
Anexo N° 11: Panel sensorial realizado en el laboratorio de análisis sensorial ..	69
Anexo N° 12: Panel sensorial realizado en el laboratorio de análisis sensorial ..	69
Anexo N° 13: Descripción del análisis estadístico para frutas frescas	69
Anexo N° 14: Análisis de acidez en programa estadístico JASP*	70
Anexo N° 15: Análisis de pH en programa estadístico JASP*	70
Anexo N° 16: Análisis de humedad en programa estadístico JASP*	70
Anexo N° 17: Análisis de firmeza en programa estadístico JASP*	71
Anexo N° 18: Análisis de color I* en programa estadístico JASP*	71
Anexo N° 19: Análisis de color a* en programa estadístico JASP*	71
Anexo N° 20: Análisis de color b* en programa estadístico JASP*	72
Anexo N° 21: Análisis de DPPH en frutas frescas en programa estadístico JASP*	72
Anexo N° 22: Análisis de Folin frutas frescas en programa estadístico JASP* ...	72
Anexo N° 23: Descripción del análisis estadístico para frutas liofilizadas método DPPH y Folin.....	73
Anexo N° 24 Prueba de Kruskal-Wallis análisis de DPPH en frutas liofilizadas..	73
Anexo N° 25: Prueba de Kruskal-Wallis análisis de Folin en frutas liofilizadas ...	73
Anexo N° 26: Prueba de Kruskal- Walis en análisis sensorial en infusión de frutas individuales.....	74
Anexo N° 27: Descripción de análisis estadístico para tratamientos.....	74

Anexo N° 28: Análisis de DPPH mix de frutas.....	74
Anexo N° 29: Análisis de DPPH mix de frutas en infusión	75
Anexo N° 30: Análisis de Folin en mix de frutas.....	75
Anexo N° 31: Análisis de Folin en mix de frutas en infusión	75
Anexo N° 32: Hoja de panel sensorial.....	76
Anexo N° 33: Escala de madurez de las frutas del oriente	77
Anexo N° 34: Datos de la prueba estadística	78

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

En la actualidad, existen diversas frutas en las diferentes regiones del país y se consumen en su forma natural sin someterse a un extenso procesamiento. Estas frutas poseen una serie de beneficios para la salud humana debido a su alto valor nutricional y sus propiedades medicinales. Además, son ricas en compuestos bioactivos que se consideran valiosas fuentes de antioxidantes. Los antioxidantes desempeñan un papel importante al controlar y reducir el daño oxidativo en los alimentos, al retrasar o inhibir el proceso de oxidación causado por las especies reactivas del oxígeno.

Por ello Sánchez y Tomalá (2019), mencionan que varias frutas de la Amazonía Ecuatoriana, como el arazá, el borojó, la guayaba y la pitahaya, son tesoros nutricionales. El arazá es rico en vitamina C y antioxidantes. También Cruz et al (2021), señala que el borojó se destaca por su contenido proteico y su capacidad para ayudar en la cicatrización. Además, Zapata (2021), acota que la guayaba aporta vitamina C, fibra dietética y antioxidantes. Por último, la pitahaya, conocida por su dulzura, es rica en vitamina C y contiene compuestos fenólicos y grasa natural (Ayala et al., 2018).

Estas frutas no solo son deliciosas, sino que también ofrecen una amplia gama de nutrientes esenciales y antioxidantes, promoviendo la salud y protegiendo contra el daño oxidativo (Cebrián, 2019). Sin embargo, después de la cosecha de las frutas inicia un proceso de deterioro debido a la alta actividad de agua, lo que provoca cambios en las propiedades fisicoquímicas, como la humedad, el pH, la acidez y los sólidos solubles (Zapata, 2021).

Además, se produce la degradación de compuestos bioactivos como el ácido ascórbico, el β -caroteno y los compuestos fenólicos, así como la reducción de la capacidad antioxidante de los alimentos. A lo largo de la historia, el secado ha sido un método fundamental para conservar los alimentos, principalmente con el propósito de preservarlos (Lahuerta, 2021).

En este caso Martínez (2020), indica que existen diversas técnicas de secado utilizadas para conservar los alimentos, y una de las más destacadas es la liofilización. Este enfoque de deshidratación se aplica a una amplia gama de productos, incluyendo productos químicos, farmacéuticos, médicos, biológicos y

alimentos. A menudo se le conoce como criodesecación debido a su proceso, que implica la congelación inicial del producto húmedo y luego la sublimación directa del hielo a baja presión, como se ha documentado en investigaciones anteriores

La necesidad de conservar diversos productos ha impulsado la adopción de tecnologías más avanzadas y procesos más complejos. Entre estos métodos, se destacan la esterilización, la deshidratación y la liofilización. Este último proceso no solo garantiza la conservación de productos, sino que también reduce significativamente su peso al eliminar la mayor parte del agua de su composición. Esta reducción de peso no solo facilita su manipulación, sino que también contribuye a la disminución de los costos relacionados con el transporte (Cebrián, 2019).

Ante ello Lahuerta (2021), señala que la liofilización se ha convertido en una técnica ampliamente empleada en la industria alimentaria para reducir pérdidas considerables de productos debido a la putrefacción de los alimentos, especialmente aquellos sensibles a la acción microbiana o la descomposición enzimática. La liofilización, al operar exclusivamente con parámetros de temperatura y presión, se presenta como un método de conservación altamente efectivo y seguro, ya que no requiere la adición de conservantes artificiales o inhibidores químicos.

Es importante indicar que la preservación de los compuestos bioactivos en los alimentos es de vital importancia para la salud y el bienestar de las personas. Estos compuestos, como vitaminas, antioxidantes, fitoquímicos y otros nutrientes esenciales, desempeñan un papel fundamental en la prevención de enfermedades, el fortalecimiento del sistema inmunológico y la promoción de una buena salud en general (Ayala et al, 2018). La pérdida de estos compuestos bioactivos durante el procesamiento o almacenamiento de alimentos puede disminuir su valor nutricional y sus beneficios para la salud (Asqui y Cortez, 2022).

Por ello en este estudio se planteó analizar el efecto de la liofilización sobre la capacidad antioxidante presentes en cuatro frutas del oriente para su aprovechamiento agroindustrial en el desarrollo de una infusión con la mezcla de estas frutas.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La manipulación inadecuada después de la cosecha de frutas presenta desafíos críticos, particularmente en la conservación de sus valiosos compuestos bioactivos. García et al (2018) mencionan que estos compuestos, esenciales para la salud humana, sufren pérdidas significativas debido a varios factores postcosecha.

En este caso Ecuador es reconocido por su diversidad frutícola donde se destacan las frutas amazónicas como el arazá, borojó, guayaba y pitahaya, las cuales son ricas en compuestos bioactivos con propiedades nutricionales y antioxidantes (Barrezueta y Andrade, 2022).

Sin embargo, factores como la oxidación genera que las vitaminas y antioxidantes presentes en las frutas se degraden rápidamente durante el almacenamiento y la manipulación inadecuada (Martins et al., 2019). Esta degradación conlleva una reducción del valor nutricional de las frutas, perdiendo así su potencial beneficioso para la salud.

Otro desafío significativo es la pérdida de humedad al igual que la deshidratación causada por un manejo postcosecha deficiente provocando una reducción de nutrientes y compuestos bioactivos alterando la calidad y frescura del producto final (Rosero et al., 2020).

Además, las temperaturas extremas durante el almacenamiento también aceleran la degradación de los compuestos bioactivos (Zapata, 2021). Tanto temperaturas demasiado frías como demasiado cálidas pueden afectar negativamente la integridad de estos compuestos, disminuyendo así la calidad nutricional de las frutas (Castañeda y Chamoli, 2022).

Por otra parte, la presencia de contaminación microbiana es otro problema crítico. La falta de medidas higiénicas y un control deficiente de patógenos pueden fomentar el crecimiento de microorganismos dañinos, lo que contribuye a la descomposición de las frutas y la pérdida adicional de sus compuestos beneficiosos (González et al., 2023).

Estos desafíos postcosecha comprometen la retención y la calidad de los compuestos bioactivos en las frutas, afectando su potencial nutritivo y convirtiéndose en una problemática que requiere la aplicación de métodos de

conservación más efectivos para preservar la integridad y el valor nutricional de las frutas.

1.2.2 Formulación del problema

¿La liofilización será una técnica efectiva para preservar los compuestos antioxidantes en las frutas para su posterior aprovechamiento en el desarrollo de infusiones?

1.3 Justificación de la investigación

En el ámbito de la conservación de productos alimenticios, la liofilización se destaca como una técnica de vanguardia. Este proceso, que implica la eliminación del agua mediante sublimación, se ha convertido en una herramienta fundamental para mantener la calidad, prolongar la vida útil y prevenir la pérdida de productos alimenticios (Martínez, 2020). La liofilización no solo garantiza la conservación de alimentos, sino que también disminuye su peso al eliminar una considerable cantidad de agua presente en su composición, lo que simplifica la manipulación y reduce los costos de transporte (Zapata, 2021).

Un aspecto crucial de la liofilización radica en su capacidad para preservar las propiedades físicas de los alimentos sin necesidad de utilizar conservantes artificiales o químicos inhibidores. Dado que este proceso se basa en el control de parámetros de temperatura y presión, se convierte en un método de conservación altamente efectivo y seguro. Esto es particularmente relevante para abordar la pérdida de productos alimenticios, especialmente frutas, que es causada principalmente por la acción microbiana o la descomposición enzimática (Asqui y Cortez, 2022).

En este contexto, se planteó la necesidad de llevar a cabo un estudio centrado en evaluar los efectos de la liofilización en cuatro frutas amazónicas específicas, a saber, arazá, borojó, guayaba y pitahaya. Si bien la liofilización se ha demostrado eficaz en la conservación de alimentos, es esencial comprender su impacto en estas frutas, teniendo en cuenta sus propiedades y características únicas (Ayala et al., 2018). La liofilización no solo tiene el potencial de mantener la frescura de estas frutas, sino que también puede extender su vida útil y garantizar que los consumidores obtengan los beneficios de los compuestos bioactivos presentes en estos alimentos (Basilio y Dávila, 2022). El enfoque de este estudio es crucial para abordar desafíos específicos en la conservación de estas frutas y optimizar la aplicación de la liofilización como técnica de preservación.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El estudio se llevó a cabo en la ciudad de Guayaquil realizando los análisis fisicoquímicos en los laboratorios de la Universidad Agraria del Ecuador, campus Dr. Jacobo Bucaram Ortiz.
- **Tiempo:** Se ejecutó en un tiempo de 8 meses desde la propuesta del tema hasta su defensa final.
- **Población:** Esta investigación tuvo como beneficiarios al público general.

1.5 Objetivo general

Analizar el efecto de la liofilización sobre la capacidad antioxidante presente en un mix de frutas del oriente y su posterior uso en una infusión.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar los parámetros fisicoquímicos (pH, color, humedad, acidez y firmeza) y capacidad antioxidante (DPPH) y fenoles totales (Folin-Ciocalteu) de las frutas frescas del oriente arazá (*Eugenia stipitata*), borojó (*Alibertia patinoi*), guayaba (*Psidium guajava*), pitahaya (*Selenicereus undatus*).
- Detallar la capacidad antioxidante y fenoles totales de las frutas liofilizadas arazá (*Eugenia stipitata*), borojó (*Alibertia patinoi*), guayaba (*Psidium guajava*), pitahaya (*Selenicereus undatus*).
- Establecer una infusión con distintas proporciones de las frutas liofilizadas según el nivel de agrado de cada infusión obtenido en una prueba sensorial hedónica realizado por un grupo de 75 personas.
- Indicar la capacidad antioxidante, fenoles totales y aceptabilidad sensorial en la infusión de mix de frutas liofilizadas de arazá (*Eugenia stipitata*), borojó (*Alibertia patinoi*), guayaba (*Psidium guajava*), pitahaya (*Selenicereus undatus*).

1.7 Hipótesis

La hipótesis planteada fue: “La liofilización será una técnica efectiva para mantener en un 20 % la capacidad antioxidante presente en las frutas, lo que permitirá su posterior aprovechamiento en el desarrollo de productos alimenticios como las infusiones”

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

En un estudio realizado por Capa et al. (2023), se examinaron los parámetros fisicoquímicos de las frutas arazá y borojó, evidenciando diferencias notables entre ambas variedades. En el caso del arazá, a los 43 días de edad fenológica, se registraron sólidos solubles, mientras que el borojó, a los 50 días, mostró sólidos solubles de 23° Brix, firmeza de la pulpa de 1,90 kgf, pH de 2,73 y acidez titulable de 3,00. Estos resultados destacan las divergencias significativas en los perfiles físico-químicos entre el arazá y el borojó, lo que proporciona información relevante sobre sus características distintivas.

Además, Bonilla y Rodríguez (2022), investigaron el impacto de la conservación por liofilización en la actividad antioxidante del arazá (*Eugenia stipitata*) cultivado en la provincia de Los Ríos, Ecuador. Se analizaron muestras de pulpa sometidas a tres procesos de conservación por frío: liofilización, congelación lenta o normal, y refrigeración. Se evaluaron parámetros fisicoquímicos como fenoles totales, flavonoides, actividad antioxidante (DPPH), vitamina C, pH y humedad en cuatro muestras: la muestra patrón y las sometidas a cada método de conservación. Los resultados indican que las frutas liofilizadas conservan mejor los fenoles, flavonoides y la actividad antioxidante, aunque la vitamina C mostró ser sensible a los cambios de temperatura, disminuyendo más en la liofilización en comparación con la muestra patrón.

También Viera (2019), estudió la caracterización y el papel de los árboles frutales amazónicos en fincas familiares de las provincias de Sucumbíos y Orellana en Ecuador. Durante la investigación, se realizó un análisis detallado de la pitahaya fresca, el cual reveló la presencia de 236 mg/100 g de ácido ascórbico y un pH de 3.6. Estos resultados se obtuvieron mediante el método de titulación ácido-base para la determinación del ácido ascórbico. Estos hallazgos subrayan la relevancia de esta fruta y sus valiosas propiedades nutricionales en la región amazónica de Ecuador.

En relación con las frutas liofilizadas Asqui y Cortez (2022), examinaron el efecto de la liofilización en la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles de frutas frescas como el arazá y la pitahaya. Utilizando el Método DPPH, se evaluaron las características físico-químicas de ambas frutas antes y después del proceso. Se encontró en el arazá un contenido de ácido ascórbico de

aproximadamente 551,10 mg/100 g, mientras que se estima hipotéticamente que la pitahaya podría poseer alrededor de 356,10 mg/100 g de ácido ascórbico, aunque estos valores son ficticios y se emplean con fines ilustrativos. Se concluyó que la liofilización no generó cambios significativos en el contenido de polifenoles y flavonoides en ambas frutas.

Además, en el estudio de Bastos (2023), se llevó a cabo la evaluación de la pérdida de vitamina C y polifenoles en guayabas sometidas a liofilización junto con una infusión de moringa (*Moringa oleifera*). La investigación abordó tres variables: la concentración de la solución osmótica, la concentración de moringa y el tiempo de inmersión. El diseño experimental utilizado fue aleatorizado, con ocho tratamientos distintos. Los resultados revelaron que los valores de pH (3.40), acidez (1.38) y grados Brix (21.33) no presentaron diferencias significativas debido a los diversos tratamientos aplicados. No obstante, el tratamiento 7, que consistió en una solución de sacarosa al 60 % con una infusión de moringa al 20 % durante 8 horas de inmersión, demostró tener la menor pérdida de vitamina C, alcanzando un 25.7 %. Además, se detectaron sólidos solubles con una capacidad antioxidante de 56 unidades DPPH y 120 mg de fenoles totales por cada 100 g de fruta fresca en ciertos análisis.

Por otra parte, Blacio y Ocampo (2022) aplicaron un proceso de liofilización en el borjón evaluando posteriormente sus características y composición revelando un significativo contenido de polifenoles que oscila entre 600 y 800 mg de ácido gálico por cada 100 g. Se ha observado una destacada actividad antimicrobiana frente a ciertos microorganismos, demostrada por halos de inhibición que varían entre 12 y 9 mm, respectivamente. Los resultados obtenidos en diversas muestras resaltan el potencial del borjón, perteneciente a la familia de las *Rubiaceae*. Estos hallazgos sugieren su posible aplicación en la industria agroalimentaria.

En base al estudio de las infusiones de alimentos liofilizados Pomar (2018), elaboró una infusión utilizando fruta de caqui (*Diospyros kaki*) liofilizada, la cual fue sometida a evaluación por medio de una escala hedónica de 5 niveles a través de un panel sensorial. Los resultados mostraron un promedio de 4.5 en la escala hedónica, indicando una alta aceptación sensorial según el análisis estadístico realizado. Además, se investigó cómo la temperatura de secado, empleando dos métodos de deshidratación (aire caliente vs. liofilización), afectaba las propiedades físico-químicas y funcionales del producto final. Se observó que la liofilización

preservó mejor la capacidad antioxidante del producto en comparación con el secado por aire caliente.

Asimismo, Aguirre (2021) llevó a cabo un estudio para evaluar sensorialmente infusiones elaboradas con guayabas liofilizadas y diferentes aditivos herbales. Se consideraron cinco tratamientos distintos: infusiones de guayabas liofilizadas con hojas de menta, jamaica, jengibre, canela y vainilla. El diseño experimental empleado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres repeticiones por tratamiento. El análisis estadístico ANOVA se aplicó para investigar posibles variaciones entre las infusiones en términos de sabor, aroma, color y textura dando como resultado que la mezcla de guayabas con jamaica reflejo el mayor grado de preferencia sensorial.

Barreto (2021), buscó evaluar la pérdida de vitamina C y polifenoles en frutas sometidas a liofilización e infusionadas con moringa (*Moringa oleifera*). Se exploraron distintos factores, como la concentración de solución osmótica, la cantidad de moringa y el tiempo de inmersión, utilizando un diseño experimental aleatorio con 8 tratamientos. Los resultados mostraron que la variación en los parámetros físico-químicos (pH, acidez y grados brix) no fue significativa entre tratamientos. No obstante, el tratamiento 7, con una solución de sacarosa al 60 % e infusión de moringa al 20 % durante 8 horas, evidenció una menor pérdida de vitamina C (25.7 %). En cuanto al análisis sensorial, el tratamiento 7 fue el más aceptado en todos los aspectos evaluados por los participantes.

Por el último, sobre el tema de antioxidantes y fenoles totales en infusiones de frutas liofilizadas Zapata (2021), llevó a cabo un proyecto de investigación con el objetivo general de desarrollar un alimento funcional antioxidante mediante la incorporación de pulpa liofilizada de guayaba agria (*Psidium araca*). Los datos revelaron que la pulpa liofilizada de guayaba agria posee un contenido considerable de compuestos bioactivos, evidenciado por sus 2536 mg EAG/kg de polifenoles totales y un poder antioxidante de 429 mg EAA/kg. Estos valores colocan a la guayaba agria dentro del rango de frutas consideradas excelentes fuentes de compuestos antioxidantes, mostrando una actividad antioxidante destacable.

Ramírez et al (2019), llevaron a cabo un estudio para mejorar el proceso de liofilización de hojas de estragón ruso. Utilizando un liofilizador de bandejas y la metodología de superficie de respuesta, se optimizó la liofilización variando la velocidad de calentamiento. Después de la liofilización, se observó una notable

capacidad antioxidante de 26 unidades DPPH y un contenido de 238 mg de fenoles totales por cada 100 g del producto. Estos valores resaltan la preservación efectiva de las propiedades antioxidantes tras el proceso de liofilización.

Por último, Muñoz et al (2019), examinaron el efecto de la liofilización en dos variedades de ciruelas mexicanas. Se encontró que la presión durante la liofilización impactó la humedad, mostrando valores menores a 0.02 g H₂O g s⁻¹ en ambas variedades. Además, la temperatura de congelación influyó en la actividad del agua y en un aumento en la luminosidad de las muestras, especialmente cuando la temperatura disminuyó. Antes de la liofilización, se registró un contenido de antioxidantes de 59 unidades DPPH, y se estimó una reducción del 7 % en los polifenoles después del proceso, sugiriendo una posible pérdida de estos compuestos durante la liofilización.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Arazá (*Eugenia stipitata*)

2.2.1.1. Generalidades.

La *Eugenia stipitata*, comúnmente conocida como arazá, es una fruta originaria de Sudamérica perteneciente al reino Plantae y clasificada dentro del filo *Magnoliophyta*. Esta especie botánica se caracteriza por su fruto de forma esférica a ovalada, de tamaño medio, con cáscara delgada de color amarillo al madurar. Sus hojas son opuestas, elípticas a ovals, con una nervadura intramarginal prominente (Ortiz, Moreno y Díez, 2021).

El arazá es valorado por su sabor ácido y agrídulce, siendo utilizada en la preparación de jugos, postres y productos alimenticios variados. Su cultivo se extiende en regiones tropicales y subtropicales, donde las condiciones climáticas cálidas y húmedas favorecen su desarrollo (Baptestini et al., 2021).

2.2.1.2. Taxonomía.

La taxonomía del arazá (*Eugenia stipitata*) se encuentra dentro del reino Plantae y la familia Myrtaceae (Rios y Gil, 2021). A continuación, se detalla su taxonomía:

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Myrtales

Familia: Myrtaceae

Género: *Eugenia*

Especie: *Eugenia stipitata* (Castro et al., 2021)

2.2.1.3. Descripción nutricional.

El arazá se caracteriza por ser rico en vitamina C, presentando niveles notables de vitaminas A y B1. Además, es una excelente fuente de potasio, con cantidades menores pero importantes de minerales como el calcio, magnesio y fósforo. Su composición nutricional incluye un aporte considerable de carbohidratos, equilibrado con fibra y proteínas, lo que lo convierte en un alimento versátil. También contiene pectina, así como hierro y zinc en cantidades moderadas, lo que complementa su valor nutricional (Asqui y Cortez, 2022). En la Tabla 1 se detalla su valor nutritivo.

Tabla 1
Composición nutricional del arazá

Nutriente	Cantidad (%)
Vitamina C	74,0
Vitamina A	7,75
Vitamina B1	9,84
Potasio	2,15
Calcio	0,19
Magnesio	0,10
Fósforo	0,09
Carbohidratos	89,0
Fibra	6,07
Proteína	10,1
Hierro	87,0
Zinc	11,0
Pectina	3,4

Fuente: Rios y Gil, (2021).

2.2.1.4. Compuestos bioactivos del arazá.

El arazá es una fruta que contiene una gama de compuestos fenólicos, los cuales son componentes naturales presentes en su composición. Entre estos compuestos se destacan principalmente las antocianinas y los flavonoides. Las antocianinas son pigmentos naturales responsables de otorgar colores rojos, morados o azules a diversas frutas y vegetales (Pardo et al., 2021).

Por otro lado, los flavonoides, una clase de compuestos fenólicos, incluyen diversos subgrupos como flavonoles, flavonas y flavanonas, que también se encuentran presentes en el arazá. Ambos tipos de compuestos, antocianinas y flavonoides son reconocidos por sus propiedades antioxidantes, las cuales pueden contribuir a la protección de la fruta contra el estrés oxidativo y ofrecer beneficios potenciales para la salud (Enriquez et al., 2020).

2.2.2 Borojé (*Alibertia patinoi*)

2.2.2.1. Generalidades.

El borojé es una fruta tropical originaria de las selvas húmedas de América Latina, principalmente se encuentra en Colombia, Ecuador y Panamá. Esta fruta, de forma ovalada o esférica, tiene una piel gruesa y rugosa de color marrón o amarillo verdoso cuando está madura. Su pulpa es de tonalidades oscuras, casi negras, con semillas grandes y numerosas en su interior. El borojé suele medir entre 4 y 8 centímetros de diámetro y puede pesar 100 gramos (Márquez et al, 2021). Además, es utilizado en la preparación de diversos productos como jugos, helados, dulces y preparaciones tradicionales en la gastronomía local (Mereles et al., 2023).

2.2.2.2. Taxonomía.

La taxonomía del borojé destaca por pertenecer a la familia Rubiaceae y el orden Gentianales, dentro del reino Plantae (Araújo et al., 2020). A continuación se detalla su taxonomía.

Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Gentianales
Familia:	Rubiaceae
Género:	<i>Alibertia</i>
Especie:	<i>Alibertia patinoi</i> (Márquez et al, 2021).

2.2.2.3. Descripción nutricional.

El borojó, especialmente se caracteriza por su abundancia en micronutrientes vitales. Entre estos nutrientes, se destacan la presencia de vitaminas A y C, nutrientes esenciales para la salud general. Además, este fruto presenta una combinación equilibrada de minerales como calcio, magnesio, potasio, fósforo, sodio, hierro, zinc, selenio, cadmio y plomo, cuyas proporciones pueden variar según la muestra analizada (Grande et al., 2019). En la Tabla 2 se detalla su composición nutricional.

Tabla 2
Composición nutricional del borojó

Componente	Porcentaje
Agua	65,45 - 95,12
Proteína	1,01
Fibra cruda	3,75
Carbohidratos totales	28,94
Vitamina A	253 UI/100 g
Vitamina C	12,40 - 36,84 mg/100 g
Calcio	300 ug/g
Magnesio	200 ug/g
Potasio	3400 ug/g
Fósforo	200 ug/g
Sodio	100 ug/g
Hierro	9 ug/g
Zinc	3 ug/g
Selenio	0,07 ug/kg
Cadmio	10 ug/kg
Plomo	40 ug/kg

Fuente: Ribeiro et al., (2020).

2.2.2.4. Compuestos bioactivos del borojó.

El borojó contiene una variedad de compuestos beneficiosos para la salud, como la vitamina A, la vitamina C, polifenoles totales, carotenoides totales, antocianinas, una actividad antioxidante significativa y calcio. Estos componentes están distribuidos en varias partes de la fruta. La vitamina A y la vitamina C se

encuentran principalmente en la pulpa, al igual que los carotenoides totales y una parte importante de los polifenoles totales (Mereles et al., 2023).

Las antocianinas se presentan en cantidades mínimas en la pulpa. La actividad antioxidante refleja la combinación de antioxidantes presentes tanto en la piel como en la pulpa del borjón. Además, el calcio se encuentra en la pulpa y, ocasionalmente, en las semillas de esta fruta (Ribeiro et al., 2020).

2.2.3 Guayaba (*Psidium guajava*)

2.2.3.1. Generalidades.

La guayaba (*Psidium guajava*) es un árbol perenne de la familia Myrtaceae, conocido por su fruto, la guayaba. Esta planta es originaria de América tropical y subtropical. Es un árbol pequeño o mediano que puede alcanzar alturas de 3 a 6 metros, aunque en condiciones óptimas de crecimiento puede llegar a ser más alto. Tiene un tronco corto y ramificado con una corteza delgada, que puede variar en color desde un tono grisáceo hasta un marrón oscuro y rugoso (Quiñones et al., 2020). Las hojas son opuestas, ovaladas y de un color verde intenso y brillante. Presentan un distintivo aroma cuando se frota o aplastan. Las flores son blancas, vistosas y aromáticas, con numerosos estambres blancos (Souza et al., 2020).

2.2.3.2. Taxonomía.

La taxonomía de la guayaba (*Psidium guajava*) está en el reino Plantae y la familia Myrtaceae (Raga et al., 2020). A continuación, se detalla su taxonomía:

Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Myrtales
Familia:	Myrtaceae
Género:	<i>Psidium</i>
Especie:	<i>Psidium guajava</i>

2.2.3.3. Descripción nutricional.

La guayaba es una fruta tropical rica en nutrientes esenciales para la salud. Destaca por su alto contenido en vitamina C, superando muchas otras frutas en esta propiedad. Además, es una buena fuente de fibra dietética, que beneficia la salud digestiva. Contiene vitaminas como la A y minerales como el potasio, junto con antioxidantes como los carotenoides y compuestos fenólicos (Cedeño y Párraga, 2022). El valor nutritivo de la guayaba se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3
Composición nutricional de la guayaba

Nutriente	Cantidad
Agua	80 g
Carbohidratos	14 g
Proteínas	2.6 g
Grasas	0.9 g
Fibra	5.4 g
Potasio	417 mg
Vitamina C	228 mg
Vitamina A	624 UI
Calcio	18 mg
Magnesio	22 mg
Fósforo	40 mg

Cedeño y Párraga, (2022).

2.2.3.4. Compuestos bioactivos de la guayaba.

Los compuestos bioactivos presentes en la guayaba incluyen una variedad de antioxidantes como los carotenoides (como el licopeno y el betacaroteno), así como polifenoles, flavonoides y compuestos fenólicos. Estos compuestos están en gran parte responsables del color y sabor característico de la fruta (Quiñones et al., 2020).

La guayaba también contiene ácido ascórbico (vitamina C) en cantidades significativas, el cual actúa como un antioxidante clave en la fruta, además de ácido ascórbico reducido. Estos componentes son esenciales debido a sus propiedades antioxidantes, que ayudan a neutralizar los radicales libres y proteger la fruta contra el estrés oxidativo (Zapata, 2021).

2.2.4 Pitahaya (*Selenicereus undatus*)

2.2.4.1. Generalidades.

La pitahaya, también conocida como "fruta del dragón amarillo", es una planta trepadora de la familia de los cactus, específicamente del género *Selenicereus* y la especie *undatus*. Es originaria de América tropical y se ha extendido a diversas regiones subtropicales. Esta planta tiene tallos largos, delgados y rastreros que se aferran y trepan, con numerosas espinas o espadones a lo largo de sus bordes (Baptestini et al., 2021).

Sus tallos verdes tienen un crecimiento rastrero o trepador, utilizando estructuras de soporte para sostenerse. Produce flores nocturnas grandes y llamativas que generalmente son blancas y fragantes. Estas flores pueden ser polinizadas por insectos o manualmente para favorecer la producción de frutos. Los frutos de la pitahaya son ovalados con una piel dependiendo de la variedad presentan colores amarillos, rojos o rosados (Ortiz et al., 2021).

2.2.4.2. Taxonomía.

La taxonomía de la pitahaya (*Selenicereus undatus*) se encuentra en el reino Plantae y la familia Cactaceae. A continuación, se detalla su taxonomía:

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Cactaceae

Género: *Selenicereus*

Especie: *Selenicereus undatus* (Enriquez et al., 2020)

2.2.4.3. Descripción nutricional.

La pitahaya es una fruta que contiene principalmente carbohidratos, en su mayoría azúcares naturales, y tiene un alto contenido de agua, lo que contribuye a su jugosidad. Es notable por ser una buena fuente de vitamina C y vitamina A, ambas presentes en cantidades significativas. Asimismo, contiene minerales esenciales como calcio, hierro, fósforo y potasio (García et al., 2020). En la Tabla 4 se detalla su aporte nutricional.

Tabla 4
Composición nutricional de la pitahaya

Nutriente	Cantidad
Carbohidratos	9 g
Proteínas	1 g
Grasas	0.2 g
Fibra	1.9 g
Vitamina C	4 mg
Vitamina A	20 IU
Calcio	6 mg
Hierro	0.5 mg
Fósforo	27 mg
Potasio	250 mg

Nota. Valores aproximados y pueden variar según factores como la madurez de la fruta y las condiciones de cultivo.

Fuente: Grande et al., (2019).

2.2.4.4. Compuestos bioactivos de la pitahaya.

La pitahaya, alberga una diversidad de compuestos bioactivos que incluyen antioxidantes como las betalaínas, flavonoides, fenoles, carotenoides (incluyendo el licopeno y betacaroteno) y una notable cantidad de vitamina C. Estos elementos antioxidantes no solo aportan a su distintivo color y sabor, sino que también contribuyen a neutralizar los radicales libres (Castañeda y Chamoli, 2022).

2.2.5 Liofilización

La liofilización es una técnica especializada para preservar alimentos y otras sustancias orgánicas eliminando el agua mediante sublimación, es decir, congelación seguida de evaporación. Previene el crecimiento microbiano y el deterioro, ya que la ausencia de agua dificulta el desarrollo de microorganismos que podrían dañar el material (Asqui y Cortez, 2022).

Su aplicación consta de tres fases: el congelamiento rápido de la sustancia a temperaturas muy bajas para generar cristales de hielo pequeños, el vaciado del agua congelada por sublimación, evitando el estado líquido, y finalmente, la aplicación de calor para condensar y convertir el producto congelado en un estado sólido y seco (Auquiñivin y Paucar, 2020).

Se destaca por preservar las propiedades originales de los alimentos y otras sustancias, manteniendo su estructura fisicoquímica, propiedades organolépticas y nutricionales, lo que la hace ideal para conservar productos alimenticios, farmacéuticos y biológicos que no deben ser calentados a temperaturas moderadas, permitiendo su conservación sin cadena de frío (Ayala et al., 2018).

2.2.5.1. Proceso de liofilización.

La liofilización de alimentos, en sus cuatro etapas, comienza con la preparación del alimento que incluye lavado, pelado, corte, blanqueado y acondicionamiento. Luego, se congela rápidamente a temperaturas entre -20°C y -40°C para evitar la formación de cristales de hielo grandes. Posteriormente, se lleva a cabo la deshidratación primaria, donde el agua congelada se sublima mediante la reducción de presión y aplicación de calor sin aumentar la temperatura (Bastos et al, 2023).

Finalmente, se procede a la deshidratación secundaria para evaporar el agua no congelada y reducir la humedad por debajo del 2 %. Una vez finalizado, los alimentos liofilizados pueden conservarse a temperatura ambiente, evitando el crecimiento de microorganismos que puedan deteriorarlos. Esta técnica permite obtener alimentos liofilizados que mantienen su forma, sabor, aroma, textura y nutrientes originales en comparación con otros métodos de deshidratación (Ayala et al., 2018).

2.2.5.2. Ventajas y desventajas de la liofilización.

La liofilización, ofrece ventajas significativas como la prevención del desarrollo de microorganismos dañinos, la capacidad de preservar alimentos sin necesidad de refrigeración y la retención de sus propiedades nutritivas y sabor. Además, conserva la forma y tamaño de los alimentos, facilitando su almacenamiento y transporte al reducir su peso. Sin embargo, su implementación implica costos elevados, mantenimiento constante de equipos y un proceso prolongado con alto consumo de energía eléctrica. Esta técnica es apta para una variedad de alimentos, incluyendo frutas, hortalizas, carnes, especias y café (García et al, 2018).

2.2.5.3. La liofilización y las afectaciones en los compuestos bioactivos de las frutas.

La liofilización, etapa por etapa, tiene un impacto diferenciado en los compuestos bioactivos presentes en las frutas. Durante la congelación inicial, las

temperaturas extremadamente bajas pueden afectar mínimamente a los compuestos termosensibles como algunas vitaminas hidrosolubles, principalmente la vitamina C. Sin embargo, el rápido congelamiento reduce la formación de cristales de hielo grandes, preservando en gran medida la estructura celular y minimizando la pérdida de compuestos bioactivos solubles en agua (Falconí, Valdiviezo y Ramírez, 2021).

En la etapa de deshidratación primaria Zapata (2021), señala que la sublimación del agua congelada a presiones reducidas y temperaturas suaves preserva en gran medida los compuestos sensibles al calor, como ciertos polifenoles y flavonoides. La ausencia de la fase líquida evita la desnaturalización de proteínas y la pérdida de compuestos solubles en agua.

No obstante, la liofilización puede tener efectos variables según los compuestos específicos. Algunos compuestos volátiles, como ciertos compuestos aromáticos, pueden perderse durante la liofilización debido a su naturaleza volátil, mientras que otros, como los carotenoides, pueden experimentar degradación dependiendo del tiempo y la temperatura empleados durante el proceso (Auquiñivin y Paucar, 2020).

En general, la liofilización se considera un método efectivo para preservar compuestos bioactivos en frutas en comparación con otros métodos de deshidratación, ya que minimiza la degradación y preserva en gran medida la estructura celular, permitiendo una mejor retención de los compuestos antioxidantes, polifenoles, flavonoides y vitaminas (Ayala et al., 2018).

2.2.6 Punto triple del agua

El punto triple del agua es un estado termodinámico crítico que se caracteriza por la coexistencia de las tres fases del agua en equilibrio: sólido (hielo), líquido y gaseoso (vapor de agua). Este fenómeno ocurre a una temperatura de 0.01 grados Celsius y a una presión de 611.657 pascales equivalente a 6.11657 milibares o 0.00604 atmósferas (Donati y Andrade-Gamboa, 2023). Estos valores son fundamentales en la metrología, ya que sirven como puntos de referencia cruciales en la escala internacional de temperatura, específicamente en la definición del Kelvin (Falconí et al., 2021).

La temperatura de 0.01 grados Celsius es equivalente a 273.16 Kelvin y se considera la base para la escala termodinámica. La presión mencionada representa la presión de vapor del agua en equilibrio con sus fases sólida y líquida en ese

punto específico. La precisión de estos valores es esencial para la reproducibilidad y coherencia en experimentos científicos, ingeniería y otras disciplinas técnicas (Leiva-Espinoza et al., 2021).

En el ámbito de la liofilización, el conocimiento preciso del punto triple del agua es crucial. Durante este proceso, la eliminación del agua por sublimación es esencial para la preservación de productos biológicos y farmacéuticos. La temperatura y la presión específicas del punto triple del agua permiten diseñar condiciones ideales para garantizar la eficiencia y la integridad de los productos liofilizados (Donati y Andrade-Gamboa, 2023).

A nivel práctico, la implementación de celdas de punto triple del agua se utiliza en laboratorios de metrología para la calibración de termómetros con altos estándares de precisión. Estas celdas proporcionan una referencia fiable para la determinación exacta de la temperatura, contribuyendo así a la mejora de la precisión en mediciones científicas y tecnológicas (Ayala et al., 2018).

2.2.6.1. Influencia del punto triple del agua en la actividad antioxidante.

La presencia de agua en los alimentos desempeña un papel crucial en la solubilidad de los antioxidantes. Específicamente, aquellos antioxidantes que son hidrosolubles pueden experimentar cambios en su disponibilidad para la absorción en el cuerpo en función del contenido de agua en el alimento. Este aspecto es esencial para comprender cómo la hidratación de los alimentos puede afectar directamente la eficacia de los antioxidantes en términos de beneficios para la salud (Donati y Andrade-Gamboa, 2023).

Además, el agua en los alimentos está estrechamente vinculada a la oxidación de antioxidantes. Las condiciones acuosas, junto con la presencia de oxígeno y la temperatura, son factores que influyen en la velocidad de las reacciones de oxidación. Estas reacciones pueden llevar a la degradación de los antioxidantes presentes en los alimentos, lo que destaca la importancia de controlar las condiciones ambientales durante el almacenamiento y procesamiento de los productos alimenticios para preservar la actividad antioxidante de manera efectiva (Leiva-Espinoza et al., 2021).

2.2.7 Antioxidantes

Los antioxidantes son compuestos químicos que protegen los alimentos y sistemas biológicos contra el daño oxidativo, neutralizando o reduciendo la formación de radicales libres. Estos radicales libres pueden causar estrés oxidativo,

resultando en la oxidación de lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, lo que conduce a la deterioración de los alimentos y a problemas de salud en organismos vivos (Guevara et al., 2019).

En la industria alimenticia, los antioxidantes se analizan para determinar su presencia y concentración en los alimentos. Para analizar la presencia y concentración de antioxidantes en alimentos, se emplean varias técnicas en la industria alimentaria. Estas incluyen métodos cromatográficos, espectroscopia, técnicas electroquímicas, y métodos espectrofotométricos o colorimétricos. A través de estas metodologías, se identifican y cuantifican diversos tipos de antioxidantes presentes en los alimentos, como la vitamina C (ácido ascórbico), la vitamina E (tocoferol), polifenoles, flavonoides, carotenoides, ácido clorogénico, ácido ferúlico, resveratrol, catequinas, luteína, licopeno, antocianinas, quercetina, betacaroteno, glutathione, coenzima Q10 y curcumina (Rodríguez, 2020).

Las concentraciones de estos antioxidantes suelen expresarse en miligramos o microgramos por gramo de alimento, o en milimoles por kilogramo de alimento, dependiendo de la técnica de análisis utilizada y del antioxidante específico en cuestión (Molideno y Tejeda, 2018).

2.2.7.1. Beneficios de los antioxidantes.

Los antioxidantes actúan como agentes protectores al estabilizar y prevenir la oxidación de compuestos orgánicos sensibles presentes en los alimentos, como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Además, ayudan a retardar el enranciamiento de grasas y aceites, conservando la frescura, el sabor y la calidad nutricional de los productos alimenticios (Araújo et al., 2020). Esta acción de protección antioxidante contribuye a prolongar la vida útil de los alimentos y a mantener su aspecto, sabor y textura originales, aspectos fundamentales en la industria alimentaria y para la salud humana (Basilio y Dávila, 2022).

Asimismo, los antioxidantes juegan un papel crucial en la prevención de enfermedades y el mantenimiento de la salud celular en organismos vivos. Al reducir el estrés oxidativo, estos compuestos protegen a las células del daño causado por los radicales libres, contribuyendo así a la prevención de ciertas enfermedades crónicas asociadas con el envejecimiento y el estrés oxidativo, como enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y algunos tipos de cáncer (Enriquez et al., 2020).

Además, algunos antioxidantes, como las vitaminas C y E, desempeñan un papel esencial en la mejora del sistema inmunológico y la protección contra el daño celular, promoviendo un equilibrio saludable en los sistemas biológicos (Martins et al., 2019). Estos beneficios, derivados de la acción antioxidante, subrayan la importancia de estos compuestos tanto en la industria alimentaria como en la promoción de la salud humana.

2.2.7.2. Acción de la liofilización en la capacidad antioxidante.

La liofilización puede afectar la capacidad antioxidante de los productos a nivel químico, involucrando diversas reacciones y cambios en los compuestos bioactivos. Durante la liofilización, los antioxidantes, como la vitamina C (ácido ascórbico), pueden ser susceptibles a la oxidación debido a la presencia de oxígeno residual en el sistema. La vitamina C es conocida por actuar como un antioxidante al donar electrones para neutralizar especies reactivas de oxígeno. Sin embargo, en presencia de oxígeno durante la liofilización, la vitamina C puede experimentar oxidación, perdiendo su capacidad antioxidante (Asqui y Cortez, 2022).

Algunos compuestos antioxidantes, como los terpenoides y aceites esenciales presentes en hierbas y frutas, pueden ser volátiles y susceptibles a la pérdida durante la liofilización. La exposición prolongada a condiciones de baja presión y temperatura puede llevar a la evaporación de estos compuestos, reduciendo así la capacidad antioxidante total (Ortiz et al., 2021).

También, la liofilización a menudo implica el uso de temperaturas moderadas para facilitar la sublimación del agua. Sin embargo, en algunos casos, ciertos compuestos antioxidantes, como los polifenoles, pueden experimentar reacciones de Maillard y destrucción térmica a temperaturas elevadas, especialmente si la liofilización no se lleva a cabo de manera óptima (Zapata, 2021).

Es importante señalar que, aunque la liofilización puede introducir cambios químicos en los compuestos antioxidantes, la magnitud de estas reacciones dependerá de factores como las condiciones específicas de liofilización, la naturaleza de los compuestos presentes y la duración del proceso. La optimización de parámetros como la temperatura y la presión puede mitigar algunos de estos efectos negativos y preservar la capacidad antioxidante en la medida de lo posible (Ayala et al., 2018).

2.2.8 Compuesto bioactivos

Los compuestos bioactivos son moléculas presentes en alimentos y organismos que, a pesar de no ser nutrientes esenciales, ejercen efectos positivos en la salud. Se encuentran en una amplia gama de alimentos, como frutas, verduras, granos enteros, hierbas y especias, y pueden ser identificados por su capacidad para influir en funciones fisiológicas en el cuerpo humano. Estos compuestos son diversos y abarcan una serie de categorías, incluyendo polifenoles, flavonoides, terpenos, fitoesteroles, alcaloides, glucosinolatos, entre otros (Urrestarazu et al., 2018).

Estos compuestos, a menudo de naturaleza fenólica, se distinguen por sus estructuras complejas, que pueden incluir anillos aromáticos con grupos hidroxilo (-OH) y enlaces dobles, lo que les confiere propiedades antioxidantes y capacidad para neutralizar radicales libres. Algunos, como los polifenoles, flavonoides y terpenos, exhiben una amplia diversidad estructural y funcional, que les permite interactuar con enzimas y proteínas biológicas (García et al., 2019).

Sus propiedades fisicoquímicas únicas, como la capacidad de quelación de metales, influyen en su actividad antioxidante y otras funciones biológicas, contribuyendo a sus efectos beneficiosos en la salud humana (Lahuerta, 2021).

2.2.8.1. Beneficios de los compuestos bioactivos.

Los compuestos bioactivos, presentes en frutas, verduras y otros productos vegetales, se extraen mediante diversos métodos. Esto incluye la extracción con solventes orgánicos como etanol o metanol, así como técnicas de extracción acuosa, como la infusión o decocción. Estos métodos buscan disolver y concentrar los compuestos deseados, aprovechando sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas o antiinflamatorias derivadas de su estructura química, que suele ser polifenólica o flavonoide (Castañeda y Chamoli, 2022).

Una vez obtenidos, los compuestos extraídos se separan y purifican mediante técnicas cromatográficas como HPLC, lo que permite su aplicación en la elaboración de alimentos funcionales, suplementos nutricionales y productos farmacéuticos (Espinoza et al., 2021). La biotecnología alimentaria aprovecha los compuestos bioactivos para formular y crear alimentos enriquecidos con propiedades específicas beneficiosas para la salud, como la capacidad antioxidante, antiinflamatoria, antimicrobiana o incluso anticancerígena (Lahuerta, 2021).

2.2.8.2. Clasificación de los compuestos bioactivos.

Los compuestos bioactivos pueden clasificarse en diversas categorías según sus propiedades químicas y sus efectos en la salud humana (Rodríguez, 2020). Algunas de las clasificaciones comunes incluyen:

- **Polifenoles:** Constituyen una amplia categoría que abarca flavonoides, ácidos fenólicos y otros compuestos con anillos fenólicos, reconocidos por su capacidad antioxidante y propiedades anticancerígenas, antiinflamatorias y neuroprotectoras (Dussán et al., 2019).
- **Flavonoides:** Son una subclase de polifenoles que incluye flavonas, flavonoles, isoflavonas, antocianinas, entre otros, presentes en frutas, verduras y hierbas, y conocidos por sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Castañeda y Chamoli, 2022).
- **Terpenos:** Se encuentran en aceites esenciales de plantas y se dividen en monoterpenos, sesquiterpenos y diterpenos. Algunos, como los carotenoides y los terpenos esteroidales, tienen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Enriquez et al., 2020).
- **Alcaloides:** Son compuestos nitrogenados con actividad biológica, presentes en plantas, y pueden tener propiedades analgésicas, antiespasmódicas, como la cafeína o la morfina (Zapata, 2021).
- **Glucosinolatos:** Se encuentran especialmente en las crucíferas y se asocian con propiedades anticancerígenas y antioxidantes (Rios & Gil, 2021).

2.2.8.3. Compuestos bioactivos presentes en las frutas del oriente ecuatoriano.

2.2.8.3.1. Antocianinas.

Son pigmentos flavonoides responsables de los colores rojos, morados y azules en frutas, verduras y flores. Químicamente, son glucósidos de antocianidinas que pueden variar según el pH y están relacionados con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, contribuyendo a la salud cardiovascular y la función cognitiva (Urrestarazu et al, 2018).

2.2.8.3.2. Flavonoides.

Forman una amplia categoría de compuestos polifenólicos presentes en frutas, verduras y hierbas. Su estructura incluye un núcleo de flavona, y se

subdividen en flavonas, flavonoles, flavanonas, entre otros. Tienen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antivirales y anticancerígenas (Molideno y Tejeda, 2018).

2.2.8.3.3. Vitamina A.

Es un compuesto liposoluble que incluye retinol, retinal y ácido retinoico. Contribuye a la salud ocular, la función inmunológica, la salud de la piel y la reproducción. Este micronutriente liposoluble se encuentra en alimentos de origen animal, como hígado, huevos y lácteos, y también en forma de provitamina A en frutas y verduras de color naranja o amarillo como zanahorias, batatas o calabazas (Barrezueta y Andrade, 2022).

2.2.8.3.4. Vitamina C.

Conocida como ácido ascórbico, es una vitamina hidrosoluble con propiedades antioxidantes. La vitamina C es vital para la síntesis del colágeno, una proteína estructural clave para la piel, los huesos, los vasos sanguíneos y otros tejidos. Además de sus propiedades antioxidantes que protegen contra el estrés oxidativo, la vitamina C mejora la absorción de hierro (Cebrián, 2019).

2.2.8.3.5. Polifenoles totales.

Son compuestos bioactivos que contienen múltiples grupos fenólicos en su estructura química. Estos compuestos se encuentran en una amplia variedad de alimentos de origen vegetal, como frutas, verduras, granos enteros, especias, té, vino tinto y aceites vegetales. Químicamente, los polifenoles pueden presentar diversas estructuras, incluyendo flavonoides, lignanos, estilbenos y ácidos fenólicos (Espinoza et al., 2021).

2.2.8.3.6. Carotenoides totales.

Son pigmentos liposolubles, como el betacaroteno, licopeno y luteína, presentes en frutas y verduras de color naranja, amarillo y verde. Tienen propiedades antioxidantes y contribuyen a la salud ocular y la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares (Rios y Gil, 2021).

2.2.8.3.7. Fenoles.

Son compuestos orgánicos con grupos hidroxilo unidos a anillos aromáticos. Se encuentran en una amplia variedad de alimentos y tienen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas. Estos compuestos tienen una estructura variable que les otorga propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas y anticancerígenas. Actúan como antioxidantes al neutralizar los

radicales libres, protegiendo así a las células del daño oxidativo y ayudando a prevenir el envejecimiento prematuro y diversas enfermedades (Cruz et al., 2021).

2.2.8.4. Técnicas para análisis de compuestos bioactivos.

Existen diversas técnicas analíticas empleadas para identificar, cuantificar y caracterizar compuestos bioactivos presentes en alimentos y productos naturales. Estas técnicas son fundamentales para comprender la composición química y las propiedades funcionales de estos compuestos (Basilio y Dávila, 2022).

Algunas de las técnicas más utilizadas son:

- **Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC):** Esta técnica separa y cuantifica compuestos individuales en una mezcla utilizando una fase móvil (solvente) y una fase estacionaria (columna cromatográfica). Es especialmente útil para analizar polifenoles, flavonoides y otros compuestos bioactivos (Pomar, 2018).
- **Cromatografía de capa fina (TLC):** Similar a la HPLC, pero en este caso los compuestos se separan en una placa con una capa delgada de material absorbente. Es útil para la separación preliminar y la identificación de compuestos en una muestra (Cebrián, 2019).
- **Espectroscopia UV-Vis:** Emplea la absorción de luz ultravioleta y visible por parte de los compuestos para identificar sustancias específicas. Es eficaz para compuestos que absorben luz en el rango UV-visible (Castañeda y Chamoli, 2022).
- **Espectrometría de masas (MS):** Permite la identificación de compuestos basándose en la relación entre su masa y carga, proporcionando información sobre la estructura molecular de los compuestos analizados (García et al., 2020).
- **Espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN):** Esta técnica proporciona información detallada sobre la estructura molecular y la composición química de los compuestos mediante el análisis de la interacción entre los núcleos atómicos y el campo magnético (Grande et al., 2019).

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador del 2008

Se presentan los artículos completos de la Constitución de la República del Ecuador del 2008 que son relevantes para este estudio.

Artículo 15: "El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzó en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectó el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la liberación al ambiente de organismos y materiales modificados genéticamente que afecten negativamente la diversidad biológica y cultural (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

Artículo 281: "La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente. Para ello, será responsabilidad del Estado (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

2.3.2 Normas INEN

En el proceso descrito se emplearon cuatro normas INEN en el ámbito del análisis de productos alimenticios para distintas mediciones y pruebas de calidad. Las normas fueron usadas son: INEN 1842 para el análisis de pH, INEN 540 UDCNT para la determinación de humedad en alimentos, NTE INEN 750:2013 para la determinación de acidez titulable, y otras normativas que definen técnicas y procedimientos específicos para estos análisis. En la tabla 5 se detalla estas normativas:

Tabla 5
Revisión de normativas relacionadas al tema

Análisis	Norma INEN	Descripción
Análisis de pH	INEN 1842	Establece procedimientos y requisitos para medir el pH en productos alimenticios, garantizando la conformidad con estándares.
Análisis de humedad	INEN 540 UDCNT	Define la técnica y procedimientos para determinar el contenido de humedad en alimentos utilizando termogravimetría.
Análisis de acidez	NTE INEN-ISO 750:2013	Basada en titulación ácido-base con solución de hidróxido de sodio para calcular la acidez de la muestra.
Hierbas aromáticas	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2392	Describe parámetros microbiológicos y regulaciones que deben cumplir las infusiones para el consumo humano

Nota. Normas que especifican procedimientos y técnicas particulares para diversos análisis.

Elaborado por: La Autora, 2024

La norma NTE INEN 2392: 2007 señala que las hierbas aromáticas deben cumplir con las siguientes especificaciones microbiológicas para que sean aptas para su consumo.

Tabla 6
Requisitos microbiológicos

Requisito	Máximo	Método de ensayo
Aerobios totales ufc/g	1×10^7	NTE INEN 1529 – 5
<i>Escherichia coli</i>	1×10	NTE INEN 1529 – 7
<i>Enterobacteriaceae</i>	1×10^3	NTE INEN 1529 – 13
Mohos y levaduras	1×10^4	NTE INEN 1529 – 10
<i>Clostridium</i>	Ausencia	NTE INEN 1529 – 18
<i>Salmonella</i> en 1 g	Ausencia	NTE INEN 1529 – 15
<i>Shigella</i> en 1 g	Ausencia	NTE INEN 1529 - 16

Nota. Requisitos máximos microbiológicos y los métodos de ensayo correspondientes, de acuerdo con los estándares indicados (NTE INEN). Instituto Ecuatoriano de Normalización (2007)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación se enmarcó en un enfoque experimental.

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

Investigación documental: Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura científica disponible para respaldar el marco teórico y contextualizar los resultados obtenidos. La investigación documental proporcionó una base sólida para comprender los aspectos teóricos relacionados con la liofilización de frutas y la capacidad antioxidante.

Investigación experimental: Se llevó a cabo una investigación experimental para analizar los cambios en la capacidad antioxidante de las frutas antes y después del proceso de liofilización. Este enfoque implicó la manipulación controlada de las variables de interés y se realizó en un entorno de laboratorio.

Investigación de campo: Se enfocó en la selección y recolección de cuatro frutas del Oriente ecuatoriano. Se verificó la calidad de las frutas en términos de madurez, tamaño y otros atributos antes de su procesamiento.

Investigación exploratoria: Se llevó a cabo en la etapa inicial del estudio para identificar y comprender de manera más profunda las variables y factores relevantes relacionados con la liofilización de frutas y sus compuestos bioactivos. Esta fase contribuyó a la formulación de hipótesis y al diseño experimental.

3.1.2 Diseño de investigación

Se llevó a cabo una investigación cuantitativa para evaluar el impacto de la liofilización en los compuestos bioactivos de un mix de frutas del Oriente ecuatoriano, que incluye arazá, borojó, guayaba y pitahaya. Se realizó una caracterización inicial de parámetros fisicoquímicos y capacidad antioxidante en las frutas frescas, seguida por un análisis post-liofilización.

A partir de las frutas liofilizadas, se preparó infusiones individualizadas de cada tipo de fruta las cuales fueron evaluadas por un panel sensorial compuesto por 75 personas no entrenadas utilizando una escala de 5 puntos siendo el nivel 5 la mayor calificación y el nivel 1 la calificación de menor aceptación (Ver anexos). Luego los puntajes promedio obtenidos de la evaluación de cada infusión se sumaron dando un total que representó el 100 %, lo cual se usó en una ecuación para determinar el porcentaje de cada infusión en la bebida final que mezcló las infusiones.

La bebida final se realizó mezclando las frutas liofilizadas en proporciones según los porcentajes calculados. Finalmente, se indicó la capacidad antioxidante y los fenoles totales presentes en la infusión preparada a partir del mix de frutas y se sometió la infusión del mix de frutas a una prueba sensorial para determinar su aceptabilidad.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variables independientes.

- Tipo de fruta (arazá, borjón, guayaba, pitahaya).
- Fruta liofilizada.

3.2.1.2. Variable dependiente.

- Parámetros fisicoquímicos (pH, color, humedad, acidez y firmeza) de las frutas frescas.
- Capacidad antioxidante (DPPH) y fenoles totales de las frutas liofilizadas y de la infusión con el mix de las frutas seleccionadas por el panel sensorial.

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

A continuación, se detallan las variables del estudio mediante una matriz detallando su operacionalización.

Tabla 7

Matriz de operacionalización de las variables dependientes

Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Características fisicoquímicas (pH, color, humedad, acidez y firmeza)	Cuantitativo	Continuo	Color (Cielab) pH Iones de Hidrógeno (INEN 184) Acidez (INEN 540 UDCNT) Firmeza Kg F Humedad (INEN 540 UDCNT)
Capacidad antioxidante y fenoles totales: fruta fresca, liofilizada e infusión	Cuantitativo	Continuo	μmol 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) / 100 g mg Ac GaEq/100g
Análisis sensorial: Infusiones	Cualitativo	Ordinal	Nivel de aceptabilidad Si/No Escala hedónica de 5 puntos 5 Me gusta mucho 4 Me gusta moderadamente 3 No me gusta ni me disgusta 2 Me disgusta moderadamente 1 Me disgusta mucho

Elaborado por: La Autora, 2024

Tabla 8
Matriz de operacionalización de las variables independientes

Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Frutas frescas (arazá (<i>Eugenia stipitata</i>), borojó (<i>Alibertia patinoi</i>), guayaba (<i>Psidium guajava</i>), pitahaya (<i>Selenicereus undatus</i>)	Cualitativo	Nominal	Tratamientos: Fresca Liofilizada Infusión
Frutas liofilizadas (arazá (<i>Eugenia stipitata</i>), borojó (<i>Alibertia patinoi</i>), guayaba (<i>Psidium guajava</i>), pitahaya (<i>Selenicereus undatus</i>)	Cualitativo	Ordinal	Liofilizada Infusión

Elaborado por: La autora, 2024

3.2.3 Tratamientos

Para el desarrollo de la investigación, se realizaron infusiones individualizadas de las frutas liofilizadas, las cuales fueron evaluadas por un panel sensorial de 75 personas no entrenadas usando una escala de 5 puntos. Los puntajes promedio se utilizaron para calcular el porcentaje de cada fruta para la elaboración de 1 infusión de frutas liofilizadas la cual fue evaluada nuevamente por el panel sensorial y el contenido de fenoles totales y actividad antioxidante. Los tratamientos se detallan en la Tabla 9.

Tabla 9
Tratamientos propuestos

Tratamiento	T1	T2	T3	T4
Producto				
liofilizado en	Arazá	Borojó	Guayaba	Pitahaya
fundas de seda	2 g	2 g	2 g	2 g

Nota. Cada tratamiento corresponde a una infusión de fruta liofilizada, la cual fue evaluada sensorialmente de manera individual.

Elaborado por: La autora, 2024

3.2.4 Diseño experimental

Se determinaron los parámetros fisicoquímicos, como el pH, color, humedad, acidez y firmeza, junto con la capacidad antioxidante (DPPH) y los fenoles totales (Folin-Ciocalteu) de las frutas frescas. Las cuales fueron utilizadas al encontrarse en un nivel de maduración intermedia o grado 3- 5 (Ver anexos), debido a que en esta etapa se observa una mayor presencia de fitoquímicos y antioxidantes, los cuales tienden a disminuir a medida que las frutas maduran

completamente. Posteriormente, se detalló la capacidad antioxidante y los fenoles totales de las mismas frutas, después de haber sido liofilizadas.

Todos los resultados se implementaron con un Diseño Completo al Azar (DCA), involucrando también las 4 infusiones de frutas liofilizadas que fueron sometidas a evaluación sensorial por un panel compuesto por 75 personas no entrenadas. Utilizando una escala hedónica de 5 niveles (Ver anexos), los panelistas calificaron la aceptabilidad y preferencia sensorial de cada bebida. A las muestras (4 infusiones) se les realizó una prueba afectiva de preferencia empleando la prueba de Basker. Para la verificación de las diferencias significativas entre las 4 infusiones se le aplicó la prueba de Kruskal Wallis, y la comparación de medias se realizó por Dum-bonferroni.

Finalmente se elaboró una infusión que se mezcló con las infusiones de las frutas de mayor preferencia según las pruebas hedónicas ejecutadas previamente. Posteriormente este mix con las 4 frutas fue evaluado sensorialmente a través de una escala hedónica de aceptabilidad.

3.2.5 Recolección de datos

El desarrollo de la investigación involucró los siguientes recursos, métodos y técnicas.

3.2.5.1. Recursos.

- Artículos científicos
- Revistas científicas
- Bases de datos- Biblioteca virtual Universidad Agraria del Ecuador

3.2.5.1.1. Insumos.

- Arazá
- Borojó
- Guayaba
- Pitahaya

Los equipos y materiales para los análisis físicos químicos se detallan a continuación.

3.2.5.1.2. Materiales.

- Agitador
- Bureta 60 mL
- Espátula de acero inoxidable

- Micropipetas plásticas de 5 a 1500 microlitros Thermo Scientific
- Material de envasado (bolsas de seda y fundas trilaminadas platinadas)
- Pipetas Pasteur 3 mL
- Escobillones cepillos cilíndricos
- Probetas de 100 mL, 500 mL
- Puntas plásticas para micropipetas 0,5 - 10 μ
- Soporte universal
- Tubos de ensayo
- Cápsulas de porcelana
- Microplacas de 96 pocillos
- Vasos de precipitación 200 mL
- Matraz aforado 10 mL
- Matraz Erlenmeyer 200 mL, 250 mL
- Mortero
- Pinzas

3.2.5.1.3. Equipos.

- Balanza analítica
- Centrífuga
- Liofilizador
- Baño de ultrasonido Branson M1800H / CPX-952-117R
- Colorímetro
- Elisa Thermo Scientific™ Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer
- Estufa
- Mufla
- Penetrómetro Análogo de Frutas – Modelo: GY-3
- Medidor de pH HQD HQ411D Laboratory Single Input, pH/mV Meter - pH and ORP
- Refractómetro SR0014-ATC

3.2.5.1.4. Reactivos.

- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Fenolftaleína
- Agua destilada

- Ácido gálico
- Carbonato de sodio deshidratado
- Radical DPPH
- Etanol
- Metanol
- Solución buffer de pH
- Ácido clorhídrico
- Ácido gálico
- Carbonato de sodio
- Reactivo de Folin-Ciocalteu

3.2.5.2. Métodos y técnicas.

3.2.5.2.1. Análisis de pH.

En el análisis del pH, se siguió la norma INEN 1842, que establece los procedimientos y requisitos para la medición del pH en productos alimenticios, asegurando la conformidad con las regulaciones y estándares aplicables.

- El análisis de pH mide la acidez o alcalinidad de una solución. Para llevar a cabo este análisis, se utilizó un medidor de pH calibrado previamente.
- La muestra se preparó mezclando el producto con una cantidad específica de agua destilada.
- Se sumergió el electrodo del medidor de pH en la solución y se registró el valor de pH. El pH puede variar en una escala de 0 a 14, donde 7 es neutro, por debajo de 7 es ácido y por encima de 7 es alcalino (Cortez et al., 2021).

3.2.5.2.2. Análisis de color.

El análisis de color se realizó utilizando un colorímetro. Se pueden usar diferentes sistemas de color, como el sistema CIELAB.

- Se preparó una muestra representativa y se colocó en una celda de medición.
- El instrumento mide los parámetros de color, como luminosidad (L), cromaticidad (a y b), y puede proporcionar una representación numérica del color de la muestra (Dey et al., 2019).

3.2.5.2.3. Análisis de humedad.

Se aplicó la norma INEN 540 UDCNT, que define la técnica y los procedimientos necesarios para determinar el contenido de humedad en alimentos.

- El análisis de humedad determinó la cantidad de agua presente en la muestra. El método más común es la termo gravimetría.
- La muestra fue colocada en un horno a una temperatura constante hasta que toda la humedad se evaporó. Luego, se pesó la muestra para calcular la pérdida de peso y, por lo tanto, la cantidad de humedad (Guerra y Pozo, 2018).

3.2.5.2.4. Análisis de acidez.

La determinación de la acidez titulable se basó en las especificaciones de la norma NTE INEN-ISO 750:2013, establecida por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.

- El análisis de acidez se realizó mediante una titulación ácido-base, utilizando una solución de hidróxido de sodio (NaOH) de concentración conocida.
- La muestra fue disuelta en agua destilada y se tituló con la solución de NaOH hasta que el punto de equivalencia fue alcanzado.
- El volumen de la solución de NaOH requerido fue usado para calcular la acidez de la muestra (Osorio et al., 2019).

3.2.5.2.5. Análisis de Firmeza.

La firmeza se midió con un penetrómetro, en la cual se aplicó una fuerza controlada a la muestra y se midió la resistencia que ofrece. El proceso implicó los siguientes pasos:

- La muestra fue colocada bajo el cabezal del penetrómetro y se aplicó una fuerza constante. La firmeza se registró como la fuerza requerida para penetrar la muestra a una cierta distancia (Dussán et al., 2019).

3.2.5.2.6. Determinación de la capacidad antioxidante (DPPH).

Para evaluar la capacidad antioxidante, se utiliza el ensayo del radical libre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil). El procedimiento consta de los siguientes pasos:

- Para el análisis de la capacidad antioxidante en frutas frescas utilizando el método del radical libre DPPH, se procedió pesando 5 gramos de la muestra de fruta fresca, luego fue triturada hasta obtener una mezcla homogénea, a la cual se añadieron 10 gramos de etanol. Posteriormente, esta mezcla se colocó en tubos de ensayo y se colocó en baño de ultrasonido durante 30 minutos. La muestra patrón constó de 270 microlitros de Radical DPPH y 30 microlitros de etanol. Para la preparación de los blancos se realizó con 30

microlitros de etanol y 270 microlitros de metanol. Se realizaron disoluciones adicionales en los pocillos para validar las concentraciones utilizadas las cuales fueron de 270 microlitros del reactivo DPPH y 30 microlitros de muestra de fruta. Finalmente, se colocó la placa en el equipo ELISA durante 30 minutos para la lectura y registro de los resultados obtenidos, la absorbancia fue de 1 y la longitud de onda de 510 nm. La capacidad antioxidante se calculó midiendo la reducción en la absorbancia del DPPH, para neutralizar radicales libres (Echavarría y Matute, 2020).

3.2.5.2.7. Determinación de fenoles totales (Folin-Ciocalteu).

El análisis de fenoles totales se realizó utilizando una solución de ácido Folin-Ciocalteu a las muestras de frutas frescas, liofilizadas y la infusión del mix de frutas. El proceso incluyó los siguientes pasos:

- Primero, se pesaron 1.875 gramos de carbonato de sodio y se disolvieron en 25 mL de agua destilada. A continuación, se preparó el reactivo de Folin en una relación 1:10 la cual constó de 1 mL de reactivo y 9 de mL de agua destilada. Las muestras de frutas frescas el peso para su medición fue de 5 gramos, frutas liofilizadas e infusión fue de 1 gramo, ambas correspondientemente.
- Las muestras fueron trituradas con la ayuda de un mortero donde se añadió 10 mL de etanol, estas se colocaron a tubos de ensayo y se sometieron a un baño de ultrasonido durante 30 minutos. Posteriormente, el sobrenadante se transfirió a otros tubos de ensayo y se centrifugó a 1000 revoluciones por minuto durante 5 minutos luego se filtró la muestra. En la microplaca se añadió la muestra patrón la cual constó de 25 microlitros, 125 microlitros de agua destilada, 30 microlitros de carbonato de sodio 7.5 % y el reactivo de Folin.
- Finalmente, se colocó las microplacas en oscuridad durante 2 horas y la absorbancia fue de 1 y la longitud de onda de 765 nm y se relacionó con la cantidad de fenoles totales (García et al., 2018).

3.2.5.2.8. Análisis sensorial con escala hedónica de 5 niveles.

En el análisis sensorial, se constituyó un panel de evaluadores no entrenados, a quienes se les suministro muestras del producto en estudio para evaluar su calidad sensorial. Esta evaluación se llevó a cabo utilizando una escala

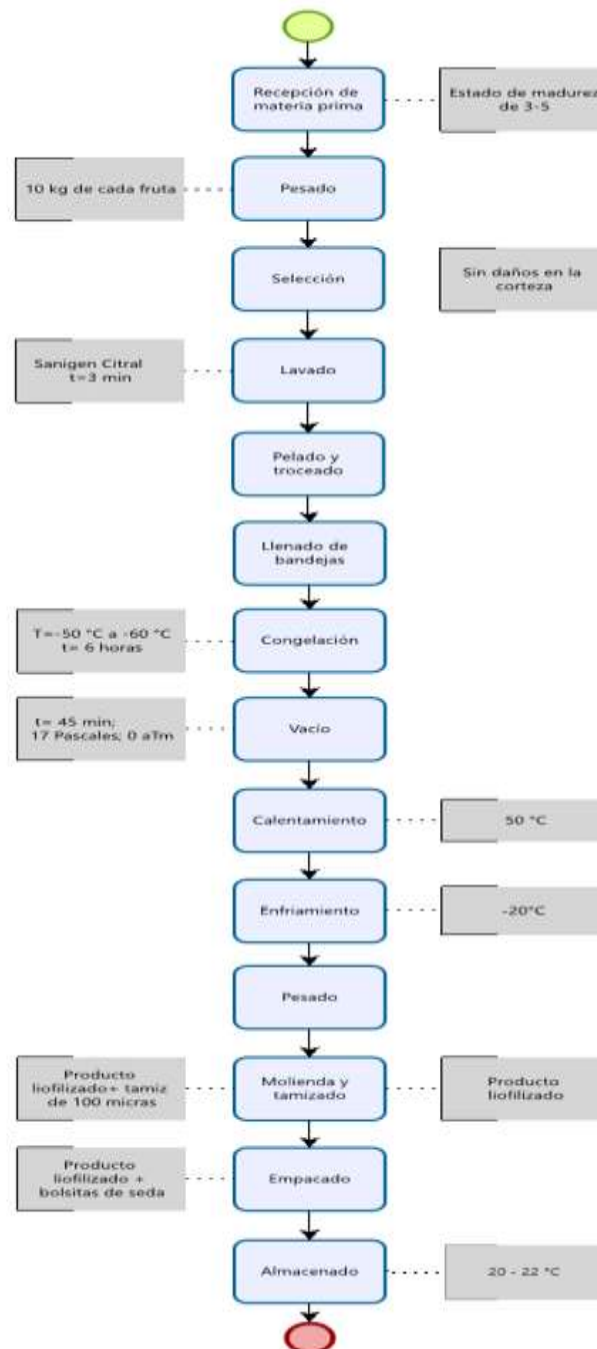
hedónica de 5 niveles, que generalmente va desde "muy malo" hasta "muy bueno". Los puntajes individuales otorgados por los evaluadores fueron promediados para obtener una medida de la aceptabilidad sensorial del producto en cuestión (Espinoza et al., 2021).

3.2.5.2.9. Proceso de elaboración de un mix de frutas liofilizadas.

A continuación, se detalla el diagrama paso a paso para la liofilización de las frutas y su posterior uso en un mix de frutas.

Figura 1.

Proceso de elaboración de una infusión de un mix de frutas liofilizadas.



Elaborado por: La autora, 2024

3.2.5.2.10. Descripción del proceso de elaboración de un mix de frutas liofilizadas.

- **Recepción de materia prima:** En este paso se recibió 40 kg de materia prima a la que se le realizó una inspección visual de las frutas (arazá, borajó, guayaba y pitahaya) revisando que estas cumplan con el nivel de madurez intermedia o grado 3- 5 especificado en los anexos, además de encontrarse sin daños en la corteza o rastros de deterioro por golpes o insectos.
- **Pesado:** La siguiente etapa consistió en el pesado de la materia prima, que incluyó las frutas mencionadas, con el fin de calcular su rendimiento antes y después del proceso.
- **Selección:** Se llevó a cabo la selección de frutas que estén en perfecto estado, sin daños en la corteza ni rastros de deterioro por insectos.
- **Lavado:** Las frutas seleccionadas se sometieron a un proceso de lavado mediante inmersión en agua con una solución de Sanigen Citral (Desinfectante en base de semillas cítricas y ácidos orgánicos) para retirar las impurezas.
- **Pelado y troceado:** Las frutas elegidas fueron peladas (pitahaya) con cuidado para retirar la corteza, asegurando trozos limpios. Posteriormente, se procedió al troceado de las frutas arazá, borajó y guayaba, estas sin retirar su corteza buscando uniformidad y facilitando la liofilización.
- **Llenado de bandejas:** Las frutas troceadas fueron colocadas de manera que se complete el llenado de las bandejas destinadas a la liofilización aproximadamente 1.5 kilos por bandeja.
- **Congelación:** Durante la etapa de congelación, las frutas troceadas, se sometieron a temperaturas extremadamente bajas, oscilando de -50 °C a -60 °C. La duración de este proceso fue de 6 horas hasta alcanzar la sublimación de -50 %. La congelación del condensador fue de aproximadamente 30 minutos.
- **Vacío:** Después de la congelación, las frutas troceadas se sometieron a una deshidratación primaria a una temperatura de 40°C. Este proceso tuvo como objetivo eliminar parte del agua contenida en las frutas, preparándolas para la siguiente fase del proceso. En esta etapa se prendieron las bombas de vacío por 45 minutos a 17 pascales de presión y 0 atmosferas.

- **Calentamiento:** Posteriormente a la deshidratación primaria, las frutas continuaron el proceso de deshidratación, ahora a una temperatura de 50°C. Esta etapa buscó eliminar el agua restante de manera más completa, contribuyendo a la conservación y durabilidad del producto.
- **Enfriamiento:** Concluido el calentamiento, las frutas se enfriaron a -20°C para estabilizar el proceso y prevenir la absorción de humedad antes del envasado.
- **Pesado:** Una vez completadas las etapas de liofilización, los trozos de frutas liofilizadas fueron pesados para calcular su rendimiento y asegurar la precisión para la preparación del producto.
- **Molienda y tamizado:** Después del pesado, se llevó a cabo la molienda de los trozos de las frutas liofilizadas, seguida de un proceso de tamizado con un tamiz de 100 micras para obtener el tamaño uniformizado. Esto garantizó la obtención de un polvo homogéneo con la textura deseada para la infusión.
- **Empacado:** El producto molido y tamizado fue empacado en fundas de seda diseñadas para bolsas de té, el empacado secundario fue con fundas trilaminadas platinadas y selladas al vacío. Este paso se aseguró la presentación adecuada del producto de tal manera que facilite su uso en la preparación de infusiones.
- **Almacenado:** Finalmente, las bolsas de té empacadas se almacenaron en condiciones controladas de temperatura, entre 20 y 22°C. Este almacenamiento garantiza la preservación de la calidad y frescura del producto final hasta su consumo.

3.2.6 Análisis estadístico

Los datos recolectados fueron analizados estadísticamente utilizando un diseño completamente al azar (DCA). Se determinaron los parámetros fisicoquímicos (pH, color, humedad, acidez y firmeza), capacidad antioxidante (DPPH) y fenoles totales (Folin-Ciocalteu) de las frutas frescas aplicando 5 repeticiones de cada análisis por cada muestra. En la Tabla 10 se muestra el esquema.

Tabla 10
Esquema de varianza para el análisis de frutas frescas y liofilizadas

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Tratamientos (Frutas)	$4 - 1 = 3$
Error (N-T)	$20 - 4 = 16$
Total (N-1)	$20 - 1 = 19$

Nota. Diseño estadístico de la prueba experimental
Elaborado por: La autora, 2024

Luego se detalló la capacidad antioxidante y fenoles totales de las frutas liofilizadas en 5 repeticiones de cada muestra aplicando un análisis ANOVA para el análisis de los datos. Posteriormente se hicieron 4 infusiones de frutas liofilizadas que fueron sometidas a evaluación sensorial por un panel compuesto por 75 personas no entrenadas. Utilizando una escala hedónica de 5 niveles (Ver anexos), los panelistas calificaron la aceptabilidad y preferencia sensorial de cada bebida. A las muestras (4 infusiones) se les realizó una prueba afectiva de preferencia empleando la prueba de basker.

Para la verificación de las diferencias significativas entre las 4 infusiones se le aplicó la prueba de Kruskal Wallis, y la comparación de medias fue realizado por Dum-bonferroni. Finalmente se elaboró una infusión que se mezcló con las infusiones de las frutas de mayor preferencia según las pruebas hedónicas ejecutadas previamente. Posteriormente este mix con las 4 frutas de preferencia fue evaluado sensorialmente a través de una escala hedónica de aceptabilidad con una pregunta cerrada indicando además la capacidad antioxidante, fenoles totales. En la tabla 11 se muestra el esquema de varianza para el diseño estadístico del análisis sensorial.

Tabla 11
Esquema de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos (T-1)	$4 - 1 = 3$
Error (N-T)	$300 - 4 = 296$
Total (N-1)	$300 - 1 = 299$

Nota. Diseño estadístico de la prueba experimental
Elaborado por: La autora, 2024

4. RESULTADOS

4.1 Determinación de los parámetros fisicoquímicos (pH, color, humedad, acidez y firmeza) y capacidad antioxidante por método DPPH y fenoles totales por método Folin-Ciocalteu, de las frutas frescas del oriente: arazá (*Eugenia stipitata*), borojón (*Alibertia patinoi*), guayaba (*Psidium guajava*), pitahaya (*Selenicereus undatus*)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la determinación de los parámetros fisicoquímicos y la capacidad antioxidante de las frutas frescas del oriente mencionadas en la presente investigación.

4.1.1. Determinación de los parámetros fisicoquímicos (pH, color, humedad, acidez y firmeza)

Se plantearon los análisis fisicoquímicos en base a los parámetros de pH, color, humedad, acidez, firmeza, capacidad antioxidante (DPPH) y fenoles totales (Folin-Ciocalteu). En la Tabla 12 se presentan los resultados de los análisis efectuados.

Tabla 12
Propiedades fisicoquímicas de las frutas frescas

	ACIDEZ	pH	HUMEDAD	FIRMEZA	L*	COLOR	
	(%Acidez)					(%)	(kg F)
Arazá	0,94 bc	2,91 b	89,09 a	3,10 b	52,26 ab	-0,68 c	85,33 c
Borojón	2,59 a	2,89 b	71,74 c	1,44 c	29,05 b	7,85 b	9,58 a
Guayaba	0,80 c	3,48 ab	84,45 b	3,48 b	62,96 a	24,51 a	34,49 b
Pitahaya	1,45 ab	4,78 a	85,44 ab	11,52 a	36,15 ab	-0,50 c	3,29 a
E. E.	0,02	0,06	0,18	0,29	1,80	0,98	2,13

EE representa el error estándar y letras indican diferencias significativas
Elaborado por: La autora, 2024

En la Tabla 12 se muestran los resultados del análisis de acidez como porcentaje (%) de ácido cítrico en frutas frescas. El arazá tiene una acidez de 0.94 % (bc), lo cual significa que no presenta diferencias significativas con las frutas que comparten alguna letra con él, como la pitahaya (ab). En cambio, el borojón tiene una acidez de 2.59 % (a), con una letra distinta a las demás frutas, lo que indica que su valor de acidez es significativamente diferente. La guayaba, con un valor de 0.80 % (c), es significativamente diferente al borojón, pero no al arazá, ya que ambos comparten al menos una letra en común. La pitahaya, con 1.45 % (ab), es intermedia y no muestra diferencias significativas con el arazá, aunque es significativamente diferente del borojón y la guayaba. Así, letras iguales señalan

similitud en los valores, mientras que letras diferentes muestran diferencias en los niveles de acidez. El error experimental para la acidez fue de ± 0.02 .

En el análisis de pH, el arazá presentó un valor de 2.91 (b), y el borojó tuvo un valor de 2.89 (b), lo que indica que no hay diferencias significativas entre estos dos valores debido a que comparten la misma letra (b). Por otro lado, la guayaba presentó un pH de 3.48 (ab), lo que significa que es similar al borojó y al arazá, pero diferente de la pitahaya, ya que esta última tiene un valor de pH de 4.78 (a), y no comparte letras con el arazá ni con el borojó. En este caso, las letras muestran que el pH de la pitahaya es significativamente diferente de las otras frutas. El error experimental para el pH fue de ± 0.06 .

En cuanto a la humedad, el arazá presentó el valor más alto, con 89.09 % (a), y, dado que no comparte letras con el borojó (c), es significativamente diferente. La pitahaya, con 85.44 % (ab), tiene una letra en común con el arazá (a) y otra con la guayaba (b), lo que indica que no tiene diferencias significativas ni con el arazá ni con la guayaba. La guayaba, con 84.45 % (b), también es similar a la pitahaya por compartir la letra b, pero es significativamente diferente del borojó, que tiene el valor más bajo de humedad con 71.74 % (c). Así, las letras reflejan diferencias o similitudes según sean diferentes o iguales, respectivamente. El error experimental para la humedad fue de ± 0.18 .

En la firmeza, la pitahaya presentó el valor más alto, con 11.52 kg F (a), siendo significativamente diferente del resto, ya que ninguna otra fruta tiene la letra a. El arazá y la guayaba tienen valores de firmeza de 3.10 kg F y 3.48 kg F, respectivamente, y ambos comparten la letra b, lo que indica que no hay diferencias significativas entre ellos. El borojó, con 1.44 kg F (c), tiene una letra diferente, lo que significa que es significativamente distinto en firmeza con respecto a las otras frutas. Aquí, letras iguales indican ausencia de diferencias significativas, mientras que letras diferentes representan diferencias. El error experimental para la firmeza fue de ± 0.29 .

En cuanto a la prueba del color en el parámetro L^* , el arazá obtuvo un valor de 52.26 (ab), que es intermedio, lo que significa que es similar a la pitahaya (36.15, ab) ya que ambas frutas comparten las letras a y b. La guayaba, con un valor de 62.96 (a), es significativamente diferente del borojó y la pitahaya, al no compartir letras con estas frutas. El borojó tiene el valor más bajo con 29.05 (b), y su letra diferente de la guayaba muestra que es estadísticamente diferente en el parámetro

L*. Aquí, las letras indican que el arazá y la pitahaya no presentan diferencias significativas entre sí, mientras que sí hay diferencias con la guayaba y el borjón, reflejado en sus letras distintas. El error experimental para L* fue de ± 1.80 .

En el análisis del parámetro a*, la guayaba tiene el valor más alto con 24.51 (a), siendo significativamente diferente de las demás frutas, ya que ninguna otra tiene la letra a. Tanto el arazá (-0.68) como la pitahaya (-0.50) tienen el valor negativo y comparten la letra c, lo que indica que no hay diferencias significativas entre ellos en este parámetro. Por otro lado, el borjón, con un valor positivo de 7.85 (b), no tiene similitudes con el arazá ni con la pitahaya, y esto se muestra con su letra b, que marca una diferencia significativa con las frutas que poseen letras diferentes. El error experimental para a* fue de ± 0.98 .

Finalmente, en el parámetro b*, el arazá tiene el valor más alto con 85.33 (c), mientras que la guayaba tiene un valor intermedio de 34.49 (b), lo que indica una diferencia significativa entre ambas debido a sus letras diferentes. La pitahaya y el borjón presentan valores menores, con 3.29 (a) y 9.58 (a), respectivamente, y, al compartir la misma letra a, no muestran diferencias significativas entre sí. En este caso, las letras demuestran que el arazá y la guayaba son significativamente diferentes entre sí, pero que la pitahaya y el borjón son similares entre ellos. El error experimental para b* fue de ± 2.13 .

4.1.2. Evaluación de la capacidad antioxidante (DPPH) y fenoles totales (Folin-Ciocalteu) de las frutas frescas del oriente

Tabla 13

Resultados de capacidad antioxidante y fenoles totales en frutas frescas

	DPPH (mg ác. Asc/g)	Folin Ciocalteu mg FT/g de fruta
Arazá	0,98 b	5,53 a
Borjón	0,02 d	3,91 c
Guayaba	2,85 a	4,70 b
Pitahaya	0,11 c	3,53 d
EE	0,01	0,07

EE representa el error estándar y letras indican diferencias significativas

Elaborado por: La autora, 2024

Los resultados del análisis de la capacidad antioxidante (DPPH) en la Tabla 13 indican que la guayaba mostró el valor más alto de capacidad antioxidante con 2.85 mg ácido ascórbico/g, con un error estándar global de ± 0.01 . El arazá presentó

un valor de 0.98 mg ácido ascórbico/g, menor que la guayaba, pero mayor que el resto. La pitahaya tuvo un valor intermedio de 0.11 mg ácido ascórbico/g, mientras que el borjón mostró el valor más bajo con 0.02 mg ácido ascórbico/g. Según las letras asignadas, la guayaba (a) tiene una capacidad antioxidante significativamente superior al resto, mientras que el arazá (b) presenta diferencias significativas con la pitahaya (c) y borjón (d), que tiene el valor más bajo.

En relación a los fenoles totales (Folin-Ciocalteu), el arazá presentó el valor más alto con 5.53 mg FT/g de fruta, con un error experimental global de ± 0.07 . La guayaba tuvo un valor de 4.70 mg FT/g de fruta, menor que el arazá, pero mayor que el borjón y la pitahaya. El borjón presentó 3.91 mg FT/g de fruta, mientras que la pitahaya registró el valor más bajo con 3.53 mg FT/g de fruta. Las letras asignadas muestran que no hay diferencias significativas entre arazá y guayaba (a), pero ambos son significativamente superiores a borjón y pitahaya (b), que no presentan diferencias significativas entre sí.

4.2 Detalle de la capacidad antioxidante y fenoles totales de las frutas liofilizadas arazá (*Eugenia stipitata*), borjón (*Alibertia patinoi*), guayaba (*Psidium guajava*), pitahaya (*Selenicereus undatus*).

Tabla 14

Resultados de capacidad antioxidante y fenoles totales en frutas liofilizadas

	DPPH (mg áci. Asc/g)	Folin Ciocalteu mg FT/g de fruta liofilizada
Arazá	24,67 a	172,84 a
Borjón	0,65 b	6,99 d
Guayaba	21,45 a	71,25 b
Pitahaya	1,08 b	57,32 c
EE	1,51	1,16

EE representa el error estándar y letras indican diferencias significativas

Elaborado por: La autora, 2024

En la Tabla 14 se registran los resultados del análisis de la capacidad antioxidante (DPPH mg ác. Asc/g), donde el arazá presenta la mayor capacidad antioxidante con un valor de 24,67 mg ác. Asc/g, siendo el más alto entre las frutas evaluadas. Le sigue la guayaba con un valor de 21,45 mg ác. Asc/g, y las letras asignadas (a) indican que no hay diferencias estadísticamente significativas entre estas dos frutas en términos de actividad antioxidante. En contraste, la pitahaya muestra un valor mucho más bajo de 1,08 mg ác. Asc/g, y el borjón, con 0,65 mg

ác. Asc/g, tiene la capacidad antioxidante más baja, las letras asignadas (b) indican que no se diferencian significativamente entre sí. El error estándar (EE) para este parámetro es 1,51, lo que representa la variabilidad entre las mediciones realizadas.

En cuanto a los fenoles totales, el arazá también lidera con un valor de 172,84 mg FT/g, siendo significativamente superior al resto (a). La guayaba ocupa el segundo lugar con 71,25 mg FT/g, y las letras de los grupos homogéneos (b) denotan una diferencia significativa respecto al arazá, pero mantiene una concentración relativamente alta de fenoles. La pitahaya, con 57,32 mg FT/g, tiene una concentración inferior (c), mientras que el borjón muestra la concentración más baja de fenoles totales con 6,99 mg FT/g (d). El error estándar (EE) para este parámetro es 1,16, reflejando la variabilidad en las mediciones de fenoles totales.

4.3 Establecimiento de una infusión con distintas proporciones de las frutas liofilizadas según el nivel de agrado de cada infusión obtenido en una prueba sensorial hedónica realizado por un grupo de 75 personas.

Se realizó una prueba sensorial hedónica con 75 panelistas no entrenados para evaluar el nivel de agrado de infusiones de frutas liofilizadas. La prueba de Kruskal-Wallis reveló diferencias significativas entre las infusiones ($p < 0,001$).

Tabla 15

Resultado de preferencia sensorial de infusión de frutas liofilizadas

Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	p
Nivel de Agrado arazá	75	3,012	1,16	3,00	<0,0001
Nivel de Agrado borjón	75	2,220	1,28	2,00	
Nivel de Agrado guayaba	75	3,829	1,08	4,00	
Nivel de Agrado pitahaya	75	3,500	1,07	3,00	

***p* indica diferencias significativas en agrado entre frutas; D.E. representa la dispersión de las preferencias.**

Elaborado por: La autora, 2024

En términos de medias, en la Tabla 15 se indica que la infusión de guayaba fue la de mayor preferencia con una media de 3,83 entre "Me gusta moderadamente" y "No me gusta ni me disgusta" y una desviación estándar (DE) de 1,08, lo que sugiere que la mayoría de los panelistas mostraron un agrado alto y consistente. La mediana de esta infusión fue 4,00, lo que indica que al menos la mitad de los panelistas la calificaron en el nivel de "Me gusta moderadamente" o superior. La infusión de pitahaya le siguió con una media de 3,50 cercana a "No me gusta ni me disgusta" y una D.E. de 1,07, reflejando también un alto nivel de

aceptación, aunque ligeramente menor que la guayaba. La mediana para la pitahaya fue 3,00, lo que muestra que el nivel de agrado estuvo en promedio entre "No me gusta ni me disgusta", con mayor variabilidad entre los panelistas.

En cuanto al arazá, la media fue de 3,01 próxima a "No me gusta ni me disgusta" con una D.E de 1,16, lo que indica una mayor dispersión en las opiniones de los panelistas en comparación con guayaba y pitahaya. La mediana fue 3,00, lo que significa que las opiniones estuvieron divididas en niveles medios de agrado, situándose en "No me gusta ni me disgusta". Por otro lado, la infusión de borajó fue la menos preferida con una media de 2,22 entre "Me disgusta moderadamente" y "No me gusta ni me disgusta" y una D.E de 1,28, mostrando la mayor variabilidad en las respuestas de los panelistas. La mediana de 2,00 refleja que la mayoría de los panelistas clasificaron esta infusión en el nivel de "Me disgusta moderadamente". Por último, la significancia del valor $p < 0,0001$ confirma que las diferencias entre las infusiones son estadísticamente significativas, lo que valida la preferencia de los panelistas por ciertas frutas en comparación con otras.

Prueba de Dum-Bonferroni

A partir de los resultados obtenidos en la prueba de Kruskal-Wallis, se determinó que existían diferencias significativas entre las infusiones de frutas liofilizadas en cuanto al nivel de agrado, ya que el valor de p fue menor a 0.001. Debido a esto, se realizó la prueba de Dum-Bonferroni para identificar específicamente entre qué infusiones se encontraban dichas diferencias significativas. Esta prueba detalló entre qué infusiones existían diferencias significativas, proporcionando una visión más precisa de las preferencias de los panelistas y permitiendo identificar específicamente las infusiones que destacaron o fueron menos preferidas en el análisis sensorial.

Tabla 16**Resultados del análisis de la presencia de diferencias significativas**

Tratamiento 1	Media 1	Tratamiento 2	Media 2	Diferencia de Medias	Significativa
Guayaba	3,83	Pitahaya	3,500	0,33	No
Guayaba	3,83	Arazá	3,012	0,82	Sí
Guayaba	3,83	Borojón	2,220	1,61	Sí
Pitahaya	3,50	Arazá	3,012	0,49	No
Pitahaya	3,50	Borojón	2,220	1,28	Sí
Arazá	3,01	Borojón	2,22	0,79	No

La columna "Significativa" indica si las diferencias entre las medias de los tratamientos fueron significativas ("Sí") o no significativas ("No").

Elaborado por: La autora, 2024

En la prueba de Dum-Bonferroni se compararon las medias de agrado de las infusiones de guayaba, pitahaya, arazá y borojón, siendo estas 3,83 para guayaba, 3,50 para pitahaya, 3,01 para arazá y 2,22 para borojón. Se identificaron diferencias significativas en tres comparaciones: entre guayaba y arazá, con una diferencia de medias de 0,82, lo que indicó una preferencia mayor por la guayaba; entre guayaba y borojón, con una diferencia de 1,61, siendo la guayaba la de mayor preferencia; y entre pitahaya y borojón, con una diferencia de 1,28, mostrando una preferencia mayor por la pitahaya.

La prueba de Dum-Bonferroni indicó que la guayaba obtuvo la media de agrado más alta, seguida por la pitahaya, mientras que el arazá y el borojón mostraron medias significativamente más bajas. Se encontraron diferencias significativas entre guayaba y arazá, guayaba y borojón, y pitahaya y borojón, sin diferencias significativas entre guayaba y pitahaya, pitahaya y arazá, ni entre arazá y borojón.

4.4 Capacidad antioxidante, fenoles totales y aceptabilidad sensorial en la infusión de mix de frutas liofilizadas de arazá (*Eugenia stipitata*), borojón (*Alibertia patinoi*), guayaba (*Psidium guajava*), pitahaya (*Selenicereus undatus*)

Se diseñaron 3 tratamientos en función de las preferencias previamente evaluadas de forma individual con los panelistas donde se asignó una mayor cantidad de guayaba en las formulaciones debido a su mayor preferencia, seguida de pitahaya, arazá y borojón en menor proporción. El Tratamiento 1 incluyó 50 %

guayaba, 25 % pitahaya, 15 % arazá y 10 % borjón. La muestra 2 combinó 30 % guayaba, 30 % pitahaya, 25 % arazá y 15 % borjón y la formulación 3 utilizó 40 % guayaba, 40 % pitahaya, 10 % arazá y 10 % borjón. Los tratamientos se evaluaron en extracto seco tanto como los liofilizados en las bolsitas de infusiones (previa dilución en agua caliente) y también se analizaron como infusión en agua caliente mediante las pruebas de DPPH AC (Antioxidant Capacity measured by the DPPH method) y Folin Cioacaltea (Antioxidant Capacity measured by the Folin-Cioacaltea method.) para determinar la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales cuyos resultados se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17

Resultado del estudio de los compuestos bioactivos en mix de frutas liofilizadas

	DPPH MIX mg Ác. Asc/g	DPPH mg Ác. Asc/g del mix en infusión	Folin Cioacaltea MIX mg FT/g	Folin Cioacaltea mg FT/g del mix en infusión
Tratamiento 1	23,91 a	2,58 b	322,58 a	0,45 a
Tratamiento 2	15,21 b	4,88 ab	252,98 ab	0,45 a
Tratamiento 3	14,72 b	5,91 a	248,09 b	0,25 b
E.E.	0,68	0,07	0,92	0,01

Las letras indican diferencias significativas entre tratamientos; letras iguales muestran resultados similares y letras diferentes, diferencias significativas.

Elaborado por: La autora, 2024

En términos de capacidad antioxidante, el Tratamiento 1 mostró el mayor valor en extracto seco con 23,91 mg ácido ascórbico/g, siendo significativamente superior al Tratamiento 2 y 3, según las letras asignadas (a). En infusión con agua caliente, el Tratamiento 3 presentó el valor más alto con 5,91 mg ácido ascórbico/g, aunque no se diferencia significativamente del Tratamiento 2 (a, ab), pero sí del Tratamiento 1 (b), que mostró el valor más bajo en infusión. El error experimental (EE) para DPPH MIX fue 0,68 y para DPPH en infusión fue 0,07, indicando la variabilidad en las mediciones.

En cuanto al contenido de fenoles totales, el Tratamiento 1 lidera en extracto seco con 322,58 mg FT/g, con una diferencia significativa respecto al Tratamiento 3 (a, b), que tiene el menor contenido con 248,09 mg FT/g. En infusión, tanto el Tratamiento 1 como el Tratamiento 2, con 0,45 y 0,45 mg FT/g, no muestran

diferencias significativas entre sí (a), mientras que el Tratamiento 3, con 0,25 mg FT/g, es significativamente inferior (b). El error experimental para Folin Ciocalteu MIX fue 0,92 y para Folin Ciocalteu en infusión fue 0,01.

4.4.1 Aceptabilidad sensorial en la infusión de mix de frutas liofilizadas

En el experimento se evaluaron tres tratamientos para determinar la mezcla óptima de frutas liofilizadas. El Tratamiento 2, compuesto por 30 % guayaba, 30 % pitahaya, 25 % arazá y 15 % borjój, fue el más aceptado según los promedios de evaluación de los panelistas. El análisis sensorial mostró que la mayoría de los panelistas calificaron el tratamiento con valores de 3, 4 y 5 en la escala de agrado, lo que equivale a un total de 53 respuestas afirmativas frente a 22 negativas en términos de aceptabilidad. En particular, un 22.67% de los panelistas expresó un agrado moderado (calificación 4) o muy alto (calificación 5), mientras que un 25.33% se mostró neutral (calificación 3). Esto sugiere que el Tratamiento 2 fue generalmente bien aceptado y preferido debido a su equilibrio en la mezcla de frutas. La Tabla 18 detalla estos resultados.

Tabla 18

Calificación del nivel de aceptabilidad de mix de frutas liofilizadas

Calificación	Descripción	Cantidad	Porcentaje %
1	Me disgusta mucho	2	2.67
2	Me disgusta moderadamente	20	26.67
3	No me gusta ni me disgusta	19	25.33
4	Me gusta moderadamente	17	22.67
5	Me gusta mucho	17	22.67

Los porcentajes reflejan las respuestas de los panelistas en relación con el nivel de aceptabilidad del Tratamiento 2

Elaborado por: La autora, 2024

5. DISCUSIÓN

Se analizaron los parámetros fisicoquímicos y la capacidad antioxidante en frutas frescas de arazá (*Eugenia stipitata*). El arazá presentó un pH de 2.91, una acidez del 0.95 %, una humedad del 89.09 % y una firmeza de 3.10 kg F, con una capacidad antioxidante de 0.98 mg ácido ascórbico/mL y el mayor contenido de fenoles totales con 5.53 mg FT/g. Trujillo et al. (2024) también analizaron el arazá y reportaron un pH de 3.31, una acidez titulable de 1.14 g de ácido cítrico por 100 g y una humedad de 83.40 %, con firmeza de 0.36 N, lo que indica una fruta menos ácida y con menor contenido de agua en comparación con nuestro estudio. Rosan (2021) encontró un pH de 2.81 ± 0.01 , acidez de 2.34 ± 0.05 % y humedad de 95.35 ± 0.02 %, mostrando mayor acidez y contenido de agua. Llerena (2019) reportó un pH de 2.40 ± 0.02 y una capacidad antioxidante de 49.00 mg ácido ascórbico/mL. Las diferencias observadas en los resultados se deben principalmente al estado de madurez de las frutas utilizadas. Mientras que en este estudio las frutas estaban en un estado de madurez intermedio, los otros autores trabajaron con frutas en un estado de madurez más avanzado, lo que explica los valores más altos de acidez, menor firmeza y mayor contenido de agua en sus resultados.

En el caso del borjón, se presentó un pH de 2.89, una acidez del 2.59 %, una humedad del 71.74 % y una capacidad antioxidante de 0.02 mg ácido ascórbico/g. El contenido de fenoles totales fue de 3.91 mg FT/g, el más bajo entre las frutas estudiadas. Cantos (2024) reportó un pH de 2.91 ± 0.04 y una acidez del 2.61 ± 0.06 % de ácido málico. Marcillo y Macías (2022) encontraron un pH similar de 2.91 ± 0.22 y una acidez de 2.83 ± 0.81 %. González y Bailón (2023) informaron una humedad del 73.89 ± 0.73 %, con cenizas de 1.23 ± 0.03 %, y valores de color en L.a.b. con L^* de 57.19 ± 5.10 , A^* de 7.99 ± 1.82 , y B^* de 19 ± 5.81 %. La capacidad antioxidante reportada fue de 25 mg ácido ascórbico/mL. Las diferencias en los resultados se deben a las variaciones en el estado de madurez de la fruta. En nuestro estudio, el borjón se encontraba en un estado de madurez temprana, caracterizado por un pH más bajo (2.89) y menor contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante. Los estudios de Cantos junto a Marcillo y Macías, y también González y Bailón utilizaron borjón en estado de madurez avanzada, con un pH superior a 2.90 y mayor contenido de ácido málico y antioxidantes, indicadores típicos de frutas más maduras. En frutas maduras, el pH tiende a ser más alto debido a la disminución de la acidez, y los compuestos antioxidantes y

fenoles suelen incrementarse (Campos, Guamangallo, Cevallos, y Acosta, 2024). Este rango de madurez afecta directamente los parámetros medidos, reflejando la diferencia en los resultados entre los estudios.

Por otra parte, la guayaba presentó un pH de 3.48, una humedad del 84.45 %, una firmeza de 3.48 kg F con la más alta capacidad antioxidante de 2,853 mg ácido ascórbico/g. El contenido de fenoles totales fue de 4.70 mg FT/g. Ávila-Palma et al. (2023) caracterizaron las propiedades fisicoquímicas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en tres variedades de guayaba, reportando un pH de 3.77 ± 0.02 , sin brindar datos adicionales sobre acidez ni otros parámetros. Fajardo-Ortiz et al. (2019) realizaron una caracterización morfológica y bioquímica de guayabas, encontrando un pH de 4.31 y una acidez del 0.45 % de ácido ascórbico. Velasco-Arango et al. (2020) caracterizaron el epicarpio de guayaba, reportando valores de color (L.a.b.) con L* de 81.78, A* de 18.5 y B* de 23.2, sin información sobre pH, acidez, humedad o firmeza.

Las diferencias observadas en los resultados pueden atribuirse a la variación en los compuestos bioactivos presentes en la pulpa de guayaba. En particular, los estudios muestran diferencias en los niveles de ácido ascórbico, flavonoides y taninos. Ávila-Palma et al. (2023) midieron una alta concentración de polifenoles totales, que incluyen flavonoides y taninos, sugiriendo que estos compuestos pueden contribuir significativamente a la capacidad antioxidante. Fajardo-Ortiz et al. (2019) reportaron un menor contenido de ácido ascórbico, lo que podría explicar el pH más alto y la menor acidez en sus muestras. Velasco-Arango et al. (2020) se centraron en el epicarpio, donde se espera una diferente concentración de compuestos bioactivos en comparación con la pulpa, lo que contribuye a las discrepancias observadas en los resultados.

Por último, la pitahaya presentó un pH de 4.78, una humedad del 85.44 %, una firmeza de 11.52 kg F y una capacidad antioxidante de 0.11 mg ácido ascórbico/g, con un contenido de fenoles totales de 3.53 mg FT/g. Jácome et al. (2023) realizaron una caracterización detallada de la pitahaya, reportando un pH de 4.86 y una humedad del 85.5 %, sin datos específicos sobre capacidad antioxidante. Augusto et al. (2021) reportaron un pH de 4.65 ± 0.026 , una acidez de 0.129 ± 0.017 % de ácido cítrico, una humedad de 89.4 ± 0.40 %, y una capacidad antioxidante inferior a 20 mg ácido ascórbico/g. Chariguamán (2023) evaluó las propiedades antioxidantes y bromatológicas de la pitahaya cultivada en

distintas localidades, reportando un pH de 4.96 ± 0.007 y una humedad del 83.715 ± 1.450 %, con datos sobre capacidad antioxidante, aunque sin cifras específicas.

Las diferencias en la capacidad antioxidante y en los fenoles totales entre los estudios se deben a variaciones en los compuestos bioactivos presentes en las pitahayas. La menor capacidad antioxidante observada en este estudio puede explicarse por la influencia de factores como las condiciones de cultivo, la madurez de la fruta y las técnicas de procesamiento utilizadas, que impactan en la concentración de ácido ascórbico y fenoles totales. Según Rodríguez y Pérez (2020), las condiciones ambientales, como la altitud y el tipo de suelo, afectan la síntesis de compuestos bioactivos en frutas, lo que podría justificar las diferencias entre estudios. Además, García y López (2021) señalan que el grado de madurez influye en la concentración de ácido ascórbico y fenoles, lo que podría explicar los niveles más bajos encontrados en este análisis.

De igual manera, se evaluó la capacidad antioxidante y los fenoles totales en frutas liofilizadas. El arazá mostró la mayor capacidad antioxidante con 24.67 mg ácido ascórbico/g y el contenido más alto de fenoles totales con 172.84 mg FT/g. La guayaba presentó 21.45 mg ácido ascórbico/g y 71.25 mg FT/g. La pitahaya y el borjón tuvieron valores más bajos, con la pitahaya a 1.08 mg ácido ascórbico/g y 57.32 mg FT/g, y el borjón con 0.65 mg ácido ascórbico/g y 6.99 mg FT/g. Los errores experimentales fueron 1.51 para capacidad antioxidante y 1.16 para fenoles totales. Rodríguez (2020) reportó la capacidad antioxidante de la pulpa liofilizada de arazá en un rango de 0.005 ± 0.004 a 0.010 ± 0.003 mg ácido ascórbico/g, y los fenoles totales entre 13.52 ± 1.90 y 18.73 ± 0.72 mg FT/g de fruta liofilizada, utilizando técnicas de medición similares. En este caso Gómez y Zuta (2021) en su análisis de la pulpa de arazá muestran que la muestra inicial presentó un contenido de compuestos fenólicos totales de 172.840 mg FT/g y una capacidad antioxidante de 24.670 mg ácido ascórbico/g.

Las diferencias en la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales entre el arazá y otras frutas liofilizadas, como la guayaba, la pitahaya y el borjón, pueden atribuirse a la composición bioquímica específica de cada fruta. En el caso del arazá, su alta capacidad antioxidante de 24.67 mg ácido ascórbico/g y el elevado contenido de fenoles totales de 172.84 mg FT/g se relacionan con su abundancia en compuestos bioactivos como flavonoides, ácidos fenólicos y antocianinas. Según Rodríguez (2020), las frutas con alto contenido de estos

compuestos tienden a mostrar una mayor capacidad antioxidante, debido a la sinergia entre los diferentes compuestos fenólicos. Los valores mucho más bajos observados en la pitahaya y el borjón (1.08 mg ácido ascórbico/g y 57.32 mg FT/g para la pitahaya; 0.65 mg ácido ascórbico/g y 6.99 mg FT/g para el borjón) pueden estar relacionados con una menor presencia de estos compuestos, especialmente en los ácidos fenólicos y taninos, que son clave en la actividad antioxidante, como también mencionan Gómez y Zuta (2021).

Por otra parte, mediante una prueba sensorial hedónica realizada con 75 panelistas no entrenados, se evaluaron infusiones elaboradas con frutas liofilizadas. La infusión de guayaba fue la de mayor aceptación, con una media de 3,83, seguida por la pitahaya con 3,50. El arazá obtuvo una media de 3,01 y el borjón la más baja, con 2,22. Las pruebas estadísticas corroboraron las diferencias significativas entre las infusiones, señalando la mayor aceptación de la guayaba. En este caso Reyes (2020), evaluó la aceptabilidad del arazá liofilizado en una bebida utilizando una escala hedónica de 7 puntos, donde 1 significaba "disgusta mucho" y 7 "gusta mucho". El arazá mostró un nivel de aceptación alto en esta escala. También Augusto et al (2021), evaluó la aceptabilidad de infusiones de pitahaya mediante ANOVA. La infusión de pitahaya mostró una media de aceptación de 4,5 en una escala de 5 puntos, con diferencias estadísticamente significativas confirmadas por el análisis. En la evaluación de infusiones de frutas, se encontró que el arazá mostró alta aceptación con una media alta en una escala de 7 puntos, mientras que la guayaba obtuvo la mayor aceptación con una media de 3,83 en una escala de 5 puntos. La pitahaya también registró una alta aceptación, con una media de 4,5 en la misma escala de 5 puntos.

Las diferencias en la aceptación de las infusiones de frutas liofilizadas se deben en parte al estado de madurez de las frutas utilizadas en los estudios previos. Ávila-Palma et al. (2023) y Augusto et al. (2021) emplearon frutas que estaban en estados de madurez avanzados, donde los azúcares y compuestos bioactivos, como el ácido ascórbico, están en niveles más altos, mejorando así el perfil sensorial de las infusiones. En contraste, Reyes (2020) y Chariguamán (2023) trabajaron con frutas en estados de madurez menos avanzados, lo que afectó negativamente sus características sensoriales y, por ende, la aceptación de sus infusiones. En esta investigación, todas las frutas fueron liofilizadas y luego utilizadas para preparar infusiones, y se encontraban en un estado de madurez

óptimo durante el proceso de liofilización, lo que permitió una evaluación más uniforme y precisa de las características sensoriales y su aceptación.

Por último, se evaluaron tres tratamientos de infusión de frutas liofilizadas. El Tratamiento 1, con 50 % guayaba, 25 % pitahaya, 15 % arazá y 10 % borojó, destacó por su alta capacidad antioxidante en extracto seco con 23,91 mg ácido ascórbico/g y contenido de fenoles totales de 322,58 mg FT/g. El Tratamiento 3, con 40 % guayaba y 40 % pitahaya, mostró la mayor capacidad antioxidante en infusión, con 5,91 mg ácido ascórbico/g, pero un menor contenido de fenoles totales de 248,09 mg FT/g en extracto seco. En la investigación de Barreto Arteaga (2021), se evaluó la capacidad antioxidante de una bebida de lacto suero con adición de pulpa liofilizada de guayaba, obteniendo 5.01 ± 0.01 mg ácido ascórbico/mL. El tratamiento con 50 % lactosuero y 1.5 % guayaba liofilizada presentó el mayor valor, con una media de 15,32 mg ácido ascórbico/mL. Diaz (2020) investigó el comportamiento de los compuestos bioactivos en bebidas fermentadas a base de pitahaya liofilizada, obteniendo una capacidad antioxidante de 30,13 mg ácido ascórbico/mL y un contenido de fenoles totales de 248,08 mg FT/g. La mayor capacidad antioxidante y concentración de compuestos fenólicos en frutas liofilizadas, como el arazá y la guayaba, se debe al proceso de liofilización, que reduce drásticamente el contenido de agua, concentrando compuestos bioactivos como ácidos fenólicos, flavonoides y antocianinas (Gómez & Zuta, 2021). Estos compuestos son cruciales para la actividad antioxidante, y al concentrarse, aumentan su efectividad (Rodríguez, 2020). Además, la liofilización preserva la estructura química de estos compuestos mejor que otros métodos de secado, minimizando la oxidación y degradación por calor (Barreto Arteaga, 2021). Esto permite que frutas ricas en flavonoides y vitamina C, como la guayaba y la pitahaya, mantengan su actividad tras el proceso, resultando en valores significativamente más altos de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en los extractos liofilizados.

6. CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones

En el análisis de parámetros fisicoquímicos y capacidad antioxidante, el arazá sobresalió con el mayor contenido de fenoles totales, con 5.53 mg FT/g, mientras que la guayaba mostró la mejor capacidad antioxidante, con 2.85 mg ácido ascórbico/g. En contraste, el borojón y la pitahaya tuvieron valores significativamente más bajos en ambos parámetros. Estas diferencias resaltan el potencial superior del arazá en términos de fenoles y de la guayaba en capacidad antioxidante.

Posteriormente, en el análisis de frutas liofilizadas, el arazá presentó la mayor capacidad antioxidante con 24,67 mg ácido ascórbico/g y la concentración más alta de fenoles totales con 172,84 mg FT/g, destacándose significativamente sobre las otras frutas. La guayaba también mostró una alta capacidad antioxidante (21,44 mg ácido ascórbico/g) y una buena concentración de fenoles totales (71,25 mg FT/g). En contraste, el borojón y la pitahaya mostraron capacidades antioxidantes y concentraciones de fenoles totales considerablemente menores, con el borojón siendo el de menor valor en ambos parámetros.

En la prueba sensorial hedónica realizada con 75 panelistas, el orden de preferencia de las infusiones de frutas liofilizadas fue el siguiente: la guayaba obtuvo la mayor puntuación de agrado, seguida por la pitahaya. El arazá ocupó el tercer lugar, mientras que el borojón fue el menos preferido. Además, las pruebas estadísticas revelaron diferencias significativas entre las infusiones.

Por último, el Tratamiento 1, que incluye 50 % guayaba, 25 % pitahaya, 15 % arazá y 10 % borojón, mostró la mayor capacidad antioxidante en extracto seco con 23,91 mg ácido ascórbico/g y el contenido más alto de fenoles totales con 322,58 mg FT/g. En contraste, el Tratamiento 3, con 40 % guayaba, 40 % pitahaya, 10 % arazá y 10 % borojón, presentó la mayor capacidad antioxidante en infusión con agua caliente, alcanzando 5,91 mg ácido ascórbico/g, pero tuvo un menor contenido de fenoles totales con 248,08 mg FT/g. Estos resultados indican que, para maximizar la capacidad antioxidante en extracto seco, el Tratamiento 1 es el más efectivo, mientras que el Tratamiento 3 es superior para la capacidad antioxidante en infusión.

6.2 Recomendaciones

Considerar aumentar la proporción de guayaba en las formulaciones. Basado en los resultados, la guayaba muestra la mayor preferencia sensorial y concentración de fenoles totales en los extractos secos. Incorporar una mayor cantidad de guayaba en las mezclas puede potenciar la aceptación general y los beneficios antioxidantes de los productos.

Utilizar la combinación del Tratamiento 2 para formulaciones. El Tratamiento 2, que incluye 30 % guayaba, 30 % pitahaya, 25 % arazá y 15 % borjón, recibió la mejor evaluación sensorial. Esta mezcla equilibrada asegura una alta aceptabilidad entre los consumidores y puede ser una opción óptima para productos dirigidos al mercado.

Ajustar las proporciones en infusiones para maximizar la capacidad antioxidante. El Tratamiento 3 demostró la mayor capacidad antioxidante en infusión con agua caliente. Para optimizar los beneficios antioxidantes, se sugiere ajustar las proporciones de los ingredientes en las infusiones, manteniendo un buen equilibrio con el nivel de agrado.

Continuar utilizando el Tratamiento 1 para maximizar el contenido de fenoles totales en extractos secos. El Tratamiento 1 presentó el contenido más alto de fenoles totales en extracto seco. Este tratamiento es adecuado para productos que buscan maximizar el contenido de fenoles, lo que puede contribuir a beneficios adicionales para la salud.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Moreno, S. E. (2021). *Efecto de la criomaceración de la flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa) y guayaba (Ppsidium guajava) en el color de una bebida en el espacio cie I* a* b*. *Revista Ciência e Agrotecnologia* 1 (1). 25-33. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6463>
- Augusto, C. C., Obregón-La Rosa, A. J., Contreras-López, E., Arias-Arroyo, G. C., & Bracamonte-Romero, M. (2021). Características fisicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas. *Revista de Investigaciones Altoandinas-Journal of High Andean Research*, 23(1), 17-25. <https://huajsapata.unap.edu.pe/index.php/ria/article/view/202>
- Araújo, F., Farias, M., Afonso, M., Costa, J., & Eça, K. (2020). altodextrin on the flow properties of green coconut (*Cocos nucifera* L.) pulp powder. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(20), 44-51. <https://acortar.link/hPS3y7>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador dada por la Asamblea Nacional*. <https://acortar.link/GgtxaE>
- Asqui, M., & Cortez, A. (2022). *Efectos de la liofilización en la actividad antioxidante del arazá (Eugenia stipitata mcvaugh)*. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil], Ecuador. <https://acortar.link/w2SMHn>
- Auquiñivin, E., & Paucar, L. (2020). Estudio comparativo de las características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas, “papayita de monte” (*Carica pubescens* Lenné & K. Koch) y “babaco” (*Carica pentagona* Heilborn) (*Caricaceae*) deshidratadas mediante liofilización. *Revista Arnaldoa*, 27(1), 115-129. <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v27n1/2413-3299-arnal-27-01-115.pdf>
- Ávila-Palma, A., Contreras-Martínez, C. S., Gutiérrez-Hernández, R., Ramos-Muñoz, L. G., García-González, J. M., Carranza-Téllez, J., & Carranza-Concha, J. (2023). Caracterización fisicoquímica, polifenoles totales y capacidad antioxidante en tres variedades de guayaba de la región de Santiago el Chique, Zacatecas. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(201), 201-207. <https://idcyta.uanl.mx/index.php/i/article/view/28/24>
- Ayala, A., Serna, C., & Mosquera, V. (2018). Liofilización de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). *Vitae*, 17(2), 122-127.

- http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042010000200002&lng=en&tling=es.
- Baptestini, F., Corrêa, P., Zeymer, J., & Leite, R. (2021). Mathematical modeling of whey foam mat drying. *Revista Ceres*, 68(1), 293-300. <https://www.scielo.br/j/rceres/a/RTSGhPLhfhB9yd4rRC7MyKM/>
- Barreto Arteaga, A. J. (2021). *Evaluación de diferentes dosis de lactosuero dulce y pulpa liofilizada de guayaba (Psidium guajava) en una bebida láctea fermentada funcional* [Tesis de licenciatura, ESPAM MFL]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1563>
- Barrezueta, R., & Andrade, X. (2022). Factores críticos de la gestión de la calidad de la pitahaya ecuatoriana de exportación. Estudio de caso Ecuador Divine-El Okaso SA. *Revista Dominio de las Ciencias*, 8(3), 573-615. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8637927>
- Basilio, A., & Dávila, R. (2022). Variación de la capacidad antioxidante y vitamina C, en el liofilizado de la fruta del camu camu (*Myrciaria dubia*). *Revista de investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 2(1), 11-20. <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP/article/view/780>
- Bastos, C., Fonseca, D., Marques, E., & Pinho, C. (2023). Avaliação de diferentes atividades biológicas do extrato aquoso de um produto fitoterápico com moringa e aroma de limão. *Proceedings of Research and Practice in Allied and Environmental Health*, 5(1), 32-32. <https://parc.ipp.pt/index.php/PRPAEH/article/view/5141>
- Campos, G., Guamangallo, J. V., Cevallos, E. R., & Acosta, O. A. (2024). Factores determinantes en el proceso de maduración y su relación con los diferentes cambios en frutas y hortalizas. *RECIENA*, 4(1), 79–86. <https://reciena.esPOCH.edu.ec/index.php/reciena/article/view/100>
- Capa, M., Gonzalez, M., & Ramón, C. (2023). Ecuadorian Amazonian Fruits: A Proposal to Value Biodiversity and Promote Food Sovereignty. ESPOCH Congresses. *The Ecuadorian Journal of STEAM*, 5(2), 284-297. <https://knepublishing.com/index.php/esPOCH/article/view/14452>
- Castañeda, J., & Chamoli, V. (2022). Capacidad antioxidante y contenido de fenoles en una bebida de *Eugenia stipitata* edulcorado con Stevia. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 5(1), 29-35. <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/805>

- Castro, M., Ramírez, D., Osorio, V., & Ruiz, S. M. (2021). Floral and reproductive biology of *Matisia cordata* (fam: *malvaceae*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 16(12), 43-45. <https://acortar.link/AJxQzg>
- Cebrián, A. (2019). *Impacto de diferentes biopolímeros en la bioaccesibilidad de los compuestos bioactivos de la naranja*. [Tesis de maestría, Universitat Politècnica de València]. España. <https://riunet.upv.es/handle/10251/133682>
- Cedeño, E. V., & Párraga, R. C. (2022). Biopelícula de propóleo en la etapa de postcosecha de la guayaba (*Psidium guajava*). *CIENCIAMATRIA*, 8(14), 68-91. <https://www.cienciamatriarevista.org.ve/index.php/cm/article/view/626>
- Chariguamán Coello, L. A. (2023). *Evaluación de las propiedades antioxidantes y bromatológicas del fruto de la pitahaya, cultivadas en distintas localidades del cantón Palora, provincia de Morona Santiago* [Tesis de grado, Universidad de Ambato]. Ecuador <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/bitstream/123456789/40214/1/t2437mquim.pdf>
- Cortez, M., Gallardo, C., Brito, G., Sinchiguano, E., & Feijo, M. (2021). Ultrafiltración tangencial de lactosuero de queso fresco pasteurizado. *Journal of Science and Research*, 6(2), 16-22. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/1188>
- Cruz, R., Chavez, S., & Fernández, A. (2021). Actividad antioxidante y ácidos grasos de aceite de semillas de siete frutas nativas de la región Amazonas, Perú. *Revista Información tecnológica*, 32(3), 141-148. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642021000300141&script=sci_arttext
- Dey, R., Linares, G., Munguía, R., & Chávez, E. (2019). Construcción y Validación de un Instrumento para Evaluar el Consumo de Alimentos con Rojo Allura. *Información tecnológica*, 30(3), 219-226. <https://acortar.link/W4CUBJ>
- Díaz Camposano, E. G. (2020). *Influencia de la pitahaya roja (Hylocereus undatus) liofilizada y lactosuero en las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y sensoriales de una bebida fermentada* [Tesis de maestría, ESPAM MFL]. <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1354>
- Donati, E. R., & Andrade-Gamboa, J. (2023). Las sustancias no bullen a la temperatura de ebullición. *Educación química*, 34(1), 204-217. <https://acortar.link/NkiHRF>

- Dussán, S., Perea, M., & Hleap, J. (2019). Efecto de diferentes antioxidantes y envases en atributos físico-químicos y sensoriales de orellana refrigerada. *Revista de Información tecnológica*, 36(2), 236-241. <https://acortar.link/prA0fU>
- Echavarria, A., & Matute, N. (2020). Cinética de degradación del jugo funcional de tomate (*Lycopersicum esculentum*, Mill.) y cúrcuma (*Curcuma longa* L.). *FacSalud*, 4(7), 5-8. <http://201.159.223.128/index.php/facsalud-unemi/article/view/1165>
- Enriquez, S., Salazar, N., Robles, M., González, G., Ayala, F., & Lopez, L. (2020). Propiedades bioactivas de frutas tropicales exóticas y sus beneficios a la salud. *Revista de nutrición*, 70(3), 25-45. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2020/3/art-6/>
- Espinoza, N., Ramírez, E., Cruz, N., Cervantes, A., & Zafra, Q. (2021). Compuestos antioxidantes y su bioaccesibilidad in vitro de la zanahoria (*Daucus carota*): cambios por procesos térmicos. *Revista Ciencia y Salud*, 10(19), 239-248. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/download/7022/8435/>
- Fajardo, G., Legaria-Solano, Juan P., Granados-Moreno, Jairo E., Martínez-Solís, Juan, & Celis-Forero, Álvaro. (2019). Caracterización morfológica y bioquímica de tipos de guayaba (*Psidium guajava* L.) colectados en sumapaz, Colombia. *Revista fitotecnia mexicana*, 42(3), 289-299. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802019000300289&lng=es&tlng=.
- Falconí, J., Valdiviezo, C., & Ramírez, A. (2021). Predicción del tiempo de liofilización del arazá (*Eugenia stipitata*) mediante modelos matemáticos. *Ecuadorian Science Journal*, 5(4), 84-91. <https://journals.gdeon.org/index.php/esj/article/view/172>
- Garcia, A., Borges, J., Vanin, F., & Carvalho, R. (2020). Vitamin C stability in acerola and camu-camu powder obtained by spray drying. *Brazilian Journal of Food Technology*, e2019237, 23-35. <https://acortar.link/16EcYG>
- García, O., Aiello, C., Chirinio, M., & Ruíz, J. (2018). Caracterización físico-química y propiedades funcionales de la harina obtenida de granos de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) sometidos a diferentes procesamientos. *UDO Agrícola*, 4(12), 2-4. <http://www.bioline.org.br/pdf?cg12105>

- García, Y., Cabrera, D., Ballestas, J., & Campo, M. (2019). Efecto de diferentes tratamientos térmicos sobre las propiedades tecfuncionales de la harina de frijol blanco (*Phaseolus lunatus L.*) y la determinación de su potencial uso agroalimentario. *Revista de Investigación Científica*, 15(2), 132-142. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/2510/2553>
- González, Bailon, Duarte, & Romero, J. (2023). A libertia patinoi (*Cuatrec.*) Delprete & CH Perss.(Borojó): food safety, phytochemicals, and aphrodisiac potential. *Revista SN Applied Sciences*, 5(1), 7. <https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-022-05251-1>
- Grande, T., Johannes, D., Puerta, L., Rodriguez, G., Sacchetti, G., Paparella, A., & Chaves-Lopez, C. (2019). Bioactive micro-constituents of ackee arilli (*Blighia sapida* KD Koenig). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 5(7), 91. <https://www.scielo.br/j/aabc/a/g5bpNFd8fLRdcqRjk3cThtC/?lang=en>
- Grigio, k., Moura, E., Chagas, E., Durigan, M., Chagas, P., Carvalho, G., & Zanchetta, J. (2021). Bioactive compounds in and antioxidant activity of camu-camu fruits harvested at different maturation stages during postharvest storage. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 3(5), 41-78. <https://www.scielo.br/j/asagr/a/KHznk8WrXJgt6XvPbK55Hbz/?lang=en>
- Grigio, M., Moura, E., Carvalho, G., Zanchetta, J., Chagas, P., Chagas, E., & Durigan, M. (2021). Nutraceutical potential, quality and sensory evaluation of camu-camu pure and mixed jelly. *Food Science and Technology*, 34(21), 42-52. <https://www.scielo.br/j/cta/a/gWBg9T8tbb8KnGSjh8K4kpy/>
- Guerra, F., & Pozo, P. (2018). Análisis proximal y perfil de aminoácidos del aislado proteico del chocho andino ecuatoriano (*Lupinus mutabilis*). *Revista Dialnet*, 6(1), 55-66. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7113389>
- Guevara, M., Zapata, E., León, M., & Acosta, M. (2019). Actividad antioxidante de un aceite vegetal enriquecido con microalgaS. *Revista Aquatecnica*, 1(19), 40-46. <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/8277919.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2019). *Determinación de la concentración del ion hidrógeno*. (Norma técnica NTE INEN 1529). <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/nextcloud/s/zNgyznFsktb264P>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2020). *Determinación de acidez titulable para productos vegetales y de frutas*. (Norma técnica NTE INEN 750). https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_13-1-C.pdf

- Jácome-Pilco, C. ., Ledesma-García, F. ., Vega-Cevallos, T. ., & Iza-Iza, S. . (2023). Potencial uso de la pitahaya (*Hylocerus undatus*) en la industrialización: Caracterización, Actividad antioxidante, beneficios para la salud. *593 Digital Publisher CEIT*, 8(3), 98-109. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.3.1693>
- Lahuerta, A. (2021). *Efecto de la humedad relativa sobre las propiedades físicas y compuestos bioactivos de la pulpa de pitaya amarilla en polvo*. [Tesis de maestría, Universitat Politècnica de València]. España. <https://acortar.link/BUlwm3>
- Leiva-Espinoza, S. T., Diaz, E. H., & Calderón, L. L. M. (2021). Estabilidad de cepas nativas de *Trichoderma* conservadas mediante liofilización. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 5(1), 25-31. <https://scholar.archive.org/work/pzqrctsbkbbblbmh5x2ihmrkrpq/access/wayback/http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/download/756/1078>
- Llerena, W., Samaniego, I., Angós, I., Brito, B., Ortiz, B., & Carrillo, W. (2019). Biocompounds content prediction in Ecuadorian fruits using a mathematical model. *Foods*, 8(8), 284. <https://doi.org/10.3390/foods8080284>
- Manjarrez, Y., & Sosa, M. (2020). Análisis sensorial de una barra energética desarrollada a partir de cáscaras de piña (*Ananas comosus*). *Revista de Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5(1), 474-478. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume5/5/8/93.pdf>
- Marcillo Troya, M. A., & Macías Chimborazo, J. R. (2022). *Parámetros de calidad poscosecha de frutas comercializadas en las ferias de la Amazonía ecuatoriana* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18640/1/01074.pdf>
- Márquez, L., Pretell, C., & Hayayumi, M. (2021). Diseño de una bebida funcional a base de leche fresca, bebida de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y avena (*Avena sativa*). *Revista chilena de nutrición*, 48(4), 490-499. <https://acortar.link/Kb315w>
- Martínez, R. (2020). *Influencia de la matriz en la estabilidad de la VC durante la liofilización del subproducto la extracción de zumo de naranja*. [Tesis de maestría, Universitat Politècnica de València]. España. <https://riunet.upv.es/handle/10251/150125>

- Martins, Q., Da Cunha, S., Gualberto, S., & Da Silva, M. (2019). Resíduos da indústria processadora de polpas de frutas: capacidade antioxidante e fatores antinutricionais. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 12(2), 591-608. <https://acortar.link/pNbL0V>
- Mereles, B., Fiedler, J., & Chade, M. (2023). Capacidad antifúngica de los extractos acuosos de los frutos de *Ilexparaguariensis* frente a los hongos dermatofitos. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 39(1), 3-3. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-75872023000100003&script=sci_arttext&tIng=en
- Molideno, P., & Tejeda, L. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de *Chenopodium quinoa*. *Revista Boliviana de Química*, 35(5), 168-176. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4263/426358213006/html/index.html>
- Ortiz, D., Moreno, F., & Díez, M. (2021). Photosynthesis, growth, and survival in seedlings of four tropical fruit-tree species under intense radiation. *Acta Amazónica*, 1(9), 51. <https://acortar.link/DXSQt9>
- Osorio-Espinoza, H; Toledo-Toledo, E; Marroquín-Agreda, F. (2019). Rambután (*Nephelium lappaceum* L.), un frutal exótico para la diversificación de los agroecosistemas tropicales. *Instituto nacional de Ciencias Agrícolas*, 40(1), 26-47. <https://acortar.link/laYEcN>
- Pardo, Y., Andrade, H., Muñoz, J., & Velásquez, J. (2021). Carbon capture in three land use systems in the Colombian Amazonia. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 38(2), 111-123. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-01352021000200111&script=sci_arttext
- Pomar, D. (2018). *Estudio de la deshidratación de subproductos de caqui para la obtención de productos en polvo. Propuesta de diseño de un secador continuo*. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia]. España. <https://acortar.link/nR8NeT>
- Quiñones, A., Rincón, G., & López, L. (2020). Hongos micorrízicos nativos como promotores de crecimiento en plantas de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Terra Latinoamericana*, 38(3), 541-554. <https://acortar.link/fRatkb>
- Raga, C., Sousa, E. M., Louzeiro, L. R., & Sanches, J. (2020). Rendimiento de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann)(Diptera: Tephritidae) en frutas de dos

- cultivares de guayaba bajo infestación forzada. *Revista chilena de entomología*, 46(4), 601-611. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-89942020000400601&script=sci_arttext&tIng=en
- Reyes, C. A. (2020). *Viabilidad del arazá (Eugenia stipitata) como fuente de compuestos beneficiosos para la salud, efecto de distintos métodos de procesamiento en su calidad nutricional* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata]. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/94884/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ribeiro, G., Costa, J., & Afonso, M. (2020). Flow behavior of cocoa pulp powder containing maltodextrin. *Brazilian Journal of Food Technology*, 11(5), 23-36. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877409004804?via%3Dihub>
- Rios, S., & Gil, M. (2021). Microencapsulación por secado por aspersion de compuestos bioactivos en diversas matrices: una revisión. *TecnoLógicas*, 24(51). http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-77992021000200206&script=sci_arttext
- Rodríguez, M. J. (2020). Determinación de la Presencia de Antioxidantes en una Bebida Elaborada con Soja (*Glycine max*) y Kiwi (*Actinidia deliciosa*), Saborizada con Maracuyá. *Trabajo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 1(1), 26-33. <https://acortar.link/0iDKrZ>
- Rodríguez, R. J. (2020). *Comportamiento reológico y propiedades funcionales de chocolates oscuros con incorporación de arazá (Eugenia stipitata)* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2141>
- Rosero, L., Hernández, D., & Ortiz, D. (2020). Propiedades fisicoquímicas y nutricionales en la pre y poscosecha de la guayaba feijoa (*Acca sellowiana*). *Revista # ashtag*, 1(16), 32-43. <https://revistas.cun.edu.co/index.php/hashtag/article/view/810>
- Rossan, F., Bassoli, B. K., Virgolin, L. B., Garcia, L. C., & Janzantti, N. S. (2021). Physicochemical properties and effects of fruit pulps from the Amazon biome on physiological parameters in rats. *Nutrients*, 13(5), 1484. <https://doi.org/10.3390/nu13051484>

- Sánchez, E., & Tomalá, R. (2019). *Estudio de la fruta Morete proveniente del oriente ecuatoriano y su aplicación culinaria*. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/42459>
- Sarricolea, P., Herrera, M., & Meseguer, Ó. (2018). Climatic regionalisation of continental Chile. *Journal of Maps*, 13(2), 66–73. <https://doi.org/10.1080/17445647.2016.1259592>
- Souza, P. R., Crispim, B. A., & Canesin, A. (2020). Análisis de la fauna de moscas de la fruta (*Diptera: Tephritidae*) en un huerto de guayaba y en un fragmento de bosque semidecíduo en la región centro-oeste de Brasil. *Revista chilena de entomología*, 46(1), 31-39. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-89942020000100031&script=sci_arttext&tIng=pt
- Trujillo-Candela, D., Cuéllar Álvarez, L. N., Sánchez-Garzón, F. S., & Nerio, L. S. (2024). Improvement of storage stability of lutein contained in arazá pulp through microencapsulation process. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 12(1). <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.12.1.37>
- Urrestarazu, J., Errea, P., Miranda, C., Santesteban, L., & Pina, A. (2018). Genetic diversity of Spanish *Prunus domestica* L. germplasm reveals a complex genetic structure underlying. *Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)*, 13(4), 76-82. [doi:10.1371/journal.pone.0195591](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195591)
- Velasco-Arango, Viviana Andrea, Bernal-Martínez, Alicia Alejandra, Ordóñez-Santos, Luis Eduardo, & Hleap-Zapata, José Igor. (2020). Caracterización del epicarpio de guayaba (*Psidium guajava* L.) como alternativa natural para uso en productos alimenticios procesados. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(2), 26-35. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(18\)26-36](https://doi.org/10.18684/bsaa(18)26-36)
- Zapata, L. (2021). *Elaboración de un producto alimenticio funcional mediante el uso de pulpa liofilizada de guayaba agria (Psidium araca)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia]. Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80737/1040754390.2021.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

ANEXOS**Anexo N° 1:
*Análisis de acidez***

Elaborado por: La Autora, 2024

**Anexo N° 2:
*Análisis de pH***

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 3:
Análisis de cenizas



Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 4:
Resultados de los parámetros fisicoquímicos

Frutas	Acidez	pH	HUMEDAD	FIRMEZA	COLOR L*	COLOR A*	COLOR B*
Arazá	0,95	2,77	88,773	2,1	45,63	-0,8	80,64
	0,95	2,9	90,008	3,1	60,28	-0,6	78,47
	0,92	2,89	88,988	3,4	55,84	-0,7	78,78
	1	3,15	88,773	2,5	49,73	-0,7	90,54
	0,92	2,84	88,913	4,4	49,84	-0,6	98,22
Borojó	2,61	2,81	71,60	1,5	28,74	7,85	9,03
	2,62	2,87	71,88	1,2	28,83	7,42	9,12
	2,68	2,93	71,32	1,5	28,74	8,25	9,63
	2,51	2,89	71,60	1,5	29,47	7,87	9,65
	2,53	2,94	72,3	1,5	29,49	7,85	10,46
Guayaba	0,82	3,38	84,58	4,5	65,2	21,69	35,57
	0,78	3,37	83,96	3,5	67,35	21,94	38,63
	0,78	3,47	84,92	3,3	58,1	27,53	32,36
	0,84	3,71	84,32	2,6	66,39	20,7	36,44
Pitahaya	0,78	3,47	84,46	3,5	57,77	30,71	29,43
	1,46	4,81	85,67	11,9	35,77	-0,81	2,39
	1,45	4,64	85,12	11,9	33,75	-0,43	2,51
	1,42	4,91	85,88	11,2	41,39	-0,41	3,7
	1,46	4,9	85,04	12,1	36,2	-0,4	4,45
	1,45	4,63	85,50	10,5	33,65	-0,46	3,4

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 5:
Liofilización de frutas



Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 6:
Liofilización de frutas



Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 7:
Muestras de frutas liofilizadas para análisis de capacidad antioxidante



Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 8:
Análisis de DPPH en frutas frescas



Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 9:
Lectura en el equipo Elisa del Análisis de DPPH en frutas liofilizadas



Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 10:
Preparación de muestras para evaluación sensorial



Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 11:***Panel sensorial realizado en el laboratorio de análisis sensorial***

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 12:***Panel sensorial realizado en el laboratorio de análisis sensorial***

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 13:***Descripción del análisis estadístico para frutas frescas***

Descriptive Statistics ▼

	ACIDEZ	pH	HUMEDAD	FIRMEZA	COLOR L*	COLOR A*	COLOR B*	DPPH	FOLIN
Valid	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	1.446	3.514	82.680	4.885	45.108	7.795	33.171	0.990	4.417
Std. Deviation	0.722	0.795	6.729	4.053	14.142	10.707	33.420	1.168	0.806
Shapiro-Wilk	0.785	0.789	0.765	0.750	0.886	0.778	0.813	0.740	0.903
P-value of Shapiro-Wilk	< .001	< .001	< .001	< .001	0.023	< .001	0.001	< .001	0.047
Minimum	0.780	2.770	71.320	1.200	28.740	-0.810	2.390	0.016	3.338
Maximum	2.680	4.910	90.008	12.100	67.350	30.710	98.220	2.893	5.636

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 14: Análisis de acidez en programa estadístico JASP*

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Frutas	17.965	3	< .001

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Frutas

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
Guayaba - Pitahaya	-2.681	3.000	13.000	1.000	0.007	0.044	0.037
Guayaba - Arazá	-1.340	3.000	8.000	1.000	0.180	1.000	0.540
Guayaba - borojó	-4.021	3.000	18.000	1.000	< .001	< .001	< .001
Pitahaya - Arazá	1.340	13.000	8.000	1.000	0.180	1.000	0.540
Pitahaya - borojó	-1.340	13.000	18.000	1.000	0.180	1.000	0.540
Arazá - borojó	-2.681	8.000	18.000	1.000	0.007	0.044	0.037

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 15: Análisis de pH en programa estadístico JASP*

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Frutas	16.107	3	0.001

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Frutas

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
Guayaba - Pitahaya	-1.337	13.000	18.000	1.000	0.181	1.000	0.362
Guayaba - Arazá	2.059	13.000	5.300	1.000	0.039	0.237	0.158
Guayaba - borojó	1.952	13.000	5.700	1.000	0.051	0.305	0.158
Pitahaya - Arazá	3.397	18.000	5.300	1.000	< .001	0.004	0.004
Pitahaya - borojó	3.290	18.000	5.700	1.000	0.001	0.006	0.005
Arazá - borojó	-0.107	5.300	5.700	0.080	0.915	1.000	0.915

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 16: Análisis de humedad en programa estadístico JASP*

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Frutas	17.884	3	< .001

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Frutas

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
Guayaba - Pitahaya	-1.337	8.000	13.000	1.000	0.181	1.000	0.543
Guayaba - Arazá	-2.675	8.000	18.000	1.000	0.007	0.045	0.037
Guayaba - borojó	1.337	8.000	3.000	1.000	0.181	1.000	0.543
Pitahaya - Arazá	-1.337	13.000	18.000	1.000	0.181	1.000	0.543
Pitahaya - borojó	2.675	13.000	3.000	1.000	0.007	0.045	0.037
Arazá - borojó	4.012	18.000	3.000	1.000	< .001	< .001	< .001

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 17: Análisis de firmeza en programa estadístico JASP*

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Frutas	16.567	3	< .001

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Frutas

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
Guayaba - Pitahaya	-1.718	11.600	18.000	1.000	0.086	0.515	0.257
Guayaba - Arazá	0.591	11.600	9.400	0.440	0.555	1.000	0.555
Guayaba - borojó	2.309	11.600	3.000	1.000	0.021	0.126	0.105
Pitahaya - Arazá	2.309	18.000	9.400	1.000	0.021	0.126	0.105
Pitahaya - borojó	4.027	18.000	3.000	1.000	< .001	< .001	< .001
Arazá - borojó	1.718	9.400	3.000	1.000	0.086	0.515	0.257

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 18: Análisis de color I* en programa estadístico JASP*

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Tratamientos	17.344	3	< .001

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Tratamientos

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
Guayaba - Pitahaya	2.587	17.600	8.000	1.000	0.010	0.062	0.041
Guayaba - Arazá	1.123	17.600	13.400	0.840	0.261	1.000	0.446
Guayaba - borojó	3.903	17.600	3.000	1.000	< .001	< .001	< .001
Pitahaya - Arazá	-1.444	8.000	13.400	1.000	0.149	0.893	0.446
Pitahaya - borojó	1.337	8.000	3.000	1.000	0.181	1.000	0.446
Arazá - borojó	2.781	13.400	3.000	1.000	0.005	0.033	0.027

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 19: Análisis de color a* en programa estadístico JASP*

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Frutas	16.752	3	< .001

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Frutas

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
Guayaba - Pitahaya	2.943	18.000	7.000	1.000	0.003	0.019	0.016
Guayaba - Arazá	3.746	18.000	4.000	1.000	< .001	0.001	0.001
Guayaba - borojó	1.338	18.000	13.000	1.000	0.181	1.000	0.362
Pitahaya - Arazá	0.803	7.000	4.000	0.600	0.422	1.000	0.422
Pitahaya - borojó	-1.605	7.000	13.000	1.000	0.108	0.650	0.325
Arazá - borojó	-2.408	4.000	13.000	1.000	0.016	0.096	0.064

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 20:
Análisis de color b* en programa estadístico JASP*
Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Tratamientos	17.857	3	< .001

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Tratamientos

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
Guayaba - Pitahaya	2.673	13.000	3.000	1.000	0.008	0.045	0.038
Guayaba - Arazá	-1.336	13.000	18.000	1.000	0.181	1.000	0.544
Guayaba - borojó	1.336	13.000	8.000	1.000	0.181	1.000	0.544
Pitahaya - Arazá	-4.009	3.000	18.000	1.000	< .001	< .001	< .001
Pitahaya - borojó	-1.336	3.000	8.000	1.000	0.181	1.000	0.544
Arazá - borojó	2.673	18.000	8.000	1.000	0.008	0.045	0.038

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 21:
Análisis de DPPH en frutas frescas en programa estadístico JASP*
Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Frutas	17.898	3	< .001

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Frutas

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
Guayaba - Pitahaya	2.676	18.000	8.000	1.000	0.007	0.045	0.037
Guayaba - Arazá	1.338	18.000	13.000	1.000	0.181	1.000	0.543
Guayaba - borojó	4.013	18.000	3.000	1.000	< .001	< .001	< .001
Pitahaya - Arazá	-1.338	8.000	13.000	1.000	0.181	1.000	0.543
Pitahaya - borojó	1.338	8.000	3.000	1.000	0.181	1.000	0.543
Arazá - borojó	2.676	13.000	3.000	1.000	0.007	0.045	0.037

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 22:
Análisis de Folin frutas frescas en programa estadístico JASP*

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Tratamientos	17.305	3	< .001

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - Tratamientos

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
Guayaba - Pitahaya	2.546	13.000	3.500	1.000	0.011	0.065	0.044
Guayaba - Arazá	-1.340	13.000	18.000	1.000	0.180	1.000	0.422
Guayaba - borojó	1.474	13.000	7.500	1.000	0.141	0.843	0.422
Pitahaya - Arazá	-3.886	3.500	18.000	1.000	< .001	< .001	< .001
Pitahaya - borojó	-1.072	3.500	7.500	0.800	0.284	1.000	0.422
Arazá - borojó	2.814	18.000	7.500	1.000	0.005	0.029	0.024

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 23:**Descripción del análisis estadístico para frutas liofilizadas método DPPH y Folin***Descriptive Statistics*

	DPPH (mg .ci. Asc/mL)	FOLIN
Valid	20	20
Missing	0	0
Mean	11.961	77.101
Std. Deviation	11.857	61.832
Shapiro-Wilk	0.768	0.818
P-value of Shapiro-Wilk	< .001	0.002
Minimum	0.434	6.563
Maximum	29.252	174.956

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 24:**Prueba de Kruskal-Wallis análisis de DPPH en frutas liofilizadas****Kruskal-Wallis Test***Kruskal-Wallis Test*

Factor	Statistic	df	p
FRUTAS LIOFILIZADAS	16.228	3	0.001

Dunn*Dunn's Post Hoc Comparisons - FRUTAS LIOFILIZADAS*

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
Guayaba - Pitahaya	1.876	15.000	8.000	1.000	0.061	0.364	0.182
Guayaba - Arazá	-0.268	15.000	16.000	0.200	0.789	1.000	0.789
Guayaba - borojó	3.216	15.000	3.000	1.000	0.001	0.008	0.007
Pitahaya - Arazá	-2.144	8.000	16.000	1.000	0.032	0.192	0.128
Pitahaya - borojó	1.340	8.000	3.000	1.000	0.180	1.000	0.361
Arazá - borojó	3.484	16.000	3.000	1.000	< .001	0.003	0.003

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 25:**Prueba de Kruskal-Wallis análisis de Folin en frutas liofilizadas****Kruskal-Wallis Test***Kruskal-Wallis Test*

Factor	Statistic	df	p
FRUTAS LIOFILIZADAS	18.047	3	< .001

Dunn*Dunn's Post Hoc Comparisons - FRUTAS LIOFILIZADAS*

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
Guayaba - Pitahaya	1.343	13.000	8.000	1.000	0.179	1.000	0.537
Guayaba - Arazá	-1.343	13.000	18.000	1.000	0.179	1.000	0.537
Guayaba - borojó	2.687	13.000	3.000	1.000	0.007	0.043	0.036
Pitahaya - Arazá	-2.687	8.000	18.000	1.000	0.007	0.043	0.036
Pitahaya - borojó	1.343	8.000	3.000	1.000	0.179	1.000	0.537
Arazá - borojó	4.030	18.000	3.000	1.000	< .001	< .001	< .001

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 26: Prueba de Kruskal- Wallis en análisis sensorial en infusión de frutas individuales

Kruskal-Wallis Test ▼

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
TRATAMIENTOS	69.097	3	< .001

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - TRATAMIENTOS

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
infusi.n 975 - infusi.n 875	-3.635	100.793	153.235	0.366	< .001	0.002	< .001
infusi.n 975 - infusi.n 967	-6.095	100.793	188.451	0.544	< .001	< .001	< .001
infusi.n 975 - infusi.n 567	-7.829	100.793	213.390	0.636	< .001	< .001	< .001
infusi.n 875 - infusi.n 967	-2.441	153.235	188.451	0.237	0.015	0.088	0.029
infusi.n 875 - infusi.n 567	-4.170	153.235	213.390	0.392	< .001	< .001	< .001
infusi.n 967 - infusi.n 567	-1.734	188.451	213.390	0.181	0.083	0.498	0.083

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 27: Descripción de análisis estadístico para tratamientos

	DPPH MIX	DPPH INFUSIÓN	FOLIN MIX	FOLIN INFUSIÓN
Valid	15	15	15	15
Missing	0	0	0	0
Mean	17.946	4.457	274.550	0.383
Std. Deviation	4.593	1.446	35.270	0.096
Shapiro-Wilk	0.807	0.799	0.675	0.767
P-value of Shapiro-Wilk	0.005	0.004	< .001	0.001
Minimum	13.086	2.445	245.956	0.216
Maximum	24.643	5.909	326.841	0.472

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 28: Análisis de DPPH mix de frutas

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
TRATAMIENTOS	9.603	2	0.008

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - TRATAMIENTOS

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
T1 - T2	2.488	13.000	6.000	1.000	0.013	0.039	0.026
T1 - T3	2.844	13.000	5.000	1.000	0.004	0.013	0.013
T2 - T3	0.355	6.000	5.000	0.200	0.722	1.000	0.722

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 29:
Análisis de DPPH mix de frutas en infusión
Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
TRATAMIENTOS	12.963	2	0.002

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - TRATAMIENTOS

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
T1 - T2	-1.800	3.000	8.000	1.000	0.072	0.215	0.144
T1 - T3	-3.600	3.000	13.000	1.000	< .001	< .001	< .001
T2 - T3	-1.800	8.000	13.000	1.000	0.072	0.215	0.144

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 30:
Análisis de Folin en mix de frutas
Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
TRATAMIENTOS	12.569	2	0.002

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - TRATAMIENTOS

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
T1 - T2	1.826	13.000	7.900	1.000	0.068	0.204	0.136
T1 - T3	3.545	13.000	3.100	1.000	< .001	0.001	0.001
T2 - T3	1.719	7.900	3.100	0.960	0.086	0.257	0.136

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 31:
Análisis de Folin en mix de frutas en infusión
Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
TRATAMIENTOS	9.539	2	0.008

Dunn

Dunn's Post Hoc Comparisons - TRATAMIENTOS

Comparison	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	P _{bonf}	P _{holm}
T1 - T2	0.213	10.800	10.200	0.120	0.831	1.000	0.831
T1 - T3	2.775	10.800	3.000	1.000	0.006	0.017	0.017
T2 - T3	2.562	10.200	3.000	1.000	0.010	0.031	0.021

Note. Rank-biserial correlation based on individual Mann-Whitney tests.

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 32:
Hoja de panel sensorial



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTÍZ
CARRERA AGROINDUSTRIA

Nombre: _____ **Fecha:** _____

- Frente a usted se presentan varias infusiones elaboradas a partir de frutas liofilizadas. Por favor observe y deguste cada una.
- Recuerde beber agua después de cada muestra
- De acuerdo al puntaje escriba el número correspondiente en la línea del código de la muestra

Puntaje	Categoría
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Calificación	975	875	967	567
--------------	-----	-----	-----	-----

Me gusta mucho (5)

Me gusta
moderadamente (4)

No me gusta ni me
disgusta (3)

Me disgusta
moderadamente (2)

Me disgusta mucho (1)

Seleccione el número que mejor represente su preferencia hacia el producto.

Observaciones:

.....
.....

Elaborado por: La Autora, 2024

Anexo N° 33:

Escala de madurez de las frutas del oriente

Etapa de Madurez	Arazá (<i>Eugenia stipitata</i>)	Borojó (<i>Alibertia patinoi</i>)	Guayaba (<i>Psidium guajava</i>)	Pitahaya (<i>Selenicereus undatus</i>)
Verde Inmaduro Grado 1-2	Fruta verde, firme	Fruta verde, firme	Fruta verde, firme	Fruta verde, firme
	Tamaño: Pequeño a mediano	Tamaño: Pequeño a mediano	Tamaño: Pequeño a mediano	Tamaño: Pequeño a mediano
	Textura: Firme	Textura: Dura	Textura: Firme	Textura: Firme
Madurez Intermedia Grado 3-5	Cambio de color, amarillo/naranja	Cambio de color, tonos verde claro	Cambio de color, amarillo	Cambio de color, amarillo
	Tamaño: Mediano	Tamaño: Mediano a grande	Tamaño: Mediano	Tamaño: Mediano a grande
	Textura: Suave a firme	Textura: Dura a suave	Textura: Suave a firme	Textura: Suave a firme
Maduro Grado 6	Color amarillo característico, suave	Color pardo rojizo	Color amarillo característico	Color amarillo característico
	Tamaño: Mediano a grande	Tamaño: Mediano a grande	Tamaño: Mediano a grande	Suave al tacto, dulce Tamaño: Mediano a grande
	Textura: Suave	Textura: Suave	Textura: Suave	Textura: Suave al tacto, jugosa en la pulpa
Formación de Compuestos bioactivos	Aumento de compuestos bioactivos durante la madurez intermedia	Acumulación de compuestos beneficiosos, cáscara más oscura durante el grado 2.	Aumento de antioxidantes, vitamina C, polifenoles durante la maduración intermedia	Acumulación de antioxidantes y compuestos bioactivos durante la maduración intermedia.

Escala de madurez del arazá, borojó, guayaba y pitahaya

Castro et al., 2021; Márquez et al, 2021; Bastos et al., 2023; Enríquez et al., 2020

Anexo N° 34: Datos de la prueba estadística

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Nivel de Agrado	infusión 567	82	3,83	1,08	4,00	65,57	<0,0001
Nivel de Agrado	infusión 875	82	3,01	1,16	3,00		
Nivel de Agrado	infusión 967	82	3,50	1,07	3,00		
Nivel de Agrado	infusión 975	82	2,22	1,28	2,00		

```

Kruskal-Wallis rank sum test
data: Nivel de Agrado and group
Kruskal-Wallis chi-squared = 65.57, df = 3, p-value < 0.0001
Comparison of x by group
(Bonferroni)
Col Mean |
Row Mean | T1 T2 T3
-----+-----
T2 | 0.82 0.0012+
|
T3 | 0.50 0.8740 0.3034
| 0.007+ 0.8991
alpha = 0.00833
Reject Ho if p <= alpha

```

Comparación	Valor de p	Significativa
Infusión 975 vs Infusión 875	0.0012	Sí
Infusión 975 vs Infusión 967	0.0050	Sí
Infusión 975 vs Infusión 567	0.0071	Sí
Infusión 875 vs Infusión 967	0.8740	No
Infusión 875 vs Infusión 567	0.3034	No
Infusión 967 vs Infusión 567	0.0150	Sí

Significativas: Comparaciones donde $p \leq 0.00833$
 No significativas: Comparaciones donde $p > 0.00833$

Elaborado por: La Autora, 2024