



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

TEMA:

**Uso del extracto de dos variedades de camote (Ipomoea batatas)
como antioxidante en banano deshidratado.**

AUTORAS:

**Balda Cedeño, Doménica María
Ruiz Villavicencio, Rebeca Johanna**

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

TUTOR:

Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, M.Sc

Guayaquil, Ecuador

03 de marzo del 2026



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular, fue realizado en su totalidad por **Balda Cedeño, Doménica María y Ruiz Villavicencio, Rebeca Johanna**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial**.

TUTORA

f. _____

Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, M.Sc

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Paola Pincay Figueroa, M. Sc

Guayaquil, a los 03 del mes de marzo del año 2026



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

**Nosotras, Balda Cedeño, Doménica María
Ruiz Villavicencio, Rebeca Johanna**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, **Uso del extracto de dos variedades de camote (*Ipomoea batatas*) como antioxidante en banano deshidratado**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 03 del mes de marzo del año 2026

AUTORAS

f. 

Nombre: **Balda Cedeño, Doménica María**

C.C: **1315174340**

f. 

Nombre: **Ruiz Villavicencio, Rebeca Johanna**

C.C: **0955335781**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

AUTORIZACIÓN

**Nosotras, Balda Cedeño, Doménica María
Ruiz Villavicencio, Rebeca Johanna**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular, **Uso del extracto de dos variedades de camote (Ipomoea batatas) como antioxidante en banano deshidratado**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 03 del mes de marzo del año 2026

LAS AUTORAS:

f. 

Nombre: **Balda Cedeño, Doménica María**

C.C: **1315174340**

f. 

Nombre: **Ruiz Villavicencio, Rebeca Johanna**

C.C: **0955335781**

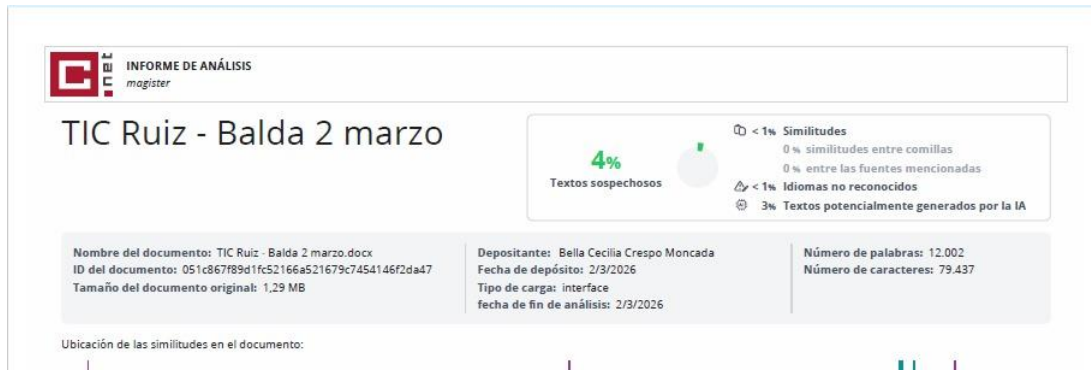


UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

CERTIFICADO DE COMPILATIO

Se revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Uso del extracto de dos variedades de camote (Ipomoea batatas) como antioxidante en banano deshidratado**, presentado por las estudiantes Balda Cedeño, Doménica María y Ruiz Villavicencio, Rebeca Johanna, de la carrera de Agroindustria, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 4 % de coincidencias, considerando ser aprobada.



Fuente: COMPILATIO-Usuario, Crespo Moncada, 2026

Certifica

Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, M.Sc

TUTOR

AGRADECIMIENTO

Al culminar esta etapa fundamental en nuestra formación profesional, queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a quienes hicieron posible la realización de este trabajo.

A Dios, por darnos la vida, la salud y la perseverancia necesaria para superar cada obstáculo y llegar a este momento con alegría y satisfacción.

A nuestra tutora, la Ing. Bella Crespo, por su guía experta, su tiempo y su dedicación. Gracias por confiar en nuestro proyecto y por orientarnos con su conocimiento y paciencia durante todo el desarrollo de esta investigación.

A nuestras familias, pilares fundamentales en nuestras vidas. Agradecemos su apoyo incondicional, su comprensión y por ser nuestra fuente constante de motivación y amor. Todo nuestro esfuerzo es dedicado a ustedes.

A nuestros compañeros de la carrera de Agroindustria, por los años compartidos, los trabajos en equipo y la amistad que surgió entre libros y laboratorios. Gracias por hacer del camino universitario una experiencia enriquecedora.

A los compañeros y amigos personales, por el apoyo moral, los ánimos constantes y por estar presentes brindándonos su amistad sincera, que ha sido un refugio de alegría fuera de la carga académica.

Finalmente, queremos agradecer nuestra mutua colaboración. Como compañeras de tesis, Doménica Balda y Rebeca Ruiz, reconocemos el esfuerzo, la paciencia y el respeto que ambas pusimos en este trabajo, se logró formar un equipo sólido que hoy ve los frutos de su dedicación.

DEDICATORIA

Doménica Balda:

Dedico este trabajo de titulación a Dios, por ser mi guía y darme la fuerza necesaria para culminar esta etapa.

A mis padres, Pedro Balda y María Dolores Cedeño, quienes han sido mi motor y mi mayor ejemplo de esfuerzo. Gracias por su amor incondicional, por sus sacrificios y por enseñarme que con perseverancia se alcanzan los sueños.

A mis hermanos, Pedro Balda y Andrés Balda, por su motivación constante y por impulsarme a obtener este título de tercer nivel. Su apoyo ha sido fundamental para no rendirme.

A mis abuelos, tíos y primos, por formar parte de mi esencia y por el orgullo con el que siempre han seguido mis pasos.

Finalmente, a mis amigos de Manta, por estar siempre presentes, por los ánimos en los momentos difíciles y por compartir conmigo la alegría de este logro.

Rebeca Ruiz:

Dedico este trabajo a mis padres y mi hermano por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificio a lo largo de mi formación académica. A mis familiares por su compañía, aliento y confianza permanente. A mis amigos, quienes, con su apoyo, palabras de ánimo y comprensión hicieron posible la culminación de esta etapa. A todos ellos, mi más sincero agradecimiento.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, M. Sc
TUTORA

f. _____

Ing. Paola Pincay Figueroa, M. Sc
DIRECTORA DE CARRERA

f. _____

Dr. Ema Nofret Moreno Veloz, M. Sc
COORDINADORA DE TITULACIÓN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

CALIFICACIÓN

f. _____

Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, M. Sc

TUTORA

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.1.3 Hipótesis.....	4
2 MARCO TEÓRICO	5
2.1 El Camote	5
2.1.2 Producción y disponibilidad en Ecuador del camote.	5
2.1.3 Compuestos bioactivos.....	6
2.1.4 Propiedades funcionales y beneficios para la salud.....	6
2.1.5 Potencial agroindustrial y disponibilidad en la región.	7
2.2 Variedades de camote	8
2.3 Propiedades antioxidantes de los compuestos del camote.....	9
2.3.1 Mecanismos antioxidantes.....	9
2.3.2 Estabilidad térmica de las antocianinas y carotenoides en el camote. ...	10
2.4 Sinergia entre Almidones y Compuestos Bioactivos.....	10
2.4.2 Influencia de la concentración y el tiempo de inmersión.	11
2.5 Deshidratación de alimentos	11
2.6 Proceso de Deshidratación del Banano.....	12
2.7 Deshidratación Convectiva y Control de Calidad en Rodajas de Banano	13
2.7.1 Química del Pardeamiento Enzimático en el Banano (Polifenol Oxidasa - PPO).....	13
2.7.2 Importancia de la deshidratación como método de conservación.	14
2.7.3 Principales técnicas de deshidratación.	15
2.7.4 Cambios físico, químicos y sensoriales asociados a la deshidratación.	15
2.7.5 Vulnerabilidad de los productos deshidratados a la oxidación.	16
2.8 Conservación de alimentos y procesos oxidativos.....	16
2.9 Concepto y objetivos de la conservación de alimentos.....	16
2.9.1 Oxidación lipídica y pardeamiento en productos deshidratados.....	16
2.9.2 Consecuencias de la oxidación en calidad sensorial, nutricional y vida útil.....	17
2.10 Definición de antioxidantes.....	17
2.10.1 Limitaciones y riesgos del uso de antioxidantes sintéticos en la industria alimentaria.....	17
2.11 Antecedentes del uso de extractos vegetales como antioxidantes	18

2.12 Casos de estudio con camote ricos en polifenoles/antocianinas	18
2.13 Sustentabilidad y aporte a los ODS	19
3 MARCO METODOLÓGICO.....	20
3.1 Ubicación del Ensayo	20
3.2 Condiciones climáticas de la zona.....	20
3.3 Tipo y diseño de investigación.....	21
3.4 Población y muestra.....	21
3.5 Diseño experimental.....	21
3.5.1 Materia prima utilizada.....	21
3.5.2 Fórmula de referencia.....	21
3.6 Combinaciones de tratamiento.....	22
3.7 Variables evaluadas	23
3.8 Materiales, equipos e insumos	23
3.8.1 Insumos.....	23
3.8.2 Materiales y equipos.....	23
3.9 Caracterización de la materia prima	24
3.9.1 Caracterización físico-química del banano.....	24
3.9.2 Caracterización microbiológica del banano.....	27
3.9.3 Caracterización del camote.....	28
3.9.4 Caracterización microbiológica de las dos variedades de camote.....	29
3.10 Procedimiento experimental	31
3.10.1 Metodología para la obtención del extracto de camote.....	31
3.10.2 Metodología para la aplicación del extracto y deshidratación de banano.....	33
3.11 Análisis microbiológicos, físicos y químicos.....	35
3.11.1 Determinación sensorial.....	35
3.11.2 Determinación de humedad.....	36
3.10.3 Determinación de la capacidad antioxidante.....	37
3.10.4 Determinación de <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> y levaduras.....	37
3.11 Costo beneficio	38
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1 Caracterización del banano fresco	40
4.2 Caracterización del camote	46
4.3 Microbiología de la materia prima.....	48
4.4 Caracterización de banano deshidratado	49
4.4.1 Humedad.....	49
4.4.2 Brix en banano deshidratado.....	51

4.4.3 Evaluación sensorial	52
4.5 Capacidad antioxidante	55
4.6 Análisis Microbiológicos	57
4.6.1 <i>Escherichia coli</i>	58
4.6.2 <i>Salmonella</i> spp.	58
4.6.3 Mohos y levaduras	58
4.7 Costos unitario de producción y análisis costo–beneficio	59
4.7.1 Costo de producción.	59
4.7.2 Costo beneficio.	60
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
5.1 Conclusiones.....	61
5.2 Recomendaciones.....	62
REFERENCIAS	64
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Formulación de referencia del banano con extracto de camote</i>	22
Tabla 2. <i>Tratamientos experimentales y tamaño muestral</i>	22
Tabla 3. <i>Formato de encuesta para el análisis sensorial</i>	36
Tabla 4. <i>Materiales y muestras utilizados en análisis de humedad</i>	37
Tabla 5. <i>Parámetros físicos y químicos del banano fresco (Musa paradisiaca)</i>	40
Tabla 6. <i>Análisis de varianza para la humedad (%) del banano fresco</i>	41
Tabla 7. <i>Análisis de varianza para cenizas (%)</i>	43
Tabla 8. <i>Análisis de varianza para sólidos solubles (°Brix)</i>	44
Tabla 9. <i>Análisis de varianza para acidez titulable (% ácido málico)</i>	45
Tabla 10. <i>Análisis de varianza para el índice de madurez</i>	46
Tabla 11. <i>Resultado promedio de humedad del camote</i>	46
Tabla 12. <i>Resultado promedio de cenizas del camote</i>	46
Tabla 13. <i>Resultados obtenidos del análisis microbiológico</i>	48
Tabla 14. <i>Resultados % de Humedad</i>	49
Tabla 15. <i>Estadísticos descriptivos de humedad</i>	49
Tabla 16. <i>Análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de humedad</i> ...	51
Tabla 17. <i>Contenido de sólidos solubles (°Brix) del banano deshidratado</i> .	51
Tabla 18. <i>Resultados de análisis sensorial</i>	52
Tabla 19. <i>Promedios y desviación estándar</i>	54
Tabla 20. <i>Comparación de medias</i>	55
Tabla 21. <i>Capacidad antioxidante de los tratamientos Seleccionados</i>	56
Tabla 22. <i>Promedio y desviación estándar de la capacidad antioxidante</i> ...	56
Tabla 23. <i>Resultado conteo de microorganismos</i>	57
Tabla 24. <i>Costos de materia prima</i>	59
Tabla 25. <i>Costo de materiales directos e indirectos</i>	59
Tabla 26. <i>Análisis costo–beneficio</i>	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Ubicación geográfica donde se realizó el estudio.</i>	20
Figura 2. <i>Humedad promedio del banano deshidratado</i>	50
Figura 3. <i>Grafica resultados de evaluación sensorial</i>	53
Figura 4. <i>Gráfico promedio de evaluación sensorial</i>	54
Figura 5. <i>Capacidad antioxidante de los tratamientos</i>	56

RESUMEN

El presente estudio evaluó el uso del extracto acuoso de dos variedades de camote (*Ipomoea batatas*), morado y amarillo, como agente antioxidante natural en banano deshidratado. El objetivo principal fue determinar la influencia del tipo de variedad y la concentración del extracto sobre las características físicas, microbiológicas, antioxidantes y sensoriales del producto final, como una alternativa natural para mejorar la calidad y estabilidad de productos deshidratados. La metodología abarcó la obtención del extracto de camote mediante secado y molienda del camote para su posterior maceración en agua destilada, seguido de la aplicación de diferentes concentraciones: 1 %, 5 % y 10 %, aplicados al banano antes del proceso de deshidratación a 70 °C hasta alcanzar humedad de equilibrio. Posteriormente, se llevaron a cabo análisis microbiológicos, físico-químicos y sensoriales, siguiendo normas técnicas INEN aplicables a productos deshidratados y metodologías estandarizadas. Los resultados del análisis de humedad evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos, manteniéndose todos dentro de los rangos permitidos para productos deshidratados, lo que demuestra la eficacia del proceso de secado. En el análisis microbiológico no se detectó presencia de *Escherichia coli* ni *Salmonella* spp., esto asegura la inocuidad del producto y el cumplimiento de la normativa vigente. Además, los tratamientos con extracto de camote al 10 %, especialmente en la variedad morada, mostraron una mayor capacidad antioxidante, atribuida a la presencia de compuestos fenólicos y antocianinas.

Palabras Clave: antioxidante, banano, camote, deshidratado, extracto.

ABSTRACT

The study evaluated the use of aqueous extracts from two sweet potato (*Ipomoea batatas*) varieties, purple and yellow, as a natural antioxidant agent in dehydrated banana. Its main objective was to determine how the variety type and extract concentration influenced the physical, microbiological, antioxidant, and sensory characteristics of the final product, proposing a natural alternative to improve the quality and stability of dehydrated foods. The methodology involved obtaining the sweet potato extract through drying and milling of the tubers, followed by maceration in distilled water. Three concentrations 1 %, 5 %, and 10 %, were applied to banana slices prior to dehydration at 70 °C until reaching equilibrium moisture. Subsequent microbiological, physicochemical, and sensory analyses were conducted following INEN technical standards for dehydrated products and other standardized methodologies. Moisture analysis revealed significant differences among treatments, although all remained within acceptable ranges for dehydrated foods, confirming the effectiveness of the drying process. Microbiological evaluation showed no presence of *Escherichia coli* or *Salmonella* spp., ensuring product safety and compliance with current regulations. Additionally, treatments containing 10 % sweet potato extract, particularly from the purple variety, exhibited higher antioxidant capacity, attributed to their phenolic compounds and anthocyanins.

Keywords: antioxidant, banana, sweet potato, dehydrated, extract, moisture.

1 INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria enfrenta actualmente el desafío de garantizar la seguridad y la calidad de los productos procesados, y poder llenar el mercado creciente de aquellos consumidores que están optando por alimentos libres de aditivos químicos. En este contexto, uno de los principales problemas asociados a los productos deshidratados es la oxidación lipídica y el pardeamiento no enzimático, procesos que afectan negativamente el color, el sabor, el aroma, la textura y, en consecuencia, la vida útil del alimento. Tradicionalmente, para contrarrestar estos fenómenos se han empleado conservantes y antioxidantes sintéticos como el butilhidroxitolueno (BHT) o el butilhidroxianisol (BHA). Sin embargo, diversos estudios han demostrado que su consumo prolongado puede estar relacionado con riesgos potenciales para la salud, lo cual ha impulsado la búsqueda de alternativas naturales y sostenibles (Álvarez *et al.*, 2023)

En este tenor, la *Ipomoea batatas*, conocido comúnmente como camote, se presenta como una materia prima de alto valor para la obtención de compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes. Esta raíz tuberosa, ampliamente cultivada en regiones tropicales y subtropicales, posee un perfil nutricional destacado, caracterizado por su contenido de carbohidratos complejos, fibra dietética, vitaminas (A, C, E) y minerales esenciales. Además, diferentes variedades de camote, especialmente las de pulpa amarilla y morada, son ricas en carotenoides y antocianinas, pigmentos naturales reconocidos por su alta capacidad para neutralizar radicales libres y proteger a los alimentos frente al deterioro oxidativo (Guerra & Torres, 2025).

El aprovechamiento del camote no se limita únicamente a su valor nutricional, sino que también se orienta hacia la extracción de metabolitos secundarios como polifenoles y flavonoides, los cuales presentan actividad antioxidante significativa. Estos compuestos, al ser incorporados en matrices alimentarias deshidratadas, podrían contribuir a retardar el proceso de oxidación y, de esta manera, extender la vida útil de los productos sin

comprometer su calidad sensorial. De igual manera, la utilización de extractos naturales derivados de *Ipomoea batatas* responde a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente a la producción y consumo responsables (ODS 12), al promover el uso de recursos vegetales locales con potencial de valorización en la industria alimentaria (Adu Donyina *et al.*, 2026).

Por otro lado, la deshidratación se considera una de las técnicas más antiguas y eficaces de conservación de alimentos, ya que reduce la actividad de agua y, con ello, la proliferación de microorganismos y reacciones de deterioro. No obstante, a pesar de su efectividad, el proceso no impide la oxidación de lípidos ni la pérdida de compuestos bioactivos. En este sentido, la adición de antioxidantes naturales provenientes de *Ipomoea batatas* se presenta como una estrategia innovadora que podría mejorar la estabilidad oxidativa y mantener las características sensoriales y nutricionales de los productos deshidratados durante su almacenamiento (Zapata Giraldo, 2022)

El presente trabajo de investigación evaluó la *Ipomoea batatas* como fuente de antioxidante naturales para la disminución del pardeamiento enzimático en alimentos deshidratados como el banano para brindar una alternativa al uso de aditivos sintéticos. De igual contribuir a la innovación en la industria alimentaria, y dar herramientas para la competitividad.

En este tenor, los objetivos planteados fueron los siguientes:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

- Evaluar el efecto antioxidante del extracto de dos variedades de camote (*Ipomoea batata*) en la elaboración de banano deshidratado.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Caracterizar física, química y microbiológicamente la materia prima utilizada en el producto elaborado.

- Establecer la metodología para la obtención del extracto de las dos variedades de camote y del banano deshidratado con extracto de camote
- Caracterizar física química, sensorial y microbiológicamente el producto para seleccionar los mejores tratamientos según los resultados obtenidos.
- Determinar la eficiencia del extracto del camote en la disminución de la oxidación en banano deshidratado.
- Determinar la relación costo-beneficio en el desarrollo del producto.

1.1.3 Hipótesis.

H0: El uso de *Ipomoea batatas* no tiene un efecto antioxidante significativo en los productos deshidratados obtenidos.

H1: El uso de *Ipomoea batatas* tiene un efecto antioxidante significativo en los productos deshidratados obtenido

2 MARCO TEÓRICO

2.1 El Camote

El camote (*Ipomoea batatas*) es un tubérculo de amplia importancia agroalimentaria a nivel mundial debido a su alto valor nutricional, adaptabilidad agronómica y diversidad de usos industriales. Se cultiva extensamente en regiones tropicales y subtropicales, destacándose por su elevado rendimiento y bajo requerimiento de insumos agrícolas, lo que lo convierte en un cultivo estratégico para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible (Tang *et al.*, 2021).

Se reconoce como un cultivo de gran importancia para la seguridad alimentaria a nivel mundial, principalmente por su capacidad de adaptarse a diversas condiciones agronómicas y por su elevado aporte nutricional. Esta raíz constituye una fuente de ingresos relevante para pequeños y medianos agricultores de zonas tropicales y subtropicales, y destaca además por su valioso contenido bioactivo. Entre sus principales componentes se incluyen carbohidratos con bajo índice glucémico, vitaminas, con especial énfasis en la vitamina A presente en las variedades de pulpa anaranjada, minerales y compuestos antioxidantes. Su importancia va más allá de la producción agrícola, ya que se ha consolidado como un recurso esencial para enfrentar la malnutrición y como una materia prima con amplio potencial en la elaboración de productos industriales y alimentos funcionales (Al-Maqtari *et al.*, 2023).

2.1.2 Producción y disponibilidad en Ecuador del camote.

En Ecuador, la producción de camote se da en su mayoría en las provincias de Manabí, Los Ríos y Guayas, donde el cultivo forma parte de prácticas tradicionales de diversificación alimentaria. Investigaciones recientes destacan que el país conserva una amplia variabilidad genética de *Ipomoea batatas*, lo que favorece su adaptación a distintos pisos ecológicos y asegura su disponibilidad durante todo el año. Esta diversidad, mantenida por agricultores locales mediante la selección y conservación de variedades nativas, fortalece la resiliencia del cultivo frente a condiciones climáticas

cambiantes y lo posiciona como un recurso estratégico para la seguridad alimentaria y el desarrollo agro productivo nacional (Influencia del camote (*Ipomoea batatas*) y cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) en bebidas de soya (Villao, 2021).

En América Latina, las principales zonas de producción se dan en Brasil, Perú, Colombia y Cuba, destacando Perú con una producción de cerca de 5 millones de toneladas (Adu Donyina *et al.*, 2026).

2.1.3 Compuestos bioactivos.

El camote (*Ipomoea batata*) es un tubérculo que se caracteriza por su alto contenido de compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y funcionales. Entre los principales compuestos se encuentran los polifenoles, flavonoides, antocianinas y carotenoides, los cuales aportan significativamente a la capacidad antioxidante. La concentración de estos metabolitos secundarios depende principalmente de la variedad, el color de la pulpa y las condiciones de procesamiento, con mayor contenido en camotes de variedad morada y amarilla (Arshad *et al.*, 2021).

Varios análisis han examinado la composición fenólica de distintas variedades de camote, mostrando que las que tienen pulpa morada cuentan con una concentración más alta de compuestos antioxidantes. Wang *et al.* (2020) indican específicamente que los extractos de estas variedades presentan una alta actividad antioxidante *in vitro*, lo cual apoya su posible uso como antioxidantes naturales en sistemas alimentarios y para preservar frutas procesadas.

2.1.4 Propiedades funcionales y beneficios para la salud.

El camote (*Ipomoea batata*), además de ser una fuente importante de energía y nutrientes básicos como carbohidratos, vitaminas y fibra, se diferencia por contener compuestos bioactivos que le atribuye propiedades funcionales más allá de su valor nutricional. Estudios revisados recientemente señalan que estos compuestos, entre ellos los polifenoles, β -carotenos y antocianinas, están asociados con la prevención del deterioro

por radicales libres, contribuye a la protección celular y al mantenimiento del bienestar y salud general (Guerra & Torres, 2025).

Diversas investigaciones han identificado que el consumo regular de camote puede tener impactos positivos en la salud metabólica y la prevención de enfermedades crónicas. La fibra dietética presente en el tubérculo favorece la salud intestinal, ayuda a regular el tránsito digestivo y a mantener el microbiota intestinal equilibrada, lo que puede influir sobre el control del peso corporal y la respuesta glucémica. Asimismo, los compuestos antioxidantes como las antocianinas y los carotenoides contribuyen a reducir procesos inflamatorios y estrés oxidativo que están implicados en condiciones como la diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares (Amagloh *et al.*, 2021).

El camote es reconocido como un alimento funcional, debido a su potencial a la salud cardiovascular. Su elevado aporte de fibra dietética y potasio ayuda a regular la presión arterial y a disminuir los niveles de lípidos en sangre, ambos considerados factores de riesgo clave en el desarrollo de enfermedades cardíacas. Además, contiene vitaminas A y C, provenientes de precursores como el β -caroteno, que desempeñan un papel importante en la protección frente al estrés oxidativo y en el fortalecimiento del sistema inmunológico. Estos compuestos favorecen una respuesta más efectiva del organismo ante agentes patógenos y aportan al mantenimiento de las mucosas como barreras de protección (Mounika *et al.*, 2025)

2.1.5 Potencial agroindustrial y disponibilidad en la región.

El camote (*I. Batatas*) ocupa el tercer lugar en importancia a nivel global entre las raíces y tubérculos, adaptándose a climas tropicales, subtropicales y templados. Su disponibilidad en Ecuador es notable, cultivándose desde el nivel del mar hasta los 3 200 m s n m, lo que lo convierte en una alternativa agrícola económicamente viable para las regiones de la Costa, Sierra y Amazonía. Este cultivo no solo genera ingresos y empleo en el campo y en las cadenas de procesamiento, sino que también contribuye a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental,

gracias a su capacidad para crecer en suelos pobres y en condiciones de sequía, y a su bajo requerimiento de insumos agrícolas. Estas características lo posicionan como un producto clave con una alta demanda en los mercados locales e internacionales, impulsa el desarrollo de cadenas productivas especializadas (Cobeña *et al.*, 2024)

2.2 Variedades de camote

El camote es un cultivo altamente atractivo para la agricultura por su alta productividad, sus usos universales y su buen perfil organoléptico, caracterizado por su alto contenido calórico y sabor. Es un cultivo notablemente resistente, ya que tolera la sequía, requiere baja fertilidad del suelo y un manejo mínimo. Además, posee un ciclo de producción corto y un alto valor nutricional con amplios atributos sensoriales (color de pulpa, sabor y textura). La diversidad de cultivares presenta variaciones en los colores de la piel (rosa, crema, naranja, blanco) y la pulpa (blanco, crema, naranja, amarillo). Es fundamental considerar que el estado nutricional de estas variedades varía significativamente dependiendo de factores ambientales como el clima y el tipo de suelo (Hazo & Yirgalem, 2021).

Una investigación realizada por Armijos *et al.* (2020) evaluó cultivares ecuatorianos, entre ellos Morado Brasil, Morado Ecuador y Guayaco Morado, mostrando una alta variabilidad en la composición química y en las propiedades funcionales entre los cultivos evaluados dando que las variedades de pulpa morada presentaron diferencias visibles en la intensidad y el patrón de coloración, que variaron desde tonos morados intensos hasta apariencias marmoleadas. Asimismo, cultivos como Morado Brasil y Philipino destacaron por su firmeza, mientras que Guayaco Morado mostró un mayor contenido de zinc en estado crudo.

El camote tiene una gama de colores en su pulpa, un rasgo que está vinculado con su perfil no tóxico y nutricional. La amplia difusión de la variedad de pulpa anaranjada se debe a su gran cantidad de betacaroteno, un carotenoide que es precursor de la vitamina A y responsable del color. También su elevada humedad favorece una textura cremosa y suave, lo cual

la hace apropiada para preparaciones con consistencia blanda y purés. En cambio, el camote morado, originario de Asia, debe su coloración intensa a la presencia de antocianinas, compuestos reconocidos por su elevada actividad antioxidante. Esta variedad se distingue por una pulpa más firme y un contenido de humedad considerablemente menor, lo que crea la necesidad de tiempos de cocción más prolongados o del empleo de métodos húmedos para favorecer su aprovechamiento culinario (Veliz *et al.*, 2024).

2.3 Propiedades antioxidantes de los compuestos del camote

El camote (*Ipomoea batata*) contiene una variedad de compuestos con propiedades antioxidantes que lo convierten en un ingrediente valioso para la protección de productos alimentarios. Los antioxidantes son sustancias que, incluso en bajas concentraciones, previenen o retrasan significativamente la oxidación de otras moléculas al reaccionar con los radicales libres del oxígeno. Dentro de los compuestos bioactivos del camote, las antocianinas son especialmente relevantes. Estos compuestos, que pertenecen a la familia de los flavonoides, son responsables de la coloración intensa en muchas variedades de camote (moradas o rojas) y actúan como poderosos agentes protectores. La actividad antioxidante del camote se puede evaluar mediante diversos métodos, aunque su eficacia depende de la naturaleza específica del radical libre que se esté neutralizando. Esta capacidad de proteger contra la oxidación es fundamental en la conservación de alimentos y es la base de su uso como conservante natural (Espinoza & Vélez, 2025).

2.3.1 Mecanismos antioxidantes.

Los antioxidantes del camote (*I. Batatas*) ejercen su acción protectora a través de varios mecanismos fundamentales. Su principal función es la captura de radicales libres, moléculas altamente reactivas que causan daño celular y degradación en los alimentos. Los compuestos antioxidantes del camote, como las antocianidinas, neutralizan estos radicales, interrumpe las reacciones en cadena que provocan la oxidación. Esta capacidad ayuda a inhibir la oxidación lipídica, lo que es crucial para prevenir el deterioro y la alteración de las propiedades sensoriales de los productos deshidratados.

Además, los antioxidantes en general también pueden actuar como agentes quelantes de metales, secuestra iones metálicos que catalizan las reacciones de oxidación. Estos mecanismos en conjunto permiten que los compuestos del camote sean una alternativa natural y efectiva para extender la vida útil y mejorar la estabilidad de los alimentos, sin necesidad de recurrir a aditivos sintéticos (Campuzano Pérez, 2024).

2.3.2 Estabilidad térmica de las antocianinas y carotenoides en el camote.

La estabilidad de los compuestos bioactivos del camote, específicamente las antocianinas y los carotenoides, es un factor crítico durante el procesamiento térmico, ya que su estructura química es altamente sensible al calor, la luz y el pH. Las antocianinas, responsables de la pigmentación morada, son moléculas termolábiles cuya degradación sigue generalmente una cinética de primer orden; esto implica que a mayores temperaturas y tiempos de exposición prolongados, su capacidad antioxidante disminuye debido a la apertura del anillo de pirilio y la formación de chalconas incoloras (Gençdağ *et al.*, 2022).

2.4 Sinergia entre Almidones y Compuestos Bioactivos

Los almidones, como polisacáridos estructurales presentes en muchos alimentos vegetales, no solo funcionan como fuente de energía, sino que interactúan de manera funcional con compuestos bioactivos, modulando su liberación, estabilidad y efecto fisiológico en las matrices alimentarias. Asimismo, los granos integrales y sus fracciones contienen tanto almidón como fibras y otros compuestos bioactivos como ácidos fenólicos, los cuales han demostrado tener efectos antioxidantes y reguladores en rutas metabólicas que disminuyen el riesgo de enfermedades crónicas (Valladares & Vio, 2024).

Al realizar la inmersión a las rodajas de banano en la dilución de camote, se generan tres procesos:

Adhesión y Cohesión: La viscosidad de la solución, regulada por la concentración de almidón de la batata, permite que el recubrimiento se adhiera uniformemente al banano, superando las fuerzas de tensión superficial de la fruta.

Encapsulamiento de Bioactivos: La red polimérica del almidón funciona como un escudo de protección térmico para las antocianinas del camote morado, resguardándolas de la elevada temperatura durante el proceso de deshidratación (Torres-Gallo *et al.*, 2022).

Inhibición del Pardeamiento: el recubrimiento disminuye la distribución del oxígeno en el banano, lo cual es muy importante para detener el pardeamiento (Jang, 2026).

2.4.2 Influencia de la concentración y el tiempo de inmersión.

La eficiencia de un recubrimiento depende de su espesor y uniformidad. El incremento en la concentración de sólidos en la dilución eleva la densidad del recubrimiento, lo que mejora la barrera contra el oxígeno, pero puede afectar la velocidad de transferencia de masa durante el secado. Un tiempo de inmersión estándar de 5 minutos, como se aplica en esta metodología, asegura un equilibrio entre la absorción de antioxidantes y la preservación de la textura original de la rodaja (Sivakumar *et al.*, 2021).

2.5 Deshidratación de alimentos

La deshidratación constituye una estrategia fundamental en la conservación de alimentos, cuyo objetivo principal es la eliminación de la humedad para evitar su deterioro. Al disminuir el contenido de agua, se restringe el desarrollo de microorganismos como bacterias, levaduras y mohos, aunque este tratamiento no garantiza su eliminación total. Para que el proceso sea eficaz, se recomienda una temperatura cercana a los 140 °F, ya que valores superiores pueden provocar el endurecimiento de la superficie del alimento y dificultar la salida de la humedad interna. Asimismo, un entorno con baja humedad relativa y una adecuada circulación de aire resulta determinante para lograr un secado uniforme. A estos aspectos se

suma la necesidad de aplicar buenas prácticas de seguridad alimentaria, tales como mantener una correcta higiene personal y emplear utensilios limpios, con el fin de prevenir la contaminación cruzada a lo largo de todo el proceso (Arias Ramos & Villalta Vejar, 2022).

La deshidratación es un proceso físico clásico de conservación de alimentos que consiste en la eliminación de agua de los productos para inhibir la proliferación de microorganismos y reducir las reacciones enzimáticas asociadas al deterioro, prolonga así su vida útil y facilitando su almacenamiento y transporte (Santillan Sierra, 2022). En el caso del banano (*Musa paradisiaca*), un alimento tropical rico en azúcares y nutrientes, la deshidratación permite la obtención de productos con menor actividad de agua, lo cual es crucial para mantener la calidad del producto y asegurar su inocuidad microbiológica.

La bibliografía especializada señala la existencia de diversos métodos de deshidratación, entre los que se incluyen el secado en horno, el secado por aire caliente y las técnicas solares. Estos procesos se diferencian por variables como la temperatura, el tiempo de secado y la velocidad del aire, factores que inciden de manera directa en la eficiencia del proceso y en las propiedades del producto obtenido (Santillan Sierra, 2022). Dichos métodos resultan aplicables tanto para la obtención de harinas como para la elaboración de snacks deshidratados de banano, resaltándose la necesidad de un control adecuado de las condiciones de secado para conservar las características fisicoquímicas y sensoriales del alimento.

2.6 Proceso de Deshidratación del Banano

La deshidratación o secado es un proceso fundamental en la conservación del banano que implica la aplicación de aire caliente a una temperatura controlada, típicamente entre 40 y 70 °C. Este método se caracteriza por utilizar aire con bajo contenido de humedad y mantener un movimiento constante del aire para garantizar la eliminación de la humedad de los productos. Para lograr una ventilación efectiva y la renovación del aire, se puede recurrir a sistemas naturales, como el efecto chimenea, o a

métodos forzados mediante el uso de ventiladores. Es crucial que los bananos se coloquen con suficiente espacio entre ellos para optimizar el secado. La técnica con aire caliente es considerada la más eficaz, ya que permite controlar las condiciones para eliminar casi el 100 % del contenido de agua del fruto, previene al máximo los cambios en la fruta, donde las principales variables de control son el área expuesta y la temperatura. Una vez secos, los productos deben ser envasados rápidamente en recipientes herméticos, como cajas o latas de metal o bolsas de polipropileno, sellados para evitar que reabsorban la humedad ambiental, y etiquetados con la información de contenido, peso, y fechas de envasado y caducidad (Laz Vera, 2023)

2.7 Deshidratación Convectiva y Control de Calidad en Rodajas de Banano

El proceso de deshidratación convectiva de rodajas de banana emplea el análisis de imágenes como herramienta de monitoreo, demostró que el tiempo de procesamiento está directamente relacionado con la temperatura del aire de secado. Las rodajas fueron inicialmente sometidas a un pretratamiento de formulación, sumergiéndose en una solución de 10 g/L de ácido ascórbico y 10 g/L de ácido cítrico por un minuto para ayudar a la conservación. El secado se realizó en diferentes rangos de temperatura para evaluar la cinética: de 75 °C a 86 °C (T1), de 93 °C a 99 °C (T2) y de 127 °C a 134 °C (T3). Se concluyó que, a mayor temperatura de aire, el producto se secó más rápidamente, resulta en un tiempo de procesamiento más corto. No obstante, el aumento de la temperatura influyó en los parámetros de color (oscurecimiento de las rodajas) y en la morfometría del producto, provoca una mayor porosidad y una superficie más irregular (Moreno, 2022).

2.7.1 Química del Pardeamiento Enzimático en el Banano (Polifenol Oxidasa - PPO).

El pardeamiento enzimático es uno de los fenómenos oxidativos más críticos que afectan la calidad postcosecha del banano, limita su vida útil y aceptación comercial. Este proceso es mediado principalmente por la enzima Polifenol Oxidasa (PPO), una metaloproteína que contiene cobre en

su sitio activo. En presencia de oxígeno molecular, la PPO actúa sobre los compuestos fenólicos naturalmente presentes en la pulpa del banano (siendo la dopamina y el ácido clorogénico los sustratos más representativos) desencadenando una serie de reacciones bioquímicas divididas en dos fases (Robles-Cueva *et al.*, 2025) (Queiroz *et al.*, 2008).

La primera fase es de naturaleza estrictamente enzimática y consta de dos reacciones: la hidroxilación de monofenoles a o-difenoles (actividad cresolasa) y la posterior oxidación de estos a o-quinonas (actividad catecolasa). Las quinonas son intermediarios químicos altamente reactivos y electrofílicos pero incoloros. La segunda fase es no enzimática y ocurre de forma espontánea; en ella, las o-quinonas se polimerizan y reaccionan con aminoácidos y proteínas del tejido celular para formar melaninas, pigmentos de color marrón o negro responsables del oscurecimiento visual de las rodajas (Cabrera, 2021).

En el banano, la actividad de la PPO alcanza su punto óptimo en un pH cercano a 7.0 y es altamente sensible a la temperatura. El daño mecánico durante el rebanado rompe la compartimentación celular, permitiendo que la enzima (ubicada en los cloroplastos) entre en contacto directo con los sustratos fenólicos (almacenados en las vacuolas) y el oxígeno ambiental. La estrategia de incorporar antioxidantes provenientes del camote busca precisamente intervenir en esta ruta química, ya sea reduciendo las quinonas de vuelta a fenoles incoloros o inhibiendo directamente el sitio activo de la enzima mediante la modificación del pH o la competencia por el sustrato (Cabrera, 2021).

2.7.2 Importancia de la deshidratación como método de conservación.

La deshidratación es uno de los métodos de conservación más antiguos y eficaces utilizados para preservar frutas y hortalizas, caracterizándose por la eliminación total o parcial del agua mediante su evaporación, lo que dificulta la proliferación de microorganismos y la actividad enzimática responsable del deterioro de los alimentos. Este

proceso no solo permite extender la vida útil de los productos, sino que también agrega valor a materias primas tradicionalmente comercializadas en estado fresco, al reducir su peso y volumen, facilita su transporte y almacenamiento y contribuyendo a la seguridad alimentaria (López *et al.*, 2024). De este modo, la deshidratación se presenta como una alternativa tecnológica clave para reducir pérdidas postcosecha y mejorar la disponibilidad de alimentos fuera de temporada, sin comprometer su calidad básica.

2.7.3 Principales técnicas de deshidratación.

La deshidratación es una de las técnicas más antiguas y efectivas para la conservación de alimentos, ya que reduce la actividad de agua y, por ende, limita el crecimiento microbiano y las reacciones químicas indeseables. Entre los métodos más utilizados se encuentran la deshidratación convencional por aire caliente, la liofilización, la deshidratación por microondas y la de lecho fluidizado. Cada técnica presenta ventajas y limitaciones: la liofilización, por ejemplo, preserva mejor las características sensoriales y nutricionales, mientras que la deshidratación por aire caliente resulta más económica y fácil de implementar a escala industrial (Conde *et al.*, 2019).

2.7.4 Cambios físico, químicos y sensoriales asociados a la deshidratación.

Durante el proceso de deshidratación, los alimentos sufren alteraciones en aspectos como la textura, el color, el aroma y su composición nutricional. La magnitud de estos cambios está relacionada con el método utilizado, así como con la temperatura y el tiempo de secado. Diversos estudios señalan que el uso de temperaturas elevadas puede ocasionar la degradación de vitaminas sensibles al calor, favorecer el oscurecimiento no enzimático y provocar la pérdida de compuestos volátiles responsables del aroma característico (Karam *et al.*, 2021). Estas modificaciones influyen de manera directa en la percepción y aceptación del producto por parte del consumidor.

2.7.5 Vulnerabilidad de los productos deshidratados a la oxidación.

Los productos deshidratados se caracterizan por una baja cantidad de agua, durante periodos prolongados de almacenamiento pueden verse afectados por procesos como la oxidación lipídica y el pardeamiento. Estas reacciones provocan la degradación de pigmentos naturales, vitaminas y compuestos antioxidantes presentes en la matriz alimentaria. De acuerdo con López-Pedrouso *et al.*, (2022), factores como la presencia de oxígeno y la exposición a la luz favorecen la oxidación, lo que repercute negativamente en la calidad sensorial y reduce la vida útil del producto.

2.8 Conservación de alimentos y procesos oxidativos

La conservación de alimentos busca mantener la inocuidad, estabilidad y propiedades nutricionales durante el mayor tiempo posible. Sin embargo, los procesos oxidativos constituyen uno de los principales desafíos, ya que favorecen la rancidez, la pérdida de compuestos bioactivos y el deterioro sensorial. El control de la oxidación en productos deshidratados requiere estrategias como el envasado al vacío, el uso de atmósferas modificadas y la incorporación de antioxidantes (Shahidi & Ambigaipalan, 2021).

2.9 Concepto y objetivos de la conservación de alimentos

2.9.1 Oxidación lipídica y pardeamiento en productos deshidratados.

Se conservan alimentos para garantizar la seguridad alimentaria mediante la inhibición del crecimiento microbiano y la ralentización de reacciones químicas indeseables. La reducción de pérdidas postcosecha y la extensión de la vida útil son también objetivos primordiales. En este contexto, la adición de antioxidantes naturales se ha consolidado como una estrategia en la conservación de alimentos deshidratados (Novillo *et al.*, 2023).

La oxidación de los lípidos establece una de las principales dificultades en alimentos con alto contenido de grasas y aceites, debido a la

formación de compuestos volátiles que generan aromas y sabores indeseables. De igual manera, el pardeamiento no enzimático, provoca cambios negativos en el color y disminuye el valor nutricional de los alimentos deshidratados (Bhattacharjee *et al.*, 2024). Por ello, estos procesos afectan la calidad final del producto y reducen su aceptación por parte del consumidor.

2.9.2 Consecuencias de la oxidación en calidad sensorial, nutricional y vida útil.

La oxidación de lípidos, proteínas y carbohidratos no solo afecta en las características organolépticas, sino que también afecta las características físicas como la volatilización de vitaminas y aminoácidos esenciales, según Rodrigues (2025) todos estos parámetros afectan el valor nutricional en consecuencia disminuyen el tiempo de vida útil del alimento deshidratado generando pérdidas económicas y afectando el ingreso a mercados.

2.10 Definición de antioxidantes

Los antioxidantes son compuestos capaces de retardar o inhibir la oxidación al neutralizar radicales libres y especies reactivas de oxígeno. Se clasifican en naturales y sintéticos, al ser los primeros de creciente interés debido a la demanda de alimentos más saludables y libres de aditivos químicos. Entre los naturales destacan los polifenoles, carotenoides y vitaminas, mientras que los sintéticos incluyen el BHT, BHA y TBHQ (Hoang *et al.*, 2021).

2.10.1 Limitaciones y riesgos del uso de antioxidantes sintéticos en la industria alimentaria.

Los antioxidantes sintéticos son efectivos, el uso prolongado ha generado preocupaciones debido a posibles efectos adversos en la salud humana, esto incluye riesgos de toxicidad y carcinogenicidad en altas dosis. Estas limitaciones han promovido la investigación y sustitución progresiva por antioxidantes de origen natural (Carocho *et al.*, 2021).

El uso de antioxidantes naturales para la conservación de alimentos deshidratados ayuda no solo en mejorar su apariencia, sino que aumenta su tiempo de vida útil logrando disminuir la rapidez en la oxidación. (López *et al.* 2022).

2.11 Antecedentes del uso de extractos vegetales como antioxidantes

El empleo de extractos vegetales como fuente de antioxidantes no es nuevo, pero ha cobrado especial relevancia en la última década. Estudios han mostrado que compuestos bioactivos presentes en hierbas, especias y tubérculos poseen la capacidad de reemplazar aditivos sintéticos, contribuye así a la tendencia de alimentos más naturales y funcionales (Shahidi & Ambigaipalan, 2021)

Los antioxidantes naturales, a diferencia de los sintéticos, no solo ofrecen protección frente a la oxidación, sino que también aportan beneficios nutricionales al consumidor, como la actividad antiinflamatoria y anticancerígena de los polifenoles. Sin embargo, su efectividad depende de la concentración y la estabilidad en el alimento, lo que constituye un reto frente a los aditivos sintéticos más estables y económicos (Hoang *et al.*, 2021).

El uso de antioxidantes naturales en productos deshidratados prolonga de manera notable la vida útil de estos. Logra esto porque reduce la velocidad de la oxidación y mantiene intactas las características organolépticas. López *et al.* (2022) afirman que los extractos vegetales aportan mayor estabilidad oxidativa y mejor aceptación sensorial. Así, satisfacen la creciente demanda de los consumidores por opciones más saludables.

2.12 Casos de estudio con camote ricos en polifenoles/antocianinas

El camote (*Ipomoea batatas*), particularmente en sus variedades moradas y anaranjadas, es una fuente rica en antocianinas, carotenoides y compuestos fenólicos con alta capacidad antioxidante. Investigaciones recientes han demostrado que extractos de camote pueden ser aplicados en

alimentos deshidratados como conservantes naturales, con resultados positivos en la estabilidad oxidativa y la aceptación sensorial (Loor *et al.*, 2025). Otros vegetales como la remolacha, la uva y el arándano han mostrado efectos similares, refuerza la viabilidad de esta estrategia.

2.13 Sustentabilidad y aporte a los ODS

El aprovechamiento del *Ipomoea batatas* como fuente natural de antioxidantes en la formulación de productos deshidratados se enmarca en los principios de la sustentabilidad, dado que promueve el uso eficiente de recursos agrícolas locales y contribuye a la reducción del desperdicio alimentario. La batata es un cultivo de amplia disponibilidad en diversas regiones tropicales y subtropicales, de bajo requerimiento hídrico y con alta adaptabilidad a diferentes tipos de suelos, lo que lo convierte en un recurso estratégico para el desarrollo sostenible de la agroindustria alimentaria (Adu Donyina *et al.*, 2026).

El aporte de esta investigación puede vincularse directamente con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030:

- **ODS 2. Hambre cero:** promueve el uso de cultivos alternativos de alta densidad nutricional como la batata, fomenta dietas más diversas y nutritivas.
- **ODS 3. Salud y bienestar:** potencia la incorporación de antioxidantes naturales en la dieta, lo que contribuye a la prevención de enfermedades crónicas.
- **ODS 9. Industria, innovación e infraestructura:** promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.
- **ODS 12. Producción y consumo responsables:** impulsa el uso de recursos locales y la sustitución de aditivos químicos por insumos naturales que disminuye el impacto ambiental.
- **ODS 13. Acción por el clima:** promover un cultivo de bajo impacto ambiental y resiliente a condiciones adversas se fortalece la capacidad de adaptación frente al cambio climático.

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del Ensayo

El ensayo experimental se llevó a cabo en la planta de Industrias vegetales de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), ubicada en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas, Ecuador.

Figura 1.

Ubicación geográfica donde se realizó el estudio.



Nota. Tomado de Google Maps (2026)

3.2 Condiciones climáticas de la zona

La temporada calurosa en Guayaquil dura aproximadamente 2 meses (marzo-mayo) y el mes más caluroso del año es abril, con temperaturas entre los 31 °C y 24 °C.

La temporada de lluvia en Guayaquil dura aproximadamente tres meses y medio (enero-abril), donde un día con lluvia es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido (Ruiz & Lara, 2010).

3.3 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque experimental aplicado, ya que se buscó evaluar el aprovechamiento del *I. Batatas* como antioxidante natural en banano deshidratado. Se usó un diseño factorial experimental completamente al azar (DCA), se considera como factor A la variedad de camote (morado y amarillo), y como factor B el porcentaje de concentración del 1 %, 5 % y 10 %.

3.4 Población y muestra

- Población: productos sometidos a procesos de deshidratación para consumo humano.
- Muestra: lotes banano deshidratado tratados con extracto de camote morado y camote amarillo, además de un lote control sin tratamiento.

3.5 Diseño experimental

3.5.1 Materia prima utilizada.

Las materias primas utilizadas para el desarrollo del presente estudio fueron banano (*Musa × paradisiaca*) y camote (*Ipomoea batatas*), correspondiente a las variedades morado y amarillo. Previamente, las frutas y los tubérculos fueron seleccionados y procesados individualmente en el laboratorio, con el fin de garantizar la calidad, homogeneidad e inocuidad de las materias primas empleadas durante el desarrollo experimental.

3.5.2 Fórmula de referencia.

Según la literatura bibliográfica revisada, se tomó como referencia la metodología descrita por Zhang *et al.* (2023), quienes emplearon extractos acuosos de camote (*Ipomoea batatas*) preparados a partir de camote seco y molido, se utiliza diferentes concentraciones del extracto para evaluar sus efectos biológicos.

En el presente estudio, dicha metodología fue adaptada, se emplea concentraciones de 1 %, 5 % y 10 %, seleccionadas con base en el rango de concentración propuesto por Zhang *et al.* (2023), se considera al banano como la matriz alimentaria principal y al extracto acuoso de camote como

agente antioxidante natural aplicado por inmersión previa al proceso de deshidratación.

En la Tabla 1 se presenta la formulación de referencia empleada para el desarrollo experimental.

Tabla 1.

Formulación de referencia del banano con extracto de camote.

Ingrediente	Cantidad
Banano	Cantidad necesaria
Polvo de camote	Según concentración (1 %, 5 % y 10 %)
Agua destilada	Relación sólida: líquido ajustado según masa de banano

Nota. Esta tabla muestra las cantidades de los ingredientes utilizados en el proceso, Adaptado de Zhang *et al.* (2023).

3.6 Combinaciones de tratamiento

El estudio se desarrolló considerando diferentes combinaciones de tratamiento en función de la variedad de camote y la concentración del extracto aplicado al banano deshidratado tal como se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2.

Tratamientos experimentales y tamaño muestral.

Tratamiento	Código	Réplicas (n)	Unidades por réplica	Observaciones
Control (sin extracto)	T0	3	10 láminas	Muestreo en t_0 , t_1 , t_2
Extracto camote amarillo 10 %	T1	3	10 láminas	Muestreo en t_0 , t_1 , t_2
Extracto camote morado 10 %	T2	3	10 láminas	Muestreo en t_0 , t_1 , t_2
Extracto camote amarillo 5 %	T3	3	10 láminas	Muestreo en t_0 , t_1 , t_2
Extracto camote morado 5 %	T4	3	10 láminas	Muestreo en t_0 , t_1 , t_2

Extracto camote amarillo 1 %	T5	3	10 láminas	Muestreo en t_0 , t_1 , t_2
Extracto camote morado 1 %	T6	3	10 láminas	Muestreo en t_0 , t_1 , t_2

Nota. Esta tabla muestra los distintos tratamientos realizados.

3.7 Variables evaluadas

Variables cuantitativas:

- Humedad (%)
- Capacidad antioxidante

Variables cualitativas:

- Olor: dulce, afrutado y concentrado.
- Sabor: dulce natural, acaramelado y amargo.
- Textura: gomosa, suave y crujiente.
- Color: color 1, color 2 y color 3.

Variables microbiológicas

- *Escherichia coli*
- *Salmonella spp.*
- Mohos y levaduras

Variables de costo

- Costo de materia prima
- Costo total de producción

3.8 Materiales, equipos e insumos

3.8.1 Insumos.

- Camote morado (*Ipomoea batatas*)
- Camote amarillo (*Ipomoea batatas*)
- Banano (*Musa × paradisiaca*)
- Agua destilada

3.8.2 Materiales y equipos.

- Licuadora de alta velocidad
- Tamiz

- Estufa de deshidratación
- Vidriería de laboratorio
- Balanza digital
- Bowls
- Papel filtro

3.9 Caracterización de la materia prima

Tanto el camote como el banano fueron sometidos a diversos estudios para controlar sus características, a continuación, se detallan:

3.9.1 Caracterización físico-química del banano.

3.9.1.1 Humedad.

El método que se usó fue el gravimétrico y la fórmula que se usó para calcular la humedad según la norma INEN 265 (1978, p.2), fue la siguiente:

$$\text{Humedad (\%)} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1} \right) \times 100$$

Dónde:

H = contenido de humedad en porcentaje de masa.

m1 = masa de cápsula, con la muestra, antes del calentamiento en g.

m2 = masa de la cápsula, con la muestra, después del calentamiento, en gramos.

Por diversas razones, como condiciones climáticas de la zona, transporte, almacenamiento, se requieren porcentajes de humedad más bajos para prolongar la vida útil del producto (INEN, 2015).

3.9.1.2 Cenizas.

Según la norma AOAC 923.03, la fórmula para calcular el porcentaje de ceniza en un producto alimenticio por el método gravimétrico es la siguiente:

$$\% \text{ cenizas} = \left(\frac{C3 - C1}{C2 - C1} \right) \times 100$$

Dónde:

C1: masa de crisol vacío en gramos

C2: masa de crisol con la muestra en gramos

C3: masa del crisol con las cenizas en gramos

3.9.1.3 Acidez titulable.

Se determinó la acidez titulable del banano fresco conforme a la metodología establecida en la norma NMX-F-102-S-1978, utilizada para la evaluación de frutas y productos derivados. Para ello, se tomó una muestra representativa de pulpa de banano previamente homogenizada. Se pesaron 10 g de muestra, los cuales fueron transferidos a un matraz Erlenmeyer y diluidos con 100 mL de agua destilada. La muestra previamente diluida se agita constantemente y se añaden 33 gotas de fenoftaleína procediendo a la titulación con una solución de Hidróxido de sodio 0.1 N. hasta que se obtiene una coloración rosada que se mantenga.

El volumen de NaOH consumido fue registrado para el cálculo de la acidez titulable, se expresa los resultados como porcentaje de ácido málico, principal ácido orgánico presente en el banano.

La acidez titulable se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Acidez titulable (\% ácido málico)} = \frac{V \times N \times F \times 100}{m}$$

Dónde:

- **V** = volumen de NaOH consumido (mL)
- **N** = normalidad de la solución de NaOH (0,1 N)
- **F** = factor de equivalencia del ácido málico (0,067)
- **m** = masa de la muestra (g)

3.9.1.4 Brix.

La determinación de grados Brix o contenido de sólidos solubles del banano fresco se realizó conforme a los lineamientos generales de calidad establecidos en la NTE INEN 1836:2009, la cual reconoce el análisis de sólidos solubles totales como parámetro fisicoquímico relevante en frutas frescas y su relación con la madurez y calidad del producto. Aunque esta norma es específica para piña, su enfoque se adapta para frutas similares como banano al considerar la medición de sólidos solubles totales (%).

Para la selección de banano se usó como base el grado de maduración de estos (grado 6 de maduración) que no presenten daños físicos como golpes ni orgánicos como la presencia de hongos, sin daños físicos ni orgánicos. Se removió la piel y se cortaron tratando de mantener un tamaño homogéneo para evitar que los más finos se quemen y los más gruesos no se deshidraten completamente. La pulpa obtenida se trituró hasta obtener una muestra sin partículas que no permitan la lectura de sólidos solubles y se colocó una pequeña muestra en el refractómetro y se procedió a realizar la lectura

Se realizaron tres mediciones por muestra y se calculó el promedio para cada repetición técnica, con el fin de mejorar la confiabilidad de los resultados. La fórmula utilizada fue:

$$^{\circ}\text{Brix} = \text{Lectura directa del refractómetro}$$

Dónde:

- $^{\circ}\text{Brix}$ representa el porcentaje de sólidos solubles totales (principalmente azúcares y otros compuestos disueltos) en la muestra de banano.

3.9.1.5 Índice de madurez.

No se empleó un único valor numérico universal para el índice de madurez, sino una combinación de criterios evaluativos que se ponderaron de la siguiente manera:

$$\text{Índice de madurez (IM)} = \frac{^{\circ}\text{Brix}}{\text{Acidez titulable}}$$

Este cociente ($^{\circ}\text{Brix}/\text{TA}$) se interpretó como indicador del balance entre azúcares y ácidos, siendo valores más altos indicativos de mayor madurez fisiológica y calidad organoléptica.

Además, se consideraron observaciones directas de color y firmeza, integrándolas cualitativamente para decidir el rango de madurez aceptable de la materia prima para procesamiento.

3.9.2 Caracterización microbiológica del banano.

Para el análisis microbiológico se pesaron 25 g de pulpa de banano, los cuales se colocaron en una bolsa estéril para homogenización. A la muestra se le añadieron 225 mL de agua peptonada estéril al 0.1 %, obteniendo una dilución inicial de 10^{-1} . La mezcla fue homogenizada durante 1–2 minutos mediante un homogeneizador tipo stomacher. Este procedimiento se realizó conforme a la norma ISO 6887-1, que establece los métodos para la preparación de muestras en análisis microbiológicos de alimentos.

A partir de la dilución inicial se prepararon diluciones decimales seriadas utilizando agua peptonada estéril como diluyente. Estas diluciones fueron empleadas para los diferentes análisis microbiológicos.

3.9.2.1 Determinación *Escherichia coli*.

Para la detección y recuento de *Escherichia coli*, se utilizó el método de siembra en placa utilizando agar selectivo para coliformes. Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 horas y posteriormente se identificaron las colonias características. El procedimiento se realizó de acuerdo con la norma ISO 16649-2, que describe el método de recuento de *E. coli* mediante cultivo en medios selectivos.

3.9.2.2 Determinación de *Salmonella*.

Para la detección de *Salmonella*, se realizó inicialmente una fase de pre-enriquecimiento en agua peptonada tamponada, incubada a 37 °C durante 18–24 horas. Posteriormente se efectuó un enriquecimiento selectivo en medios apropiados y la siembra en agar selectivo.

Las placas se incubaron a 37 °C durante 24–48 horas, observando la presencia de colonias sospechosas, las cuales fueron confirmadas mediante pruebas bioquímicas. El análisis se efectuó siguiendo la norma ISO 6579-1, utilizada para la detección de este patógeno en alimentos.

3.9.2.3 Determinación de mohos y levaduras.

Para el recuento de mohos y levaduras, se realizó la siembra en superficie utilizando agar papa dextrosa (PDA) acidificado o agar selectivo para hongos. Las placas fueron incubadas a 25 °C durante 24 horas, tras lo cual se procedió al conteo de colonias características. Este procedimiento se basó en la norma ISO 21527-1, que establece el método para el recuento de mohos y levaduras en alimentos con alta actividad de agua.

3.9.3 Caracterización del camote.

3.9.3.1 Humedad.

La determinación del contenido de humedad del camote se llevó a cabo mediante el método gravimétrico por secado en estufa, siguiendo los lineamientos de la norma NMX-F-083-1986, Alimentos – Determinación de humedad, donde se establece que se deben utilizar 5 g de muestra y se colocan en los crisoles, a continuación, se colocan las muestras en el horno esterilizador a una temperatura de 105 °C y se hacen lecturas hasta que se presente un peso constante.

Para la determinación de la humedad se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

Dónde:

- P_i = peso inicial de la muestra (g)
- P_f = peso final de la muestra después del secado (g)

3.9.3.2 Cenizas.

El contenido de cenizas del camote se determinó mediante el método de incineración en mufla, de acuerdo con la norma AOAC 923.03, Cenizas totales en alimentos.

Para el análisis, se pesaron aproximadamente 3 g de muestra en crisoles de porcelana tarados. Las muestras fueron sometidas a calcinación en una mufla a 550 °C, hasta la completa eliminación de la materia orgánica, hasta la obtención de un residuo de color gris claro o blanco, se anotó el peso final previamente enfriando los crisoles usando el desecador.

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{P_c}{P_m} \times 100$$

Dónde:

- P_c = peso del residuo de cenizas (g)
- P_m = peso inicial de la muestra (g)

3.9.4 Caracterización microbiológica de las dos variedades de camote.

Para la preparación de la muestra, se realizó un lavado superficial con agua potable para eliminar impurezas externas. Posteriormente, se retiró la cáscara de manera aséptica y se pesaron 25 g de pulpa de camote, los cuales se colocaron en una bolsa estéril para homogenización. A la muestra se le añadieron 225 mL de agua peptonada estéril al 0.1 %, obteniendo una dilución inicial de 10^{-1} . La mezcla fue homogenizada durante 1–2 minutos mediante un homogeneizador tipo stomacher.

Este procedimiento se realizó conforme a lo establecido en la norma ISO 6887-1, que describe el método para la preparación de muestras y suspensiones iniciales en análisis microbiológicos de alimentos.

3.9.4.1 Determinación *Escherichia coli*.

Para la detección y recuento de *Escherichia coli*, se utilizó el método de siembra en placa en medios selectivos para coliformes. Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 horas, tras lo cual se identificaron las colonias características. El procedimiento se llevó a cabo conforme a la norma ISO 16649-2, la cual establece el método para el recuento de *E. coli* en alimentos.

3.9.4.2 Determinación de *Salmonella*.

Para la detección de *Salmonella*, se realizó inicialmente un pre-enriquecimiento de la muestra en agua peptonada tamponada, incubando a 37 °C durante 18–24 horas. Posteriormente se efectuó un enriquecimiento selectivo en medios específicos, seguido de la siembra en agar selectivo para la recuperación de colonias sospechosas.

Las placas se incubaron a 37 °C durante 24–48 horas, observándose posteriormente las colonias características, las cuales fueron confirmadas mediante pruebas bioquímicas. El análisis se realizó siguiendo lo establecido en la norma ISO 6579-1, utilizada para la detección de *Salmonella* en alimentos.

3.9.4.3 Determinación de mohos y levaduras.

El recuento de mohos y levaduras se realizó mediante siembra en superficie en agar papa dextrosa (PDA) acidificado o medio selectivo para hongos. Las placas se incubaron a 25 °C durante 24 horas, tras lo cual se procedió al conteo de colonias características. El procedimiento se basó en la norma ISO 21527-1, que describe el método para la cuantificación de mohos y levaduras en alimentos.

3.10 Procedimiento experimental

3.10.1 Metodología para la obtención del extracto de camote.

Se seleccionaron camotes (*Ipomoea batatas*), libres de daños, los que fueron lavados con agua potable para remover tierra, luego cortados en trozos, secados en el horno a 60 °C, temperatura recomendada en guías técnicas de deshidratación (Ruiz & Lara, 2010) hasta alcanzar peso constante y completamente molidas en polvo fino. Los extractos se prepararon en distintas concentraciones: 1 %, 5 % y 10 %, y almacenados para su uso (Zhang *et al.*, 2023).

3.10.1.1 Selección.

Se realizó la selección de camotes (*Ipomoea batatas*) considerando criterios de calidad como tamaño uniforme, ausencia de golpes, daños mecánicos, moho o signos de deterioro, con el fin de asegurar la homogeneidad de la materia prima y la confiabilidad de los resultados experimentales.

3.10.1.2 Pelado.

Los camotes seleccionados fueron pelados manualmente utilizando cuchillos de acero inoxidable previamente desinfectados, con el objetivo de eliminar la cáscara y posibles contaminantes superficiales que pudieran interferir en la obtención del extracto.

3.10.1.3 Cortado.

Posteriormente, los camotes pelados fueron cortados en trozos pequeños de 8 mm para facilitar el proceso de secado, para asegurar una eliminación homogénea de la humedad.

3.10.1.4 Secado.

Los trozos de camote fueron colocados en bandejas y llevados a un horno de secado a una temperatura de 60 °C durante 24 horas. El secado se realizó hasta alcanzar peso constante hasta alcanzar un 10 % de humedad.

3.10.1.5 Molido.

Una vez secos, los trozos de camote fueron molidos utilizando un molino hasta obtener un polvo fino y homogéneo, adecuado para la preparación del extracto acuoso.

3.10.1.6 Tamizado.

El polvo obtenido fue tamizado para eliminar partículas de mayor tamaño, para asegurar la uniformidad del material y favoreciendo una mejor extracción de los compuestos bioactivos.

3.10.1.7 Preparación de extracto.

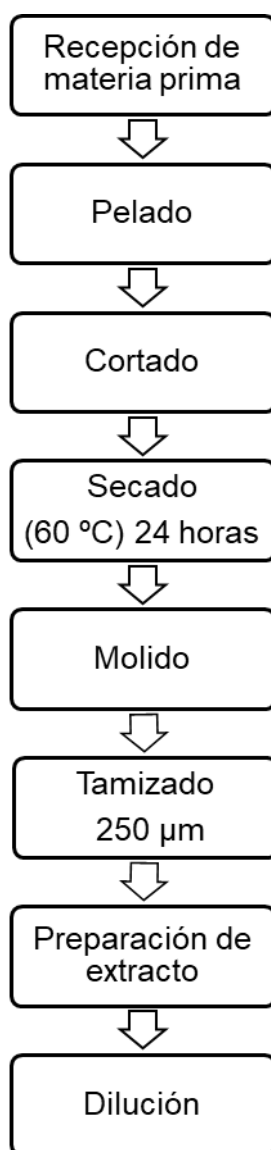
Para la preparación del extracto acuoso, se utilizó el polvo de camote previamente obtenido, el cual fue disuelto en agua destilada y sometido a agitación durante un periodo determinado, permite la extracción de los compuestos antioxidantes presentes en el camote.

3.10.1.8 Dilución.

El extracto acuoso inicial fue diluido con agua destilada hasta obtener las concentraciones de 1 %, 5 % y 10 %, las cuales fueron empleadas en los tratamientos experimentales. Las soluciones preparadas se almacenaron en recipientes herméticos y se mantuvieron refrigeradas hasta su aplicación.

Figura 1.

Diagrama de flujo para la obtención del extracto de camote



Nota. El gráfico muestra el proceso que se llevó a cabo para la obtención del extracto de camote.

3.10.2 Metodología para la aplicación del extracto y deshidratación de banano.

Este procedimiento se realizó adaptando la metodología descrita por (Milani, Jouki, & Rabbani, 2020) (Navarro Huamán, 2020) cómo se detalla a continuación:

3.10.2.1 Selección.

Se realizó la recepción del banano, verificando su estado sanitario, madurez grado 6 y ausencia de daños.

3.10.2.2 Cortado.

Los bananos fueron cortados en rodajas de 8 mm de espesor, manteniendo uniformidad en el tamaño.

3.10.2.3 Inmersión.

Las rodajas fueron sumergidas en las soluciones de extracto de camote durante 5 minutos.

3.10.2.4 Escurrido.

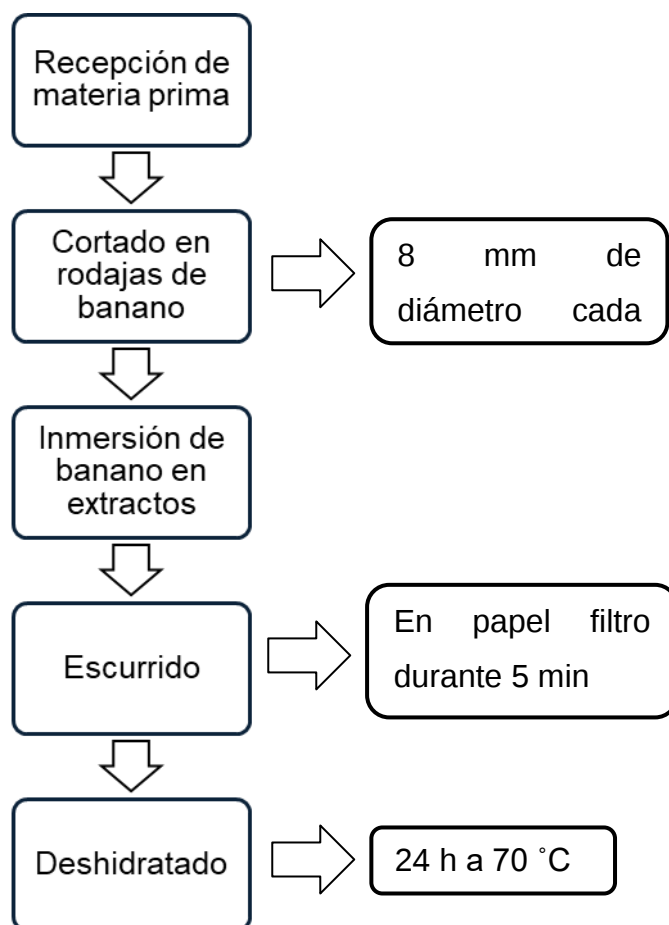
Posteriormente, las rodajas se escurrieron durante un tiempo de 5 minutos sobre papel absorbente.

3.10.2.5 Deshidratado.

Las rodajas fueron sometidas a un proceso de deshidratación a 70 °C durante 24 horas hasta alcanzar humedad de equilibrio inferiores al 6 %, lo que asegura la estabilidad del producto deshidratado.

Figura 2.

Diagrama de flujo para la aplicación del extracto y deshidratación de banano



Nota. El gráfico muestra el proceso que se llevó a cabo para el tratamiento del banano deshidratado.

3.11 Análisis microbiológicos, físicos y químicos.

Luego de obtenido el banano deshidratado con los distintos porcentajes de extracto de camote, estas fueron sometidos a los siguientes análisis para seleccionar el mejor tratamiento:

3.11.1 Determinación sensorial.

El análisis sensorial del banano con extracto de camote se ejecutó con la intervención de un panel sensorial para la degustación y calificación de los parámetros del color, olor, sabor, apariencia y textura. En la Tabla 3 se describe el formato para la evaluación.

Tabla 3.*Formato de encuesta para el análisis sensorial.*

Banano deshidratado A			
Atributo sensorial	1	2	3
Aroma	Dulce	Afrutado	Concentrado
Sabor	Dulce Natural	Acaramelado	Amargo
Textura	Gomosa	Suave	Crujiente
Color	1	2	3
			
Banano Deshidratado M			
Atributo sensorial	1	2	3
Aroma	Dulce	Afrutado	Concentrado
Sabor	Dulce Natural	Acaramelado	Amargo
Textura	Gomosa	Suave	Crujiente
Color	1	2	3
			

Nota. En la tabla se muestra el formato de encuesta para la evaluación sensorial de los distintos tratamientos.

3.11.2 Determinación de humedad.

La determinación del contenido de humedad del producto deshidratado se realizó siguiendo el procedimiento descrito en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2996, aplicable a productos alimenticios deshidratados.

El cálculo del porcentaje de humedad se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Humedad (\%)} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1} \right) \times 100$$

Dónde:

H = contenido de humedad (% masa)

m_1 = masa de la cápsula con muestra (g)

m_2 = masa de la cápsula con muestra seca (g)

A continuación, en la Tabla 4 se detallan los materiales usados para la determinación de humedad.

Tabla 4.

Materiales y muestras utilizados en análisis de humedad

Materiales	Muestras
Crisol	Banano deshidratado con extracto de camote morado
Estufa	Banano deshidratado con extracto de camote amarillo

Nota. En la tabla se detallan los materiales y muestras usados para la determinación de humedad.

3.10.3 Determinación de la capacidad antioxidante.

Se empleó el método del radical libre DPPH. Se preparó un extracto metanólico de las muestras, el cual se mezcló con una solución de DPPH (0.1 mM) en metanol en proporción fija, incubándose en oscuridad a temperatura ambiente durante 30 min para permitir la reacción de los compuestos antioxidantes con el radical. Después, se midió la absorbancia a 517 nm en un espectrofotómetro, utilizando como blanco metanol y como control una solución de DPPH sin muestra. La capacidad antioxidante se calculó a partir del porcentaje de inhibición del DPPH respecto al control, adicionalmente, se construyó una curva de calibración con Trolox para expresar los resultados como μmol equivalentes de Trolox por gramo de muestra.

3.10.4 Determinación de *Escherichia coli*, *Salmonella* y levaduras.

Conforme a la norma INEN 1529, para la evaluación individual de los microorganismos se procedió de la siguiente manera: a partir de la muestra

previamente homogeneizada se prepararon diluciones seriadas en solución salina estéril, de las cuales se tomó un volumen definido para la siembra en placas de Petri con medios selectivos específicos.

3.10.4.1 *Salmonella spp.*

Se utilizó como agar nutritivo selectivo Difco Bismuth Sulfite Agar, sembrando por extensión en superficie e incubando las placas a 37 °C durante 24 h.

3.10.4.2 *Escherichia coli.*

La siembra se realizó en Agar MacConkey, mediante la misma técnica de extensión, incubando a 37 °C por 24 h para favorecer el desarrollo de colonias típicas lactosa-positivas o negativas según corresponda.

3.10.4.3 *Mohos y levaduras.*

Se empleó Agar Papa Dextrosa (Potato Dextrose Agar, PDA) acidificado, sembrando por vertido o extensión en superficie e incubando las placas a 25–28 °C durante 24 h, hasta la aparición de colonias características. Finalmente, se realizó el conteo de unidades formadoras de colonia (UFC) por tipo de microorganismo y se expresaron los resultados en UFC/g de muestra.

3.11 Costo beneficio

El análisis costo–beneficio se realizó mediante la relación beneficio–costo (B/C), la cual permite evaluar la viabilidad económica del proceso productivo. Esta relación se obtuvo dividiendo los beneficios totales entre los costos totales de producción.

$$B/C = \frac{\text{Beneficios Totales}}{\text{Costos Totales}}$$

Dónde:

- B/C = Relación beneficio–costo

- Beneficios Totales (USD) = Ingresos obtenidos por la venta del banano deshidratado
- Costos Totales (USD) = Suma de los costos de producción (materia prima, insumos, etc.)

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización del banano fresco

La Tabla 5 presenta los resultados de los parámetros físicos y químicos evaluados en el banano fresco (*Musa paradisiaca*), obtenidos a partir de tres repeticiones analíticas para cada variable. Se muestran los valores promedio y su correspondiente desviación estándar, lo que permite observar la variabilidad de los datos obtenidos durante el análisis. Entre los parámetros analizados se incluyen humedad, sólidos solubles, cenizas, acidez titulable e índice de madurez, indicadores importantes para determinar la calidad, composición y estado de maduración del fruto. Estos resultados proporcionan información relevante para la caracterización del banano y para su posible utilización en procesos de transformación o conservación.

Tabla 5.

Parámetros físicos y químicos del banano fresco (Musa paradisiaca)

Variable	n	Media	Desv. Est.
Humedad (%)	3	70.00	0.50
Sólidos solubles (°Brix)	3	26.20	0.30
Cenizas (%)	3	1.10	0.04
Acidez titulable (% ácido málico)	3	0.35	0.02
Índice de madurez (°Brix/Acidez)	3	74.90	2.10

Nota. En esta tabla se muestran los resultados de media y desviación estándar de cada variable evaluada del banano deshidratado.

4.1.1 Humedad en banano.

Los procedimientos metodológicos descritos en estudios sobre deshidratación de frutas destacan que la selección y preparación de la fruta, junto con la medición del contenido de humedad final, representan parámetros clave para evaluar la calidad del producto deshidratado (Bianchi & Milisenda, 2021). Esta metodología subraya la necesidad de medir las condiciones de secado y el agua residual para determinar la eficiencia del proceso.

La humedad se torna como un parámetro importante dentro de los procesos de análisis bromatológicos, como se menciona en un estudio realizado por Carrillo Pisco (2020) quienes concluyen que el grado de

madurez y las técnicas usadas en la deshidratación son influenciadas directamente por la energía y las fibras que contenga el producto. En cambio, otras propiedades fisicoquímicas, incluida indirectamente la humedad, no mostraron diferencias significativas, lo que sugiere estabilidad en condiciones controladas de procesamiento previo.

El análisis de varianza del contenido de humedad en banano fresco no reveló diferencias estadísticamente significativas entre repeticiones ($p = 0.36 > 0.05$). Esto confirma la homogeneidad del comportamiento de la humedad en los tres bananos evaluados y valida la uniformidad de la materia prima en ese aspecto.

Tabla 6.

Análisis de varianza para la humedad (%) del banano fresco

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Banano	2	8.40	4.20	1.40	0.36
Error	6	18.00	3.00		
Total	8	26.40			

Nota. En la tabla se presenta el análisis de varianza del % de humedad del banano fresco.

4.1.2 Cenizas en banano.

El contenido de cenizas determinado en el banano fresco (*Musa paradisiaca*) presentó un valor promedio de 1.10 %, lo que representa la fracción mineral presente en la materia prima utilizada en el estudio. Este valor se encuentra dentro de los rangos reportados para frutas frescas, indica que el banano analizado posee una composición mineral adecuada y acorde a su estado de madurez.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Toconás *et al.*, (2023), quienes evaluaron la caracterización fisicoquímica de harina de banana y señalaron que el contenido de cenizas en la pulpa fresca presenta valores relativamente bajos.

En una investigación comparativa sobre la composición proximal de diferentes partes del banano, se encontró que el contenido de cenizas en la pulpa del banano fue de alrededor de 1.01 %, siendo uno de los valores más bajos entre los componentes del fruto y reflejando que la mayor parte de la materia seca del banano está compuesta por carbohidratos solubles y humedad, más que por materia mineral sólida. Este patrón concuerda con los valores obtenidos en el presente estudio, donde la pulpa fresca también mostró un valor de cenizas cercano a 1 % durante la determinación bromatológica.

Al comparar este resultado con lo reportado en la investigación de Vizcano Pino (2021), donde se caracterizaron fisicoquímicamente diversos frutos no tradicionales comercializados en Ecuador, se observa que algunos frutos como el tomate morado presentaron contenidos de cenizas considerablemente más altos (hasta 3.6 %). Esta diferencia refleja la variación intrínseca entre especies y partes del fruto analizadas; sin embargo, también posiciona al banano dentro de un rango más bajo de materia mineral total respecto a otros frutos evaluados en dicho estudio, lo cual es consistente con la naturaleza predominantemente acuosa y rica en carbohidratos de la pulpa del banano.

Estos antecedentes respaldan que el valor obtenido de cenizas en el banano fresco se encuentra dentro de lo esperado para este tipo de materia prima.

El análisis estadístico del contenido de cenizas no presentó diferencias significativas entre los bananos evaluados ($p \geq 0,05$). Esto evidencia una composición mineral relativamente constante en la materia prima utilizada, lo cual es deseable para garantizar uniformidad en procesos de transformación y evaluación fisicoquímica.

Tabla 7.*Análisis de varianza para cenizas (%)*

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Banano	2	0.012	0.006	1.50	0.30
Error	6	0.024	0.004		
Total	8	0.036			

Nota. En la tabla se presenta el análisis de varianza del % de cenizas del banano fresco

4.1.3 Brix en banano.

El análisis de sólidos solubles del banano fresco presentó un valor de 26.2 °Brix este resultado indica una elevada concentración de azúcares solubles, característica asociada a un estado avanzado de madurez del fruto y a una mayor disponibilidad de carbohidratos simples.

El contenido de °Brix registrado confirma que el banano utilizado presentaba condiciones óptimas de madurez y calidad para su procesamiento, en concordancia con lo descrito en estudios fisicoquímicos del banano fresco destinados a transformación agroindustrial (Chevez Véliz et al., 2023).

El resultado es comparable con lo reportado por Van y Nguyen (2025), quienes evaluaron los cambios fisicoquímicos del banano durante la maduración y postcosecha, registrando incrementos progresivos del contenido de sólidos solubles que alcanzaron valores superiores a 24 °Brix en las etapas finales de maduración, como consecuencia de la degradación del almidón y la acumulación de azúcares simples en la pulpa. De manera similar, en el estudio publicado en el International Journal of Food Science and Technology (2023), se reportaron valores de sólidos solubles que alcanzaron hasta 26.28 °Brix en bananos maduros, evidenciando una elevada concentración de azúcares totales asociada al avance del proceso de maduración. En este contexto, el valor de 26.2 °Brix obtenido en el presente estudio se encuentra dentro del rango reportado por estas investigaciones recientes y confirma que el banano analizado presentaba un

alto contenido de azúcares solubles, característico de frutos maduros y tecnológicamente aptos para su procesamiento.

El análisis de varianza para grados °Brix no mostró diferencias significativas entre repeticiones ($p \geq 0,05$). Lo que confirma que el contenido de azúcares solubles fue parecido en las muestras seleccionadas lo que muestra que los bananos escogidos tuvieron un grado de madurez uniforme.

Tabla 8.

Análisis de varianza para sólidos solubles (°Brix)

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Banano	2	0.54	0.27	1.23	0.35
Error	6	1.32	0.22		
Total	8	1.86			

4.1.4 Acidez titulable en banano.

El banano fresco (*Musa paradisiaca*) presentó un valor promedio de 0.52 % de acidez titulable, lo que indica la presencia de ácidos orgánicos característicos de frutas climatéricas en estado de madurez fisiológica. Este resultado es consistente con el comportamiento esperado del banano durante su proceso de maduración, en el cual se producen cambios metabólicos asociados a la respiración y a la síntesis de compuestos orgánicos.

En el presente estudio, el banano fresco presentó una acidez titulable de 0.35 % expresada como ácido málico, valor característico de frutos en estado avanzado de madurez. Este resultado es comparable con lo reportado por Merchán Sánchez (2020), quienes evaluaron la calidad del banano en diferentes etapas de maduración y registraron valores de acidez titulable comprendidos entre 0.30 y 0.45 %, observando una disminución progresiva de la acidez conforme avanza el proceso de maduración. De manera similar, Montes et al. (2023) reportó valores cercanos a 0.32–0.40 % en bananos maduros, atribuyendo esta reducción a la utilización metabólica de los ácidos orgánicos durante la respiración climatérica del fruto. En este

contexto, el valor obtenido en el presente trabajo se encuentra dentro del rango reportado en la literatura reciente.

El análisis de varianza mostró que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre las repeticiones ($p = 0.28 > 0.05$) por lo que el nivel de acidez resultó similar en todos los frutos evaluados.

Tabla 9.

Análisis de varianza para acidez titulable (% ácido málico)

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Banano	2	0.0042	0.0021	1.62	0.28
Error	6	0.0078	0.0013		
Total	8	0.012			

Nota. En la tabla se presenta el análisis de varianza de % ácido málico del banano fresco

4.1.5 Índice de Madurez.

El índice de madurez determinado en este estudio, calculado a partir de la relación entre sólidos solubles totales y acidez titulable, alcanzó un valor elevado, lo que indica un estado avanzado de maduración fisiológica del banano. Este comportamiento coincide con lo que Loor et al. (2025) informaron: hallaron que los índices de madurez más altos de 60 se vinculan con las fases finales de maduración, las cuales se distinguen por tener una elevada concentración de azúcares solubles y una disminución notable de la acidez. Además, Moreno (2022) reportaron altos niveles de madurez en las frutas maduras para procesamiento industrial, subrayando que estos índices indican una superior capacidad tecnológica y una más alta aceptación sensorial del producto final. El análisis de varianza del índice de madurez no mostró diferencias significativas entre los bananos evaluados ($p = 0.39 > 0.05$). Este resultado indica que la relación entre sólidos solubles y acidez fue comparable en todas las repeticiones, corroborando que los frutos presentaron un grado de madurez uniforme.

Tabla 10.*Análisis de varianza para el índice de madurez*

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Banano	2	2.40	1.20	1.10	0.39
Error	6	6.54	1.09		
Total	8	8.94			

Nota. En la tabla se presenta el análisis de varianza de % ácido málico del banano fresco.

4.2 Caracterización del camote

A continuación, se presentan los resultados del análisis realizado al camote fresco, específicamente los parámetros de humedad y contenido de cenizas en las variedades amarillo y morado. Estos análisis permiten caracterizar la composición fisicoquímica de la materia prima, aportando información relevante sobre su contenido de agua y minerales, aspectos fundamentales para evaluar su calidad, estabilidad y comportamiento durante los procesos tecnológicos posteriores.

Tabla 11.*Resultado promedio de humedad del camote*

Variedad de camote	N	Media (%)	Desv. Est.
Camote amarillo	3	68.5	1.20
Camote morado	3	70.2	1.00

Nota. En la tabla se presenta los resultados de media y desviación estándar de los resultados obtenidos en % de humedad en camote fresco.

Tabla 12.*Resultado promedio de cenizas del camote*

Variedad de camote	N	Media	Desv. Est.
Camote amarillo	3	1.30	0.05
Camote morado	3	1.55	0.07

Nota. En la tabla se presenta los resultados de media y desviación estándar de los resultados obtenidos en % de cenizas en camote fresco.

4.2.1 Humedad en camote.

El contenido de humedad del camote (*Ipomoea batatas*) presentó un valor promedio de 75.8 %, determinado mediante el método gravimétrico. Este alto contenido de agua es característico de raíces tuberosas frescas y explica su alta perecibilidad si no se aplican tratamientos de conservación adecuados.

Resultados similares han sido reportados por Montes et al. (2023), quienes indican que la humedad en camote fresco puede variar entre 60 % y 80 %, dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo. Estos autores destacan que el elevado contenido de agua influye directamente en la estabilidad microbiológica y en la necesidad de aplicar procesos de deshidratación para prolongar la vida útil del producto, lo cual justifica el uso del camote como materia prima para la obtención de extractos y productos deshidratados.

4.2.2 Cenizas en camote.

El contenido de cenizas determinado en el camote fue de 2.6 %, lo que representa la fracción mineral presente en la materia prima analizada. Este valor indica una adecuada presencia de minerales esenciales, los cuales aportan valor nutricional y funcional al producto.

Los valores de cenizas obtenidos en las variedades de camote analizadas en este estudio concuerdan con los reportados por Millena et al. (2024), quien documentó contenidos de cenizas entre 1.2 y 2.0 % en camotes de diferentes variedades, atribuyendo estas variaciones a factores genéticos y a las condiciones edafoclimáticas del cultivo. De manera similar, Armijos et al. (2020) evaluaron variedades de camote provenientes de Manabí, Ecuador, y reportaron valores de cenizas cercanos a 1.5 %, indicando que este parámetro refleja la concentración de minerales esenciales presentes en el tubérculo. Asimismo, Arshad et al. (2021) compararon la composición proximal de camote y papa, encontrando que el camote presenta una fracción mineral ligeramente superior, lo que respalda los resultados obtenidos en el presente trabajo. En conjunto, estas

comparaciones evidencian que los valores de cenizas determinados se encuentran dentro de los rangos reportados en la literatura científica reciente, confirmando la adecuada caracterización mineral de las variedades de camote evaluadas y su potencial para aplicaciones agroindustriales y alimentarias.

4.3 Microbiología de la materia prima

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico realizado a las muestras de banano y camote de las dos variedades evidenciaron ausencia de microorganismos patógenos e indicadores de contaminación en los parámetros evaluados. En el análisis para la detección de *Salmonella*, no se observó presencia del microorganismo en 25 g de muestra, cumpliendo con los criterios microbiológicos establecidos para alimentos tal como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13.

Resultados obtenidos del análisis microbiológico.

Parámetro microbiológico	Unidad	Banano	Camote 1	Camote 2	Límite permisible*
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i> spp.	UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mohos	UFC/g	<10	<10	<10	$\leq 10^2$
Levaduras	UFC/g	<10	<10	<10	$\leq 10^2$

De igual manera, el recuento de *Escherichia coli* presentó valores por debajo del límite de detección del método, indicando ausencia de este microorganismo en las muestras analizadas. Este resultado sugiere adecuadas condiciones higiénico-sanitarias.

En cuanto al recuento de mohos y levaduras, no se detectó crecimiento microbiano en las placas incubadas, reportándose valores menores al límite de detección del método (<10 UFC/g). Esto indica que las muestras analizadas presentan una baja carga microbiana, lo que contribuye a mantener la calidad e inocuidad del producto.

En general, los resultados obtenidos demuestran que el banano analizado cumple con los criterios microbiológicos de inocuidad, evidenciando adecuadas condiciones de manejo, procesamiento y almacenamiento del producto.

4.4 Caracterización de banano deshidratado

4.4.1 Humedad.

El contenido de humedad del banano deshidratado se determinó mediante el método AOAC 934.06 (INEN, 2015). Si bien la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2996 no establece límites específicos de humedad para el banano deshidratado, los valores obtenidos se encontraron dentro de rangos comparables a los reportados para otros productos vegetales deshidratados contemplados en dicha normativa.

Tabla 14.

Resultados % de Humedad

Tratamiento	Variedad de camote	Concentración	Rep. 1 (%)	Rep. 2 (%)	Rep. 3 (%)	Promedio (%)
T1	Amarillo	10 %	40	30	30	33.3
T2	Morado	10 %	30	40	40	36.7
T3	Amarillo	5 %	50	30	40	40.0
T4	Morado	5 %	40	30	40	36.7
T5	Amarillo	1 %	30	40	30	33.3
T6	Morado	1 %	60	40	40	46.7
T0	Control (sin extracto)	—	30	40	30	33.3

Nota. En la tabla se presenta los resultados los resultados obtenidos de % humedad en banano deshidratado.

Tabla 15.

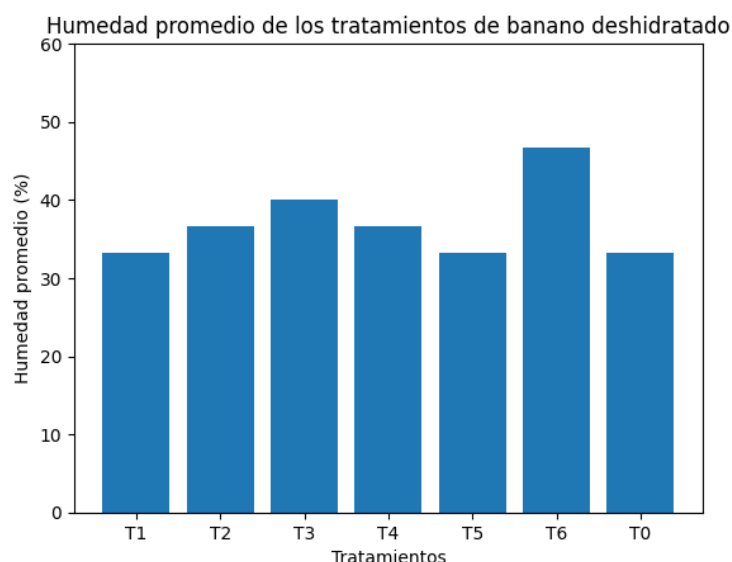
Estadísticos descriptivos de humedad

Tratamiento	n	Media (%)	Desv. Est.	Mín.	Máx.
T0	3	33.3	5.77	30	40
T1	3	33.3	5.77	30	40
T2	3	36.7	5.77	30	40
T3	3	40.0	11.55	40	60
T4	3	33.3	5.77	30	40
T5	3	46.7	10.00	30	50
T6	3	36.7	5.77	30	40

Nota. En la tabla se presenta los resultados de media y desviación estándar de los resultados obtenidos en % de humedad en banano deshidratado.

Figura 2.

Humedad promedio del banano deshidratado



El análisis de varianza (ANOVA) no mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($p > 0.05$) se demuestra así que la aplicación del extracto no influye en la humedad del banano deshidratado.

La norma técnica ecuatoriana INEN 2996:2015 establece parámetros de calidad para productos deshidratados, entre los cuales se considera que un contenido de humedad bajo es esencial para garantizar la vida útil del producto y la inhibición del desarrollo microbiano. En un estudio similar sobre snacks de frutas y hortalizas, se determinó que el control de humedad hasta los 21 días de almacenamiento permitió verificar un valor de $5.40 \% \pm 0.7643 \%$, Se cumplen con los criterios establecidos por la norma INEN 2996:2015 para productos deshidratados (Sagñay & Ricaurte, 2024).

De acuerdo con Arboleda (2022), investigaciones sobre el efecto de la deshidratación en banano han demostrado que el proceso térmico induce pérdidas significativas de humedad, y que estas pérdidas dependen de la

temperatura y el tiempo de secado aplicados. Por ejemplo, tratamientos a 65–75 °C resultaron en reducciones de humedad entre 68 % y 72 % en el producto deshidratado, lo que refleja que el contenido inicial de agua en el banano antes de la deshidratación es alto y que el proceso de secado modifica esta propiedad de forma importante. Estos antecedentes respaldan que el valor inicial de humedad reportado para el banano fresco en este estudio es consistente con los comportamientos observados en procesos de deshidratación similares en la literatura.

Tabla 16.

Análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de humedad

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	6	866.67	144.44	1.92	0.14
Error	14	1050.00	75.00		
Total	20	1916.67			

Nota. En la tabla se presenta los resultados del p-valor de humedad obtenido de los tratamientos en banano deshidratado.

4.4.2 Brix en banano deshidratado.

El contenido de sólidos solubles totales (°Brix) del banano deshidratado fue determinado en tres repeticiones por tratamiento. Los valores oscilaron entre 72.73 y 78.27 °Brix, observándose una baja variabilidad entre repeticiones, como lo indican las desviaciones estándar inferiores a 1 °Brix. Estos resultados reflejan una adecuada concentración de azúcares característica del proceso de deshidratación.

Tabla 17.

Contenido de sólidos solubles (°Brix) del banano deshidratado

Tratamiento	Rep 1 (°Brix)	Rep 2 (°Brix)	Rep 3 (°Brix)	Promedio (°Brix)	Desv. Est.
T0 (Control)	72.5	73.8	71.9	72.73	0.96
T1	74.2	75.1	73.6	74.30	0.76
T2	76.8	77.5	76.1	76.80	0.70
T3	73.4	72.8	74.0	73.40	0.60
T4	78.2	79.0	77.6	78.27	0.70
T5	75.6	76.3	74.9	75.60	0.70
T6	77.1	76.4	78.0	77.17	0.80

Nota. En la tabla se presenta los resultados del contenido de sólidos solubles (°Brix) del banano deshidratado.

Un valor elevado de °Brix en banano deshidratado refleja la fuerte concentración de azúcares solubles que ocurre durante la eliminación del agua, lo que intensifica el dulzor y modifica la funcionalidad del producto. Estudios recientes muestran que el banano sometido a procesos de secado puede alcanzar valores entre 18 y 25 °Brix, dependiendo del grado de madurez inicial y del método de deshidratación empleado.

Por ejemplo, Florez-Varga et al. (2020) reportaron 20 °Brix en banano deshidratado destinado a fermentación alcohólica, señala que la madurez avanzada del fruto favorece la conversión del almidón en azúcares simples, así incrementa los sólidos solubles. Este comportamiento coincide con lo descrito por Figueroa-Garcia et al. (2022), quienes observaron que el secado por aire caliente concentra los azúcares y mejora la estabilidad del producto final. En conjunto, estos resultados sugieren que los °Brix en banano deshidratado no solo dependen del proceso tecnológico, sino también del estado fisiológico del fruto, lo que permite tomarlo como clave potencial de uso industrial.

4.4.3 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial del banano deshidratado tratado con extracto de camote se realizó con el objetivo de determinar las características sensoriales del producto final. El análisis se llevó a cabo mediante un panel sensorial, conformado por 11 jueces, seleccionados por su disponibilidad y capacidad para identificar atributos sensoriales básicos. A continuación, en la Tabla 18 se muestra el promedio de los parámetros sensoriales evaluados.

Tabla 18.

Resultados de análisis sensorial

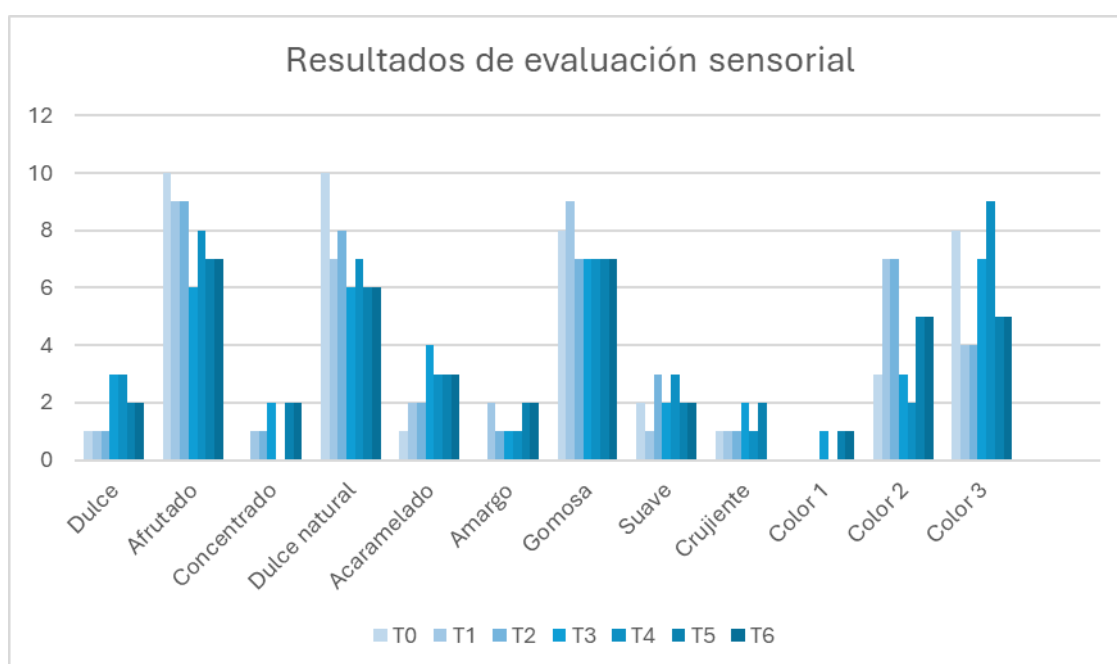
Atributos sensoriales	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Dulce	1	1	1	3	3	2	2
Afrutado	10	9	9	6	8	7	7
Concentrado	0	1	1	2	0	2	2
Dulce natural	10	7	8	6	7	6	6
Acaramelado	1	2	2	4	3	3	3
Amargo	0	2	1	1	1	2	2

Gomosa	8	9	7	7	7	7	7
Suave	2	1	3	2	3	2	2
Crujiente	1	1	1	2	1	2	2
Color 1	0	0	0	1	0	1	1
Color 2	3	7	7	3	2	5	5
Color 3	8	4	4	7	9	5	5

Nota. En la tabla se presenta los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de los tratamientos en banano deshidratado.

Figura 3.

Grafica resultados de evaluación sensorial



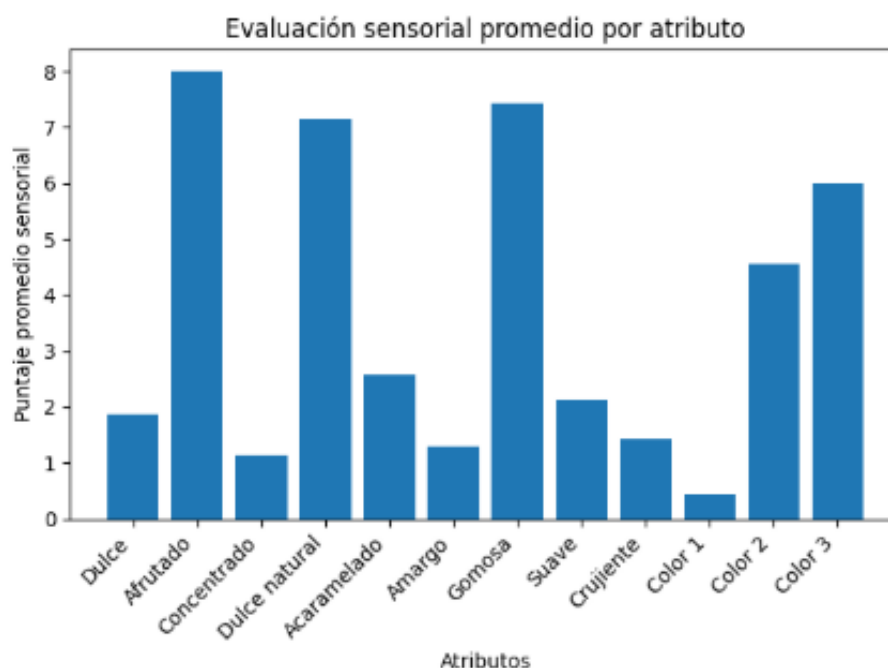
Nota. En este grafico se presenta los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de los tratamientos en banano deshidratado.

La Tabla 19 presenta los promedios y la desviación estándar de los atributos evaluados en la prueba sensorial aplicada al banano deshidratado. Estos resultados permiten identificar la intensidad percibida de cada característica, así como la variabilidad de las respuestas entre los evaluadores. Se observan mayores puntuaciones en los atributos afrutado, dulce natural y gomosa, mientras que características como concentrado, amargo y color 1 muestran valores promedio más bajos, lo que facilita la interpretación del perfil sensorial de los tratamientos analizados.

Tabla 19.*Promedios y desviación estándar*

Atributo	Promedio	Desv. Est.
Dulce	1.86	0.83
Afrutado	8.00	1.41
Concentrado	1.14	0.90
Dulce natural	7.14	1.57
Acaramelado	2.57	0.98
Amargo	1.29	0.76
Gomosa	7.43	0.79
Suave	2.14	0.69
Crujiente	1.43	0.53
Color 1	0.43	0.53
Color 2	4.57	1.99
Color 3	6.00	1.87

Nota. En la tabla se presenta los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de los tratamientos en banano deshidratado.

Figura 4.*Gráfico promedio de evaluación sensorial*

Nota. En el grafico se presenta los promedios de la evaluación sensorial de los tratamientos en banano deshidratado.

El análisis estadístico de la evaluación sensorial reveló diferencias significativas entre tratamientos en los atributos de aroma afrutado, sabor dulce natural y color. En cuanto a la textura no se evidenciaron diferencias

significativas. El tratamiento T0 obtuvo los valores más altos en aroma y sabor. Los tratamientos con extracto de camote al 10 % mostraron en el color mejoras significativas confirmando que la adición del extracto si influye en la apariencia del producto.

Tabla 20.

Comparación de medias

Tratamiento	Aroma afrutado	Sabor natural	dulce	Color 3
T0	10.0 a	10.0 a		8.0 a
T1	9.0 ab	7.0 b		4.0 c
T2	9.0 ab	8.0 ab		4.0 c
T3	6.0 c	6.0 c		7.0 ab
T4	8.0 b	7.0 b		9.0 a
T5	7.0 bc	6.0 bc		5.0 bc
T6	7.0 bc	6.0 bc		5.0 bc

El análisis sensorial del banano deshidratado mostró diferencias notables en la percepción de los diversos tratamientos y atributos evaluados. En todos los tratamientos, los jueces detectaron el olor afrutado con más frecuencia. No obstante, los tratamientos T1 y T2 presentaron la frecuencia más alta, con once jueces en cada uno. Esto indica que la aplicación del extracto a una concentración más alta no dañó el aroma típico del banano.

4.5 Capacidad antioxidante

La Tabla 20 presenta la capacidad antioxidante, expresada como porcentaje de inhibición del radical DPPH, de los tratamientos seleccionados a partir del análisis sensorial previo. La elección de los tratamientos T1 (camote amarillo al 10 %) y T2 (camote morado al 10 %) se fundamentó en que ambos obtuvieron los mejores puntajes de aceptación en la evaluación sensorial, destacándose por sus características organolépticas favorables.

Los resultados del análisis de la reducción del radical DPPH mostró claramente diferencias entre la actividad antioxidante del extracto del del camote amarillo versus el morado tal como se muestra en la Tabla 20, mostrando que el segundo tiene un porcentaje de inhibición del 80 % muy por encima del 47 % que presentó el camote amarillo, esto demuestra que el

camote morado tiene mayor capacidad antioxidante así, la selección realizada permitió evaluar tanto la aceptabilidad sensorial de ambas variedades como su potencial funcional.

Tabla 21.

Capacidad antioxidante de los tratamientos Seleccionados

Tratamiento	Variedad de camote	Réplica 1 (%)	Réplica 2 (%)
T1	Amarillo (MCA)	46,81	47,91
T2	Morado (MCM)	81,81	82,53

Nota. Los valores corresponden al % reducción del radical DPPH. El porcentaje de inhibición expresa la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de camote amarillo (MCA) y camote morado (MCM). Una mayor inhibición del radical DPPH indica mayor actividad antioxidante.

Tabla 22.

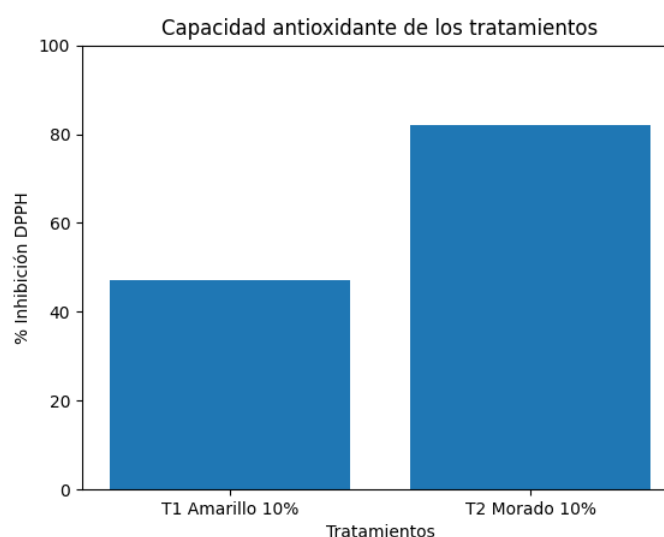
Promedio y desviación estándar de la capacidad antioxidante

Tratamiento	Variedad de camote	Promedio (%)	Desv. Est.
T1	Amarillo (MCA)	47.36	0.78
T2	Morado (MCM)	82.17	0.51

Nota. Los valores corresponden al promedio $\pm$ desviación estándar de dos réplicas experimentales determinadas mediante el ensayo de reducción del radical DPPH.

Figura 5.

Capacidad antioxidante de los tratamientos



En el estudio de Tovar et al. (2021), publicado en la *Revista de la Sociedad Química del Perú*, se evaluó el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de extractos etanólicos de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) provenientes de diferentes regiones geográficas del Perú, mediante el método de inhibición del radical DPPH. Los resultados indicaron que el fruto procedente de Huánuco presentó tanto el mayor contenido de compuestos fenólicos (149.3 ± 1.62 mg de ácido gálico/100 g) como la mayor capacidad antioxidante ($IC_{50} = 1.86$ mg/mL), lo que sugiere que esta matriz es una fuente potencial de antioxidantes naturales para aplicación alimentaria y funcional.

4.6 Análisis Microbiológicos

La tabla presenta los resultados del análisis microbiológico realizado a los diferentes tratamientos del producto, incluyendo el control (T0) y las formulaciones T1–T6. Se evaluó la presencia de *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., mohos y levaduras, comparando los resultados con los límites permisibles establecidos por la normativa sanitaria vigente. Los resultados evidencian ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en todas las muestras analizadas, mientras que los recuentos de mohos y levaduras se mantuvieron por debajo del límite de detección (<10 UFC/g) y dentro del valor máximo permitido ($\leq 10^2$ UFC/g), lo que indica que los tratamientos cumplen con los criterios microbiológicos de inocuidad y calidad establecidos.

Tabla 23.

Resultado conteo de microorganismos

Parámetro microbiológico	Unidad	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Límite permisible*
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i> spp.	UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mohos	UFC/g	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	$\leq 10^2$
Levaduras	UFC/g	<10	<10	<10			<10	<10	$\leq 10^2$

Nota. Los resultados se expresan en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) y en UFC/25 g para *Salmonella* spp. La expresión “Ausencia” indica que no se detectó el microorganismo en la cantidad de muestra analizada, mientras que “<10” señala valores inferiores al límite de detección del método.

4.6.1 *Escherichia coli*.

Los resultados del presente estudio concuerdan con lo reportado por Ramos *et al.* (2006), quienes evaluaron frutas deshidratadas y no detectaron *E. coli* en aquellas muestras procesadas bajo condiciones controladas de higiene. Asimismo, lo reportado en la tesis de Arboleda, (2022), en la cual la evaluación microbiológica de productos deshidratados procesados mostró ausencia de *E. coli*, lo cual resalta la importancia de aplicar buenas prácticas de manufactura y control de puntos críticos durante el procesamiento.

4.6.2 *Salmonella* spp.

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Sagñay & Ricaurte (2024), quienes evaluaron la calidad microbiológica de snacks de frutas y hortalizas deshidratados, incluye plátanos maduros, y tampoco detectaron la presencia de *Salmonella* en las muestras procesadas bajo condiciones estándar de higiene y control tecnológico.

4.6.3 Mohos y levaduras

La cuantificación de mohos y levaduras se realizó mediante métodos de recuento en placa, técnica comúnmente utilizada para evaluar la calidad microbiológica de alimentos secos.

En todos los tratamientos evaluados no se evidenció la presencia de estos lo que indica que el producto deshidratado cumple con los criterios microbiológicos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2996:2015 para productos deshidratados.

4.7 Costos unitario de producción y análisis costo–beneficio

4.7.1 Costo de producción.

El costo unitario de producción del banano deshidratado tratado con extracto de camote se determinó considerando los costos de la materia prima directa y los materiales directos e indirectos necesarios para la elaboración de una unidad de producto terminado. En la Tabla 24 se presentan las cantidades y costos de la materia prima utilizada, mientras que en la Tabla 25 se detallan los materiales directos e indirectos empleados durante el proceso productivo.

Tabla 24.

Costos de materia prima

Materia prima	Cantidad por unidad	Costo unitario USD
Banano fresco	1 unidad	0.10
Camote (para extracto)	0.10 kg	0.10
Agua destilada	0.10 L	0.23
Total		0.43

Nota. Se detallan los costos unitarios de las materias primas.

Tabla 25.

Costo de materiales directos e indirectos

Materiales	Cantidad	Costo USD
Envase	1	0.41
Guantes	1	0.15
Cofia	1	0.25
Mascarilla	1	0.10
Total		0.98

Nota. Se detallan los costos unitarios de los materiales indirectos.

La materia prima directa costó USD 0.43 en total. Los materiales directos e indirectos sumaron USD 0.91. Por ello, el costo unitario de producción alcanzó USD 1.34 por unidad de producto.

4.7.2 Costo beneficio.

Para determinar la relación costo-beneficio, se consideró el valor unitario de producción. El beneficio económico se obtuvo del precio de venta al público con un margen de utilidad del 30 %. Interpretaron el índice beneficio-coste (B/C) según estos criterios:

B/C > 1: proyecto viable y rentable.

B/C = 1: proyecto sostenible sin utilidades.

B/C < 1: proyecto económicamente inviable.

La tabla 26 presenta la estructura de costos del producto.

Tabla 26.

Análisis costo–beneficio

Detalle	Costo USD
Costo de materia prima directa	0.43
Costo de materiales directos e indirectos	0.91
Costo unitario de producción	1.34
Margen de utilidad (30 %)	0.40
Precio de venta al público (P.V.P.)	1.74
Relación Beneficio–Costo (B/C)	1.30

Nota. En la Tabla se detallan el costo-beneficio del producto.

El índice beneficio–costo obtenido fue de 1.30, lo que indica que por cada dólar invertido en la producción del banano deshidratado con extracto de camote se obtiene un beneficio aproximado de USD 0.30. Este resultado evidencia que el producto es económicamente viable, aun prescindiendo de insumos secundarios como la etiqueta, lo cual mejora la rentabilidad del proceso productivo sin comprometer la calidad ni la inocuidad del producto final.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La caracterización fisicoquímica y microbiológica de la materia prima permitió verificar que tanto el banano como las variedades de camote presentaron condiciones adecuadas de calidad, composición y seguridad, cumple con los parámetros establecidos para su uso en procesos de transformación alimentaria. Estos resultados garantizaron la idoneidad de las materias primas empleadas en el desarrollo del producto.

Se estableció una metodología eficiente para la obtención del extracto de camote morado y amarillo, basada en procesos de selección, secado, molienda y extracción acuosa, lo cual permitió conservar los compuestos antioxidantes presentes en cada variedad, se obtiene extractos estables y funcionales para su aplicación en el banano deshidratado.

Se determinó una metodología adecuada para la elaboración de banano deshidratado tratado con extracto de camote, mediante un proceso de inmersión controlada y deshidratación a temperatura constante, así se obtuvo un producto con humedad dentro de los rangos permitidos y características físicas estables.

La caracterización integral del producto final evidenció que el banano deshidratado tratado con extracto de camote cumplió con los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales establecidos, demuestra que la incorporación del extracto no afectó negativamente la calidad ni la inocuidad del producto elaborado.

Tomando en cuenta los resultados físicos, químicos y microbiológicos, antioxidantes y sensoriales, se seleccionaron como mejores tratamientos aquellos elaborados con extracto de camote morado y amarillo al 10 %, debido a que presentaron mayor estabilidad, aceptación sensorial y mejores indicadores de calidad a diferencia de los demás tratamientos.

Se determinó que el extracto bioactivo de camote, especialmente a concentraciones del 10 %, presentó una eficiencia significativa en la disminución de la oxidación del banano deshidratado, evidencia una mayor capacidad antioxidante, atribuida a la presencia de compuestos fenólicos y pigmentos naturales, particularmente en la variedad morada.

El examen de la relación entre costos y beneficios corroboró que el producto desarrollado es económicamente viable. El índice sobrepasó la unidad, lo cual evidencia que las ganancias producidas por los beneficios fueron superiores a los costos de producción. Esto apoya la viabilidad de utilizar el banano deshidratado, que ha sido tratado con extracto de camote, como una opción que agrega valor.

5.2 Recomendaciones

Conservar y mejorar las bases para la selección de la materia prima a utilizarse para de esta forma poder cumplir con los parámetros establecidos en las normativas y garantizar de así la inocuidad del alimento

Para la elaboración del banano deshidratado tratado con extracto de camote, es importante hacer un análisis más profundo del tiempo de inmersión y de deshidratación de este ya que de esta forma se puede garantizar que el producto no sufrirá cambios durante la deshidratación y se conservará por más tiempo, siendo el banano un producto propenso al pardeamiento con mucha facilidad.

Los tratamientos al 10% mostraron los mejores resultados, esto da pie a que se realicen más investigaciones usando el extracto de camote para el mejoramiento de productos que ya encuentran en el mercado, como la piña, el mango y todos aquellos que al ser deshidratados presentan afectaciones en su apariencia.

Otro punto para estudiar en futuras investigaciones es el de técnicas que permitan la estabilización del extracto, con el fin de poderlo aplicar de

manera más eficiente en alimentos y tal vez comercializarlo para su uso a menor escala para pequeños productores.

Desde una perspectiva económica, se aconseja llevar a cabo un análisis más exhaustivo de los costos en niveles industriales y piloto, tomando en cuenta factores como el rendimiento del extracto, la eficiencia del proceso y el consumo energético. Esto posibilitará confirmar la factibilidad del producto en situaciones de producción ampliada y consolidar su potencial como opción de valor añadido para el sector agroindustrial.

Finalmente, se propone la articulación con pequeños productores tanto de banano como de camote, con el fin de diversificar su producción, dándole valor agregado a sus productos con el fin de llegar a mercados en otros países donde el consumo de productos deshidratados es alto.

REFERENCIAS

- Adu Donyina, G., Ujj, A., Agyenang Opoku, V., Bamfi, L., Szarvas, A., & Monostori, T. (2026). Enhancing sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) production in Europe: a case study of home gardening in Hungary. *Biologia Futura*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s42977-025-00304-z>
- Al-Maqtari, Q. A. (2023). An Overview of the Isolation, Modification, Physicochemical Properties, and Applications of Sweet Potato Starch. *Food and Bioprocess Technology*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-023-03086-1>
- Álvarez, L. F. (2023). Estudio del efecto del pardeamiento enzimático en la calidad nutricional del banano (*Musa paradisiaca* L.). *RECIENA*. doi:<https://doi.org/10.47187/74mfw104>
- Amagloh, F., Yada, B., Tumuhimbise, G., Amagloh, F., & Kaaya, A. (2021). El potencial del camote como alimento funcional en el África subsahariana y sus implicaciones para la salud: una revisión. *Molecules*. doi: 10.3390/molecules26102971
- Arboleda, R. (2022). Deshidratación mecánica de banano (*Musa paradisiaca*), incorporando ácido cítrico y ascórbico para la obtención de harina. *Universidad Agraria del Ecuador* . Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARBOLEDA%20AREVALO%20ROGELIO%20GREGORIO.pdf>
- Arias Ramos, H., & Villalta Vejar, C. (2022). Elaboración de snacks deshidratados a base de tubérculos y hortalizas (camote, yuca, papa,. *Universidad Dr. José Matías Delgado* . Obtenido de <http://redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/5108/1/0003005-ADTESAE.pdf>
- Armijos, G. V. (2020). Evaluación físico-química y funcional de siete variedades de camote provenientes de Manabí-Ecuador. *INiAP*.

Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/items/497c301b-e91d-4e0b-8158-7198dbc66724>

Arshad, A. I. (2021). Comparative Study of Potato (*Solanum tuberosum* L.) and Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.): Evaluation of Proximate Composition, Polyphenol Content, Mineral and Antioxidant Activities. *MDPI*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/24/11844>

Bhattacharjee, S. M. (2024). A critical review on drying of food materials: Recent progress and key challenges. *International Communications in Heat and Mass Transfer*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2024.107863>

Bianchi, M., & Milisenda, A. (2021). Dehidrocongelación de frutas: Estudio de los parámetros de calidad. *Universidad del Centro Educativo Latinoamericano*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/877/87717621009.pdf>

Cabrera Solis, E. J. (2021). Evaluación de las características agroindustriales de cuatro variedades de mango (*Mangifera indica*) deshidratado. *Universidad Agraria del Ecuador*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CABRERA%20SOLIS%20EDHISON%20JAVIER.pdf>

Campuzano Pérez, S. R. (2024). Influencia de los ácidos tartárico, fumárico y málico sobre la actividad antioxidante del plátano (*Musa paradisiaca*), camote (*Ipomoea batatas*) y yuca (*Manihot esculenta*) para la producción de snacks (chifles). *UTB*. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/items/a85d2757-b22f-4a07-87e0-cdb191244a06>

Carocho, M., Morales, P., & Ferreira, I. (2021). Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives. *Trends in Food Science & Technology*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.11.008>

- Carrillo Pisco, M. (2020). Evaluación de la calidad bromatológica y sensorial de galletas con sustitución parcial de harina trigo (*Triticum spp*) por amaranto (*Amaranthus spp*). *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/053fb3fd-f012-430a-9abc-677a852f49f3/content>
- Chevez Véliz, H., Tuarez García, D., Erazo Solórzano, C., Revilla Escobar, K., Aldas Morejon, J., & Guapi Álava, G. (2023). Evaluación físico-química del banano maqueño (*Mussa acuminata*) en dos zonas de cultivo en Ecuador. *Acta Agronómica*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1699/169977902003/html/>
- Cobeña R, G. D. (2024). Cultivo de camote en Ecuador. *INiAP*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/items/155e2528-cb93-4b1c-8d9c-b7fb4f2ba2ea>
- Conde, G., C., Torrenegra Alarcón, M., León Méndez, G., Arrieta Pineda, Y. J., & Carriazo Marmolejo, L. (2019). Deshidratación osmótica método alternativo de conservación de alimentos. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10049946>
- Espinoza Pesántez, A. D. (2025). Optimización de la extracción dinámica de antocianinas de la flor de Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa L.*) mediante la metodología de superficie de respuesta. *Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/31465>
- Figueroa-Garcia, E., & Chávez-Rodríguez, A. (2022). Flat plate solar collectors for indirect type solar food drying: characteristics, and applications. *Biotecnología y Ciencias Agropecuarias*. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-CaptadoresSolaresDePlacaPlanaParaElSecadoSolarIndi-8571821.pdf>
- Florez-Varga, A., Sánchez-Molina, J., & Sánchez-Zuñiga, J. (2020). Caracterización de los residuos de la cosecha del plátano harton para

un potencial uso industrial. *Revista de Investigación Administración e Ingeniería*. doi:<https://doi.org/10.15649/2346030X.821>

Gençdağ, E. Ö. (2022). Copigmentation and stabilization of anthocyanins using organic molecules and encapsulation techniques. *Current Plant Biology*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cpb.2022.100238>

Guerra, M. &. (2025). Batata (Ipomoea batatas, L.) tubérculo nutritivo y saludable. Revisión . *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Obtenido de <https://www.alanrevista.org/ediciones/2025/1/art-7/>

Hazo, H. &. (2021). Comparison of Different Sweet Potato (Ipomoea Batatas L) Varieties in Terms of. *Journal of Nutrition & Food Sciences*. Obtenido de <https://www.longdom.org/open-access-pdfs/comparison-of-different-sweet-potato-ipomoea-batatas-l-varieties-in-terms-of-nutritional-value.pdf>

Hoang, H., Moon, J., & Lee, Y. (2021). Natural Antioxidants from Plant Extracts in Skincare Cosmetics: Recent Applications, Challenges and Perspectives. *MDPI*. doi: <https://doi.org/10.3390/cosmetics8040106>

INEN. (2015). *NTE 2996 productos deshidratados. Zanahoria, zapallo, uvilla*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/>, https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2996.pdf

Jang, A. R. (2026). Evaluation of base ingredients for edible coating of fresh-cut apples to preserve the quality during cold storage. *Food Science and Biotechnology*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10068-025-02036-1>

Karam, M. C. (2021). Effects of drying and grinding in production of fruit and vegetable powders: A review. *Journal of Food Engineering*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.05.001>

Laz Vera, D. A. (2023). Efecto del proceso de deshidratado del banano morado (red dacca) sobre las características nutricionales. *UTEQ*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/43aa1e96-5309-4ee6-b7b4-f58f5a3b2df9>

- Loor Intriago, N., Ostaiza Saltos, J., & Zambrano Ruedas, J. (2025). Evaluación Fisicoquímica y Capacidad Antioxidante del Camote Variedad INIAP-Toquecita Tratado Térmicamente. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.18280
- López V. I.C., E. L. (2024). Parámetros que influyen en la deshidratación de frutas y hortalizas. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*. doi:<https://orcid.org/0000-0003-4325-568X>
- López-Pedrouso, M., Lorenzo, J. M., & Franco, D. (2022). Advances in Natural Antioxidants for Food Improvement. *MDPI*. doi:<https://doi.org/10.3390/antiox11091825>
- Merchán Sánchez, B. (2020). Efecto del acetiluro de calcio sobre la maduración de frutas en dos cultivares del plátano (*Musa paradisiaca* L.). *Universidad Técnica Estatal de Quevedo* .
- Milani, A., Jouki, M., & Rabbani, M. (2020). Production and characterization of freeze-dried banana slices pretreated with ascorbic acid and quince seed mucilage: Physical and functional properties. *Food Science & Nutrition*. doi:10.1002/fsn3.1666
- Millena, C. G. (2024). Nutritional composition and mineral bioavailability of selected root and tuber crops in the Bicol Region, Philippines. *Food Research*. Obtenido de https://www.myfoodresearch.com/uploads/8/4/8/5/84855864/_42__fr-2022-548_millena.pdf
- Monteros Altamirano, A., Paredes, D., Buitrón Bustamante, J., Tapia, C., & Peña, G. (2020). Genetic diversity of sweet potatoes [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] in Ecuador. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 307–320.
- Montes, L., García, J., García, A., & Monzón, L. (2023). Estudio de las principales propiedades de calidad del banano, variedad Orinoco, almacenado a temperatura ambiente. *Universidad Agraria de la*

Habana. Obtenido de
<https://www.redalyc.org/journal/932/93275809009/html/>

Moreno Tomalá, R. E. (2022). Aplicación de biorreguladores en la propagación meristemática de banano (*Musa x paradisiaca* L.) en laboratorio. *Universidad Agraria del Ecuador*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MORENO%20TOMAL%C3%81%20RUTH%20ESTHER.pdf>

Motato Alarcón, N. E. (2016). Alternativas de siembra del camote (*Ipomoea batatas* L.) para el cantón Jaramijó, provincia de Manabí. *ESPAMCIENCIA*, 8. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-AlternativasDeSiembraDelCamoteIpomoeaBatatasLParaE-9138705.pdf>

Mounika, V. G. (2025). Sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam): a comprehensive review of its botany, nutritional composition, phytochemical profile, health benefits, and future prospects. *European Food Research and Technology*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-025-04828-5>

Navarro Huamán, K. (2020). Deshidratación del plátano verde (*Musa paradisiaca*) variedad inguiri. *Universidad Nacional San Luis Gonzaga*. Obtenido de <https://repositorio.unica.edu.pe/items/73d71783-2802-4336-9718-31cf82044e6c>

Novillo, S., Llinguin, D., Daquilema, W., & Bayas, W. (2023). Tecnologías de conservación de alimentos tratados con altas presiones. *RECIENA*. doi:<https://doi.org/10.47187/tr4kqp21>

Queiroz, C., Mendes Lopez, M. L., Fialho, E., & Valente-Mesquita, V. L. (2008). Polyphenol Oxidase: Characteristics and Mechanisms of Browning Control. *Food Reviews International*. doi:<https://doi.org/10.1080/87559120802089332>

- Robles-Cueva, H., Guzmán-Farfán, L. C., Arbulú-Zuazo, A., Rodríguez-Lichtenheldt, J., & Robles-Cueva, O. (2025). Micropropagación in vitro del plátano (*Musa paradisiaca* L.) variedad 'Bellaco' (AAB) a partir de hijuelos basales. *Manglar*. doi:<https://orcid.org/0000-0002-2817-573X>
- Rodrigues, T. Z. (2025). Propriedades bioativas de pães de fermentação natural inoculados com *Companilactobacillus paralimentarius* 41, *Lactiplantibacillus plantarum* 47 E *Levilactobacillus brevis* 83. *UFPB*. Obtenido de <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/35760>
- Ruiz, L., & Lara, N. (2010). Caracterización del extracto sólido de dos genotipos de camote (*Ipomea batatas* L.), gelatinizado y en mezcla con residuo sólido de zanahoria amarilla (*Daucus carota*). *INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/53ae0015-5491-4e33-a4c4-858efa26c15b/content>
- Sagñay, G., & Ricaurte, P. (2024). Elaboración de un snack de frutas y hortalizas (zanahoria, calabacín, manzana, pera y plátanos maduros) deshidratados. *Universidad Nacional de Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12538>
- Santillan Sierra, M. S. (2022). Efecto de la deshidratación osmótica en tubérculos y hortalizas para la obtención de snacks por fritura en inmersión y al vacío. *Universidad Agraria del Ecuador*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SANTILLAN%20SIERRA%20MELANY%20SUSANA.pdf>
- Shahidi, F. a. (2021). Phenolics and Polyphenolics in Foods, Beverages and Spices: Antioxidant Activity and Health Effects—A Review. *Journal of Functional Foods*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
- Sivakumar, D. T. (2021). A Comprehensive Review on the Impact of Edible Coatings, Essential Oils, and Their Nano Formulations on Postharvest Decay Anthracnose of Avocados, Mangoes, and Papayas. *Front Microbiology*. doi:10.3389/fmicb.2021.711092

- Tang, C. C. (2021). Nutritional composition and health benefits of leaf-vegetable sweet potato in South China. *Journal of Food Composition and Analysis*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103714>
- Toconás, N., Villalta, F., Sajama, J., Olivares-La Madrid, A., Ramón, A., Alcocer, J., . . . Armada, M. (2023). Harina de banana: producción, caracterización fisicoquímica, tecnológica y funcional. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. doi:<https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.27.1.1732>
- Torres-Gallo, R., Chávez-Salazar, A., & Castellano-Galeano, F. (2022). Patentes relacionadas con el uso de almidones de fuentes no convencionales para microencapsulación y desarrollo de productos en industria alimentaria y farmacéutica: una revisión. *Instituto Tecnológico Metropolitano*. doi:<https://doi.org/10.22430/22565337.2569>
- Tovar, J., Vargas, D., Alaya, R., Samaniego, J., Huerta, J., & Inocente, M. (2021). Estudio comparativo del efecto antioxidante de Ipomoea batata L. “camote morado” en polvo liofilizado y atomizado. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. doi:<https://doi.org/10.37761/rsqp.v87i1.322>
- Valladares, L. &. (2024). Componentes bioactivos del grano integral y su efecto en la salud. *Nutrición Hospitalaria*. Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112024000400022
- Veliz, A., Magay, F., Narváez, F. V., Park, C., & Dueñas, X. (2024). Comportamiento agronómico de camote variedad INIAP-Toquecita frente a diferentes tipos de fertilización química. *Revista ESPAMCIENCIA*. doi:https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v15i2.507
- Villao Triviño, J. L. (2021). Influencia de camote (Ipomoea batatas) y cáscara de maracuyá (Passiflora edulis) en bebidas de soya (Glycine max). *Universidad Agraria del Ecuador*. Obtenido de

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VILLAGO%20TRIVI%C3%91O%20JORGE%20LUIS.pdf>

Vizcano Pino, M. (2021). Caracterización físico-química de frutos no tradicionales comercializados en mercados locales de Ecuador. *Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26728>

Wang, J. W. (2020). The influence of processing conditions on kinetics, anthocyanin profile and antioxidant activity of purple sweet potato subjected to hot air drying. *Wiley Online Library*. doi:<https://doi.org/10.1111/jfpe.13472>Digital Object Identifier (DOI)

Zapata Giraldo, S. (2022). Evaluación del efecto de la temperatura de deshidratación sobre la capacidad antioxidante y el contenido de metabolitos antioxidantes en hojas de Moringa oleifera e incorporación en una bebida láctea. *Repositorio Institucional UNAL*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/items/59cf6a36-2091-445a-b288-330b66a04fa7>

Zhang, S., Cheng, W., Chen, Y., Jiang, M., & Yin, G. (2023). Allelopathic Effects of Water Extracts of Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) on Seed Germination of *Ageratum conyzoides*. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment* . doi:10.4236/jacen.2023.122010

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de cenizas del camote



Elaborado por: Las Autoras

Anexo 2.



Elaborado por: Las Autoras

Anexo 3. Deshidratación de camotes



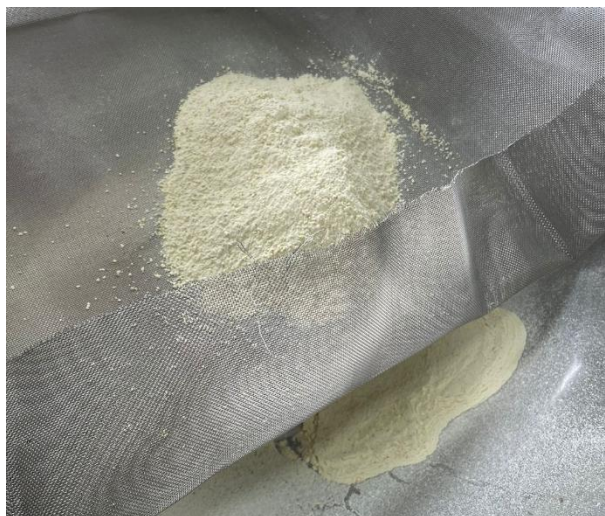
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 4. Camotes deshidratados



Elaborado por: Las Autoras

Anexo 5. Tamizado del polvo de camote



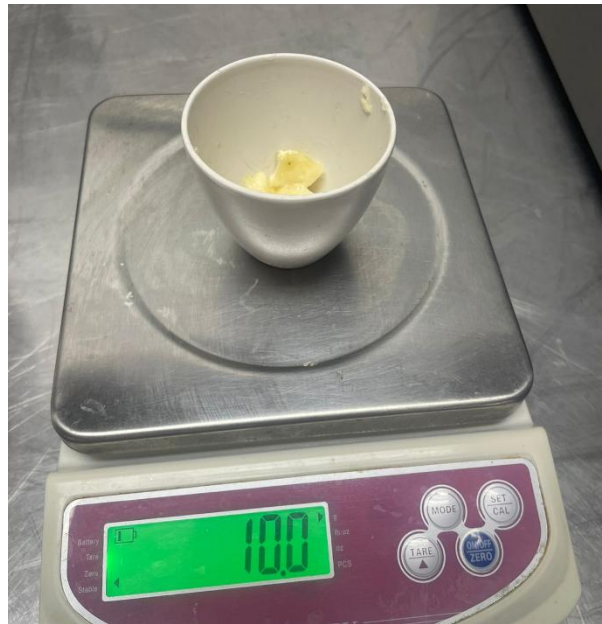
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 6. Grados Brix del banano



Elaborado por: Las Autoras

Anexo 7. Humedad del banano



Elaborado por: Las Autoras

Anexo 8. Rodajas de banano sumergidas en las soluciones



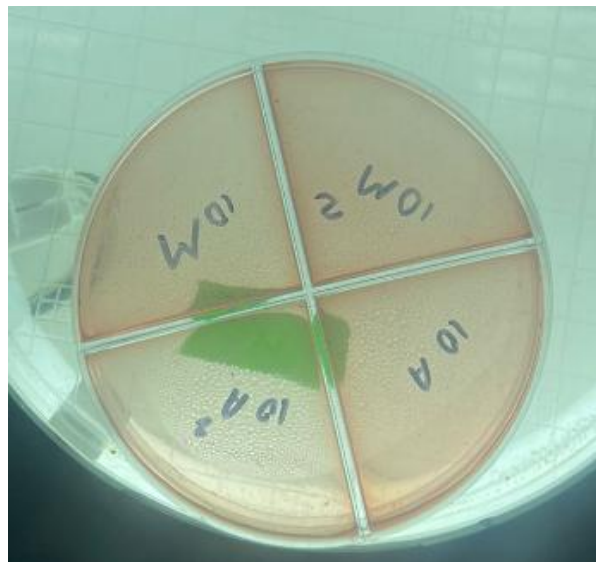
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 9. Banano deshidratado



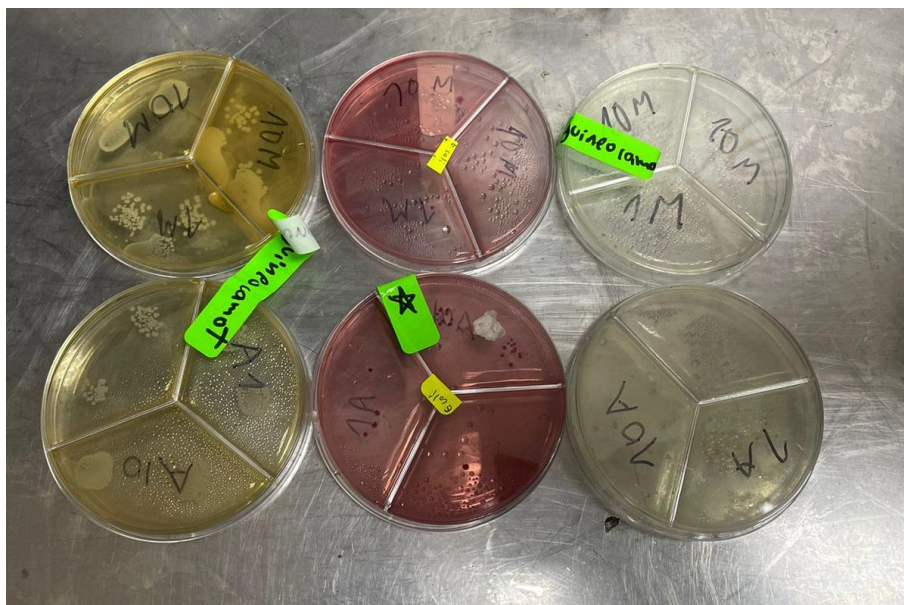
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 10. Conteo de microorganismos



Elaborado por: Las Autoras

Anexo 11. Conteo de microorganismos



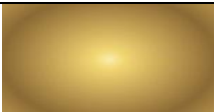
Elaborado por: Las Autoras

Anexo 12. Evaluación sensorial



Elaborado por: Las Autoras

Anexo 13. Formato de encuesta para el análisis sensorial.

Banano deshidratado A			
Atributo sensorial	1	2	3
Aroma	Dulce	Afrutado	Concentrado
Sabor	Dulce Natural	Acaramelado	Amargo
Textura	Gomosa	Suave	Crujiente
Color	1	2	3
			
Banano Deshidratado M			
Atributo sensorial	1	2	3
Aroma	Dulce	Afrutado	Concentrado
Sabor	Dulce Natural	Acaramelado	Amargo
Textura	Gomosa	Suave	Crujiente
Color	1	2	3
			

Elaborado por: Las Autoras



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotras, **Balda Cedeño, Doménica María** con C.C: # 1315174340 y **Ruiz Villavicencio, Rebeca Johanna** con C.C: # 0955335781 autoras del trabajo de titulación: **Uso del extracto de dos variedades de camote (Ipomoea batatas) como antioxidante en banano deshidratado**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 03 de marzo de 2026

f. Doménica Balda

Nombre: **Balda Cedeño, Doménica María**
C.C: **1315174340**

f. Rebeca

Nombre: **Ruiz Villavicencio, Rebeca Johanna**
C.C: **0955335781**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Uso del extracto de dos variedades de camote (<i>Ipomoea batatas</i>) como antioxidante en banano deshidratado.		
AUTORAS	Balda Cedeño, Doménica María Ruiz Villavicencio, Rebeca Johanna		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, M.Sc		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Agroindustria		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniera Agroindustrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	03 de marzo de 2026	No. DE PÁGINAS:	78
ÁREAS TEMÁTICAS:	Microbiología, Extractos vegetales, Conservación de alimentos, Compuestos fenólicos, Capacidad antioxidante.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Camote, antioxidante, banano, deshidratado, extracto.		
RESUMEN/ABSTRACT: El presente estudio evaluó el uso del extracto acuoso de dos variedades de camote (<i>Ipomoea batatas</i>), morado y amarillo, como agente antioxidante natural en banano (<i>Musa × paradisiaca</i>) deshidratado. El objetivo principal fue determinar la influencia del tipo de variedad y la concentración del extracto sobre las características físicas, microbiológicas, antioxidantes y sensoriales del producto final, como una alternativa natural para mejorar la calidad y estabilidad de productos deshidratados. La metodología incluyó la obtención del extracto acuoso de camote mediante secado, molienda y maceración en agua destilada, seguido de la aplicación de diferentes concentraciones sobre rodajas de banano antes del proceso de deshidratación. El secado se realizó a 70 °C hasta alcanzar humedad de equilibrio. Posteriormente, se llevaron a cabo análisis microbiológicos, físico-químicos, evaluación sensorial y capacidad antioxidante, siguiendo normas técnicas INEN aplicables a productos deshidratados y metodologías estandarizadas. Los resultados del análisis de humedad evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos, manteniéndose todos dentro de los rangos permitidos para productos deshidratados, lo que demuestra la eficacia del proceso de secado. En el análisis microbiológico no se detectó presencia de <i>Escherichia coli</i> ni <i>Salmonella spp.</i>, esto asegura la inocuidad del producto y el cumplimiento de la normativa vigente. Asimismo, los tratamientos con extracto de camote, especialmente a mayores concentraciones, mostraron una mayor capacidad antioxidante, atribuida a la presencia de compuestos fenólicos y antocianinas, particularmente en la variedad morada.			
ADJUNTO PDF:	☒	☐	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593968906452 +593996216096	E-mail: rebecaruiz159@gmail.com domebaldac3@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Dra. Moreno Veloz. Ema Nofret M.Sc.		
	Teléfono: +593 99 719 5547		
	E-mail: ema.moreno@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			