

VITALYSCIENCE
REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA
ISSN: 3091-180X

VITALYSCIENCE

REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA

Volumen 1 N°2

Edición bianual

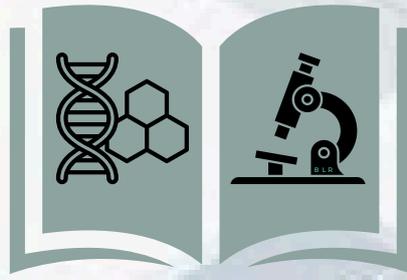
Septiembre - febrero 2023

DOI: <https://doi.org/10.56519/86fp9106>



MISAEAL ACOSTA
INSTITUTO UNIVERSITARIO





VITALYSCIENCE
REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA

VITALYSCIENCE

REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA

**Publicación
Septiembre 2023**

VitalyScience es una revista de acceso libre que se dedica a la publicación de artículos originales y de revisión, abarcando una amplia gama de temas relacionados con diversos campos del conocimiento. Entre las áreas que aborda se incluyen:

✓ Salud y bienestar, Ciencias sociales periodismo y derecho, Servicios, Educación, Ingeniería industria y producción, Tecnologías de la información y comunicación. La revista asegura la calidad científica de los trabajos recibidos mediante una revisión editorial inicial seguida de una evaluación por pares. Los artículos se presentan en formato a color para captar mejor el interés del público objetivo.

VitalyScience es una revista de carácter multidisciplinario que se publica dos veces al año, con ediciones de marzo a agosto y de septiembre a febrero, incluyendo ediciones especiales. Su misión es divulgar el conocimiento en diversas disciplinas a través de la publicación de investigaciones originales y revisiones inéditas llevadas a cabo por investigadores tanto nacionales como internacionales.

VitalyScience está dirigida a la comunidad científica, incluyendo investigadores nacionales e internacionales, estudiantes, profesores, tutores y, en general, a todos aquellos interesados en la búsqueda y difusión de la ciencia y el conocimiento. Extiende sus contribuciones teóricas, empíricas, reflexivas y de divulgación a universidades e instituciones de educación superior en Ecuador y en el extranjero, así como a lectores no académicos, incluyendo organismos y entidades de los sectores público y privado.

EDITOR EN JEFE

PhD. Luis Fernando Arboleda Alvarez

VitalyScience Revista Científica Multidisciplinaria

Marzo - agosto | septiembre - febrero

Ediciones especiales

Entidad Editora: Instituto Superior Tecnológico Dr. Misael Acosta Solís (ISTMAS)

Código Postal 060103

☎ Contacto: +593 983 204 362

✉ Correo electrónico: publicaciones@vitalyscience.com

Índice

6-18

EVOLUCIÓN BIOQUÍMICA Y FISIOLÓGICA DURANTE LA MADURACIÓN DEL BANANO (MUSA X PARADISIACA L.)

20-32

RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO Y LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL JUGO DE NARANJA DULCE: UN ESTUDIO CUANTITATIVO

33-43

IMPACTO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y SUS AFECTACIONES SOCIOAMBIENTALES

44-53

EVALUACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN DE YUCA PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA DE FRESAS

Índice

54-66

CARACTERIZACIÓN DEL ESPASMOGÉNICO
OBTENIDO A PARTIR DE TUNA: INFLUENCIA
DEL PROCESO DE SECADO

67-78

DETERMINACIÓN DE ADITIVOS
ALIMENTARIOS EN MUESTRAS DE ALIMENTOS
PROCESADOS EN ECUADOR: NIVELES Y
RIESGOS



EVOLUCIÓN BIOQUÍMICA Y FISIOLÓGICA DURANTE LA MADURACIÓN DEL BANANO (*MUSA × PARADISIACA L.*)

BIOCHEMICAL AND PHYSIOLOGICAL EVOLUTION DURING THE RIPENING OF BANANA (*MUSA × PARADISIACA L.*)

César Hernández Maya¹

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil - Ecuador.

chernandez@uagraria.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9397-9515>

Fecha de recepción: 12-08-2023

Fecha de aceptación: 29-08-2023

Fecha de publicación: 15-09-2023

RESUMEN

El banano (*Musa × Paradisiaca L.*) es una fruta climatérica cuya maduración, controlada por la producción de etileno, induce cambios bioquímicos y fisiológicos significativos. Este proceso involucra la conversión de almidón en azúcares, la degradación de la clorofila y el ablandamiento de la pulpa, lo que afecta su color, textura y sabor, propiedades esenciales para su calidad. El objetivo del estudio es analizar los principales cambios bioquímicos y fisiológicos durante la maduración del banano y las estrategias empleadas para conservar su calidad postcosecha. La metodología consistió en una revisión integradora de la literatura sobre los cambios bioquímicos y fisiológicos del banano durante su maduración. Se analizaron estudios previos sobre firmeza, color y composición nutricional del fruto, así como las tecnologías de conservación utilizadas, como el control atmosférico y los recubrimientos comestibles. Los resultados muestran que el contenido de almidón disminuye drásticamente durante la maduración, mientras que el contenido de azúcares aumenta, lo que afecta tanto la firmeza como la textura del fruto. Además, el color de la cáscara cambia de verde a amarillo debido a la degradación de la clorofila. El uso de tecnologías de conservación, como el control de la atmósfera y los recubrimientos comestibles, ralentiza la maduración y preserva la calidad del banano durante el transporte y almacenamiento. Se concluye que la maduración del banano es un proceso complejo influenciado por factores genéticos y ambientales, y que la implementación de estrategias de conservación adecuadas es crucial para garantizar su calidad en el mercado global.

Palabras clave

Banano, bioquímicos, maduración, fisiológicos



ABSTRACT

The banana (*Musa × Paradisiaca L.*) is a climacteric fruit whose ripening, controlled by ethylene production, induces significant biochemical and physiological changes. This process involves the conversion of starch into sugars, chlorophyll degradation, and pulp softening, which affect its color, texture, and flavor—key properties for its quality. The study aims to analyze the main biochemical and physiological changes during banana ripening and the strategies employed to preserve its post-harvest quality. The methodology consisted of an integrative literature review on the biochemical and physiological changes of bananas during ripening. Previous studies on the fruit's firmness, color, and nutritional composition were analyzed, as well as the conservation technologies used, such as atmospheric control and edible coatings. The results show that starch content drastically decreases during ripening, while sugar content increases, affecting both the firmness and texture of the fruit. Additionally, the peel color changes from green to yellow due to chlorophyll degradation. The use of conservation technologies, such as atmospheric control and edible coatings, slows ripening and preserves banana quality during transportation and storage. In conclusion, banana ripening is a complex process influenced by genetic and environmental factors, and the implementation of appropriate conservation strategies is crucial to ensure its quality in the global market.

Keywords

Banana, biochemical, ripening, physiological

INTRODUCCIÓN

La maduración de frutas climatéricas, como el banano (*Musa × Paradisiaca L.*), es un proceso fundamental que determina su calidad y aceptación comercial. Este fenómeno implica una serie de cambios bioquímicos y fisiológicos que afectan atributos clave del fruto, tales como el color, sabor, textura y valor nutricional (1). En este contexto, la maduración del banano adquiere especial relevancia debido a su importancia en la economía agrícola global, ya que es uno de los productos tropicales más comercializado (2). Sin embargo, la naturaleza perecedera de esta fruta plantea grandes desafíos para su manejo postcosecha, almacenamiento y transporte, lo que hace necesario profundizar en los mecanismos que regulan su maduración y las estrategias disponibles para preservar su calidad (3).

Uno de los principales problemas en la cadena de producción y comercialización del banano es la rápida degradación de su calidad durante la postcosecha (4). La maduración del banano es controlada por la síntesis de etileno, un gas que actúa como hormona vegetal en frutas climatéricas, desencadenando una serie de eventos bioquímicos, tales como la conversión de almidón en azúcares, el ablandamiento de la pulpa, la pérdida de clorofila y la aparición del característico color amarillo (5). Estos cambios no solo mejoran las características organolépticas del fruto, haciéndolo más atractivo para el consumo, sino que también reducen su vida útil, generando pérdidas económicas significativas durante su transporte y almacenamiento (6).



El manejo postcosecha del banano ha sido objeto de múltiples investigaciones, en las que se han explorado diferentes tecnologías y estrategias para retrasar la maduración y prolongar su vida útil sin comprometer su calidad (5). Entre estas estrategias destacan el control de la atmósfera, el uso de recubrimientos comestibles y la refrigeración, que permiten disminuir la tasa de respiración del fruto y la producción de etileno, ralentizando así el proceso de maduración (7). No obstante, a pesar de los avances en este campo, sigue existiendo la necesidad de optimizar estas técnicas para reducir al mínimo el deterioro de la fruta, especialmente en los mercados internacionales donde los tiempos de transporte son prolongados (8).

El objetivo de este estudio es analizar los principales cambios bioquímicos y fisiológicos que ocurren durante la maduración del banano, y revisar las tecnologías y estrategias más efectivas para conservar su calidad durante la postcosecha (9). A través de una revisión exhaustiva de la literatura científica, se pretende ofrecer una visión integral de los procesos que regulan la maduración del banano, así como de los factores genéticos y ambientales que influyen en estos cambios. Además, se evaluarán las diferentes tecnologías de conservación actualmente disponibles, con el fin de proporcionar recomendaciones prácticas para su aplicación en la industria (7).

La relevancia de este estudio radica en la importancia económica y social del banano en países tropicales y subtropicales, donde su producción y exportación constituyen una fuente crucial de ingresos (10). Según datos recientes, el banano se sitúa como el cuarto producto agrícola más importante en términos de producción global, después del arroz, el trigo y el maíz (11). Esto subraya la necesidad de implementar tecnologías eficaces que no solo prolonguen la vida útil del fruto, sino que también mantengan sus características de calidad, asegurando así su competitividad en los mercados internacionales (12).

Desde una perspectiva bioquímica, la maduración del banano implica cambios en la estructura de la pared celular, que se traduce en un ablandamiento progresivo del fruto. A nivel fisiológico, el aumento en la actividad enzimática, como la pectina metilesterasa y la poligalacturonasa, juega un papel clave en la descomposición de la pared celular, lo que reduce la firmeza del fruto (4). Asimismo, la conversión de almidón en azúcares simples, como glucosa, fructosa y sacarosa, contribuye a su dulzura y sabor característico, mientras que la degradación de la clorofila provoca el cambio de color en la cáscara, pasando de verde a amarillo. Este conjunto de transformaciones hace del banano un producto altamente perecedero, lo que exige un manejo cuidadoso para maximizar su vida útil (8).

En términos tecnológicos, el control de la atmósfera es una de las estrategias más utilizadas para retrasar la maduración del banano (13). Esta técnica consiste en regular los niveles de oxígeno y dióxido de carbono en el ambiente de almacenamiento, lo que ralentiza la respiración del fruto y reduce la producción de etileno. Estudios recientes han demostrado que mantener niveles bajos de oxígeno (entre 2-5%) y niveles elevados de dióxido de carbono (5-10%) puede prolongar significativamente la vida útil del banano, sin comprometer su calidad. Además, el uso de recubrimientos comestibles, como ceras naturales o biopolímeros, ha mostrado ser efectivo para reducir la pérdida de



humedad y retrasar la maduración, actuando como una barrera física que protege al fruto de daños mecánicos y patógenos (14).

Por otro lado, la refrigeración se ha consolidado como una de las tecnologías más eficientes para conservar la calidad del banano durante su almacenamiento (15). Al mantener el fruto a temperaturas bajas, generalmente entre 13 y 15°C, se consigue ralentizar el metabolismo de la fruta, reduciendo su tasa de deterioro y preservando su firmeza, color y sabor. Sin embargo, es importante señalar que la refrigeración excesiva puede provocar daños por frío en el banano, lo que limita su aplicabilidad en ciertas etapas del transporte y comercialización (16).

En conclusión, la maduración del banano es un proceso complejo, influenciado tanto por factores genéticos como ambientales, que impacta directamente en su calidad postcosecha (17). La comprensión de los mecanismos bioquímicos y fisiológicos que regulan este proceso es fundamental para el desarrollo de estrategias de conservación más eficaces, que permitan prolongar la vida útil del fruto sin comprometer sus características de calidad (18). A través de este estudio, se busca ofrecer una visión integral de los cambios que ocurren durante la maduración del banano y de las tecnologías disponibles para su conservación, contribuyendo así al desarrollo de prácticas postcosecha más sostenibles y eficientes en la industria bananera global (19).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo a través de una revisión integradora de la literatura con el objetivo de analizar los cambios bioquímicos y fisiológicos que ocurren durante el proceso de maduración del banano (*Musa × Paradisiaca L.*), así como las tecnologías y estrategias de conservación utilizadas en su manejo postcosecha. Para ello, se realizaron varias fases en el proceso de búsqueda, recopilación y análisis de datos, que se describen a continuación.

• Proceso de revisión y recopilación de datos

Se realizó una búsqueda exhaustiva en las bases de datos ScienceDirect, Scielo y PubMed utilizando los términos “maturation and biochemical,” “physiological changes,” “banana ripening,” y “postharvest conservation,” combinados con el operador boleano “AND” . La búsqueda inicial arrojó un total de 1,048 resultados, los cuales fueron filtrados aplicando los siguientes criterios de inclusión: estudios publicados en los últimos siete años, artículos revisados por pares, ensayos experimentales y artículos de revisión relacionados con la maduración de frutas climatéricas, particularmente del banano. Adicionalmente, se incluyeron estudios clave de años anteriores, que contenían información relevante y que habían sido citados en la literatura más reciente .

Tras aplicar estos filtros, se revisaron los títulos y resúmenes de los artículos seleccionados para descartar aquellos que no estuvieran directamente relacionados con los objetivos del estudio. Estos artículos proporcionaron la base para la revisión literaria de los cambios bioquímicos y fisiológicos durante la maduración del fruto del banano y las estrategias de conservación después de la cosecha utilizadas.

• Análisis de los datos



La información recopilada se organizó en categorías temáticas:

1. Cambios bioquímicos
2. Cambios fisiológicos
3. Tecnologías de conservación
4. Estrategias postcosecha.

Para cada categoría, se realizaron resúmenes detallados de los estudios revisados, haciendo énfasis en los métodos experimentales empleados, los resultados obtenidos y las conclusiones propuestas por los autores.

En cuanto a los cambios bioquímicos y fisiológicos, se enfocó el análisis en la evolución de los componentes clave, como la conversión del almidón en azúcares, la degradación de la clorofila y la pérdida de firmeza del fruto . Se recopilaron datos cuantitativos sobre la concentración de azúcares, el contenido de almidón y la firmeza en diferentes etapas de maduración, y se realizó un análisis comparativo entre los estudios revisados. Además, se evaluaron los efectos del etileno en el proceso de maduración, así como el papel de la temperatura y otros factores ambientales que pueden incidir directamente sobre la maduración del banano .

- **Análisis estadístico**

Aunque este estudio es de naturaleza cualitativa, se utilizaron datos estadísticos de los estudios revisados para reforzar el análisis. Se emplearon técnicas descriptivas para interpretar la variabilidad en los resultados de firmeza, color, y contenido de carbohidratos en los diferentes estudios. Los resultados de los estudios fueron presentados en tablas y gráficos para facilitar la comparación entre las diferentes técnicas de conservación y sus efectos sobre la calidad del banano durante la postcosecha . En aquellos estudios que no reportaron análisis estadísticos detallados, se hizo una interpretación cualitativa de los resultados, tomando en cuenta la coherencia entre los hallazgos y las conclusiones de los autores.

RESULTADOS

Análisis de firmeza y textura(maduro)

**Tabla 1:** análisis fisicoquímica de la firmeza en el banano

NOMBRE INVESTIGACION	TIPO DE INVESTIGACION	DESCRIPCION	RESULTADOS	AUTOR
MADURACIÓN CONTROLADA Y COLOR EN BANANOS	TESIS DE GRADO	Los bananos constituyen el cuarto producto agrícola más importante en el mundo, después del arroz, trigo y maíz en términos de producción. Son una fuente barata y de fácil producción de energía, así como de vitaminas A, C y B6. Este experimento fue realizado en el segundo semestre de 2005 con el objeto de determinar las características fisicoquímicas del proceso de maduración del plátano 'Papocho' (Musa ABB Simmonds) en diferentes etapas del llenado del fruto.	3,50 KG. F (FIRMEZA) 3 TEXTURA (Rango de textura de 1-5)	(Arrieta, et al., 2006).
CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DEL PROCESO DE MADURACIÓN DEL PLÁTANO 'PAPOCHO'	ARTICULO CIENTIFICO		3,8 KG. F (FIRMEZA) 3,5 TEXTURA (Rango de textura de 1-5)	(Cachay, 2017).

Los hallazgos presentados en la Tabla 1, revelan la magnitud global de la importancia de los bananos en la agricultura, destacándolos como un cultivo fundamental tanto en términos de producción a nivel mundial como en su impacto económico y valor nutricional. La medición específica de la firmeza en la pulpa, registrada con un valor de 3.5 kilogramos fuerza según la fuente (20), junto con una textura de 3, en evaluación de textura que va en una escala del 1 al 5, se revela como un indicador crítico que puede tener una influencia significativa en la percepción general de la textura y calidad del fruto.

La información detallada sobre las características fisicoquímicas del proceso de maduración (21), subraya la importancia de realizar un análisis exhaustivo. Este enfoque minucioso es esencial para comprender los diversos factores que impactan la calidad y maduración de los bananos, proporcionando así información valiosa que podría tener aplicaciones prácticas tanto en la industria como en la investigación agronómica.

Adicionalmente, 3.8 kilogramos fuerza en la pulpa, mencionado en la información, se presenta como un parámetro crucial que permite evaluar no solo la resistencia, mientras que la textura, aunque ligeramente menor en comparación, aún se mantiene en el rango de 3.5 en la misma escala del 1 al 5. Este aspecto proporciona una comprensión más profunda y completa del desarrollo y maduración de los bananos. En síntesis, estos resultados subrayan la importancia de abordar y mejorar la calidad de los bananos considerando tanto sus aspectos físicos, como la firmeza y el peso, como sus aspectos fisicoquímicos. La información derivada de estos estudios no solo impacta



positivamente en la industria del banano, sino que también contribuye al progreso de la investigación agronómica con aplicaciones prácticas y significativas.

La relación entre la firmeza y la textura a lo largo de diversas etapas de desarrollo de los bananos ofrece una perspectiva completa sobre la evolución de estas propiedades durante el proceso de maduración. Estos datos son de gran valor para comprender la calidad física del fruto en diferentes fases, con posibles aplicaciones destacadas tanto en el ámbito industrial alimentario como en la investigación agronómica.

Análisis de color y carbohidratos

Tabla 2: análisis fisicoquímico del color y carbohidratos

NOMBRE INVESTIGACIÓN	TIPO INVESTIGACIÓN	DE	DESCRIPCIÓN	RESULTADO COLOR	RESULTADO CARBOHIDRATOS	AUTOR
MADURACIÓN CONTRALADO Y COLOR EN BANANOS	TESIS GRADO	DE	Los bananos constituyen el cuarto producto agrícola más importante en el mundo, después del arroz, trigo y maíz en términos de producción.	VERDE CLARO VERDE AMARILLO O AMARILLO PUNTAS VERDES	20% ALMIDON 0,5% AZUCAR 16% ALMIDON 4,5% AZUCAR 7% ALMIDON 13,5% AZUCAR 2,5 ALMIDON 18% AZUCAR	(Arrieta, et al., 2006).
ESCALA FÍSICO-QUÍMICA DE MADURACIÓN DE BANANO	ARTICULO CIENTIFICO		La maduración del plátano se pudo establecer midiendo el contenido de almidón, azúcares totales y reductores, residuo seco soluble, pH, contenido de agua, proporción en pulpa/piel y características organolépticas y color.	VERDE VERDE CON TRAZAS AMARRILLAS MAS AMARRILLO QUE VERDE TOTALMENTE AMARRILLO	18% ALMIDON 1,6% AZUCAR 16% ALMIDON 2% AZUCAR 4% ALMIDON 11,1 AZUCAR 2% ALMIDON 17% AZUCAR	(Chacón et al., 1987).

Estos resultados presentados en la Tabla 2, proporcionan una perspectiva integral sobre el proceso de maduración de los bananos. La disminución notoria del almidón y el consecuente aumento proporcional de azúcar desde el verde claro hasta el totalmente amarillo, respaldados por la observación citada en la fuente (20), ilustran claramente el cambio químico que ocurre durante la maduración. Este fenómeno refleja la transformación natural del almidón en azúcar durante el proceso de maduración del banano.

La transición visual de tonos verdes a amarillos, mencionada en la interpretación, no solo es un aspecto estético, sino que también indica el cambio interno en la composición química del fruto durante su maduración. Además, según la referencia (22), la mayor proporción de almidón en las etapas iniciales sugiere una fase más estarcida, posiblemente asociada con una textura más firme. En contraste, el aumento del contenido de azúcar en etapas avanzadas señala una fase más dulce y madura, indicando una posible suavización de la textura y un sabor más dulce.

En conjunto, estos hallazgos no solo ofrecen una perspectiva cuantitativa de los cambios en los componentes químicos clave durante la maduración de los bananos, sino que también revelan una correlación significativa entre estos cambios y la percepción visual del color del fruto. Esta información es valiosa para comprender y gestionar la calidad de los bananos en diferentes etapas de su desarrollo.

Tecnologías y estrategias de conservación

Tabla 3: tecnologías y estrategias de conservación

Tecnología/Estrategia	Descripción	Efectos observados
Control de la atmósfera	Regulación de los niveles de oxígeno, dióxido de carbono y etileno en el ambiente de almacenamiento.	-Ralentización de la maduración del banano. -Reducción de la tasa de respiración. -Prolongación de la vida útil del fruto.
Recubrimiento comestible	Aplicación de una capa delgada de materiales comestibles sobre la superficie del banano.	-Reducción de la pérdida de humedad. -Retardo en la maduración. Protección contra daños mecánicos y patógenos.
Refrigeración	Almacenamiento del banano a temperaturas bajas (13-15°C) para ralentizar la maduración y reducir el deterioro.	- Mantenimiento de la firmeza, el color y el sabor del banano. - Prolongación de la vida útil del fruto.
Tratamientos postcosecha	Uso de fungicidas, bactericidas y reguladores de crecimiento para controlar enfermedades y descomposición.	-Inhibición de la descomposición microbiana. -Aplicación de tratamientos con etileno para inducir o retardar la maduración según las necesidades.

Según la Tabla 3, las tecnologías y estrategias empleadas para conservar el banano, como el control de la atmósfera, la aplicación de recubrimientos comestibles, la refrigeración y los tratamientos posteriores a la cosecha, juegan un papel crucial en prolongar su vida útil y mantener su calidad durante todo el proceso de distribución. Regular la atmósfera en el ambiente de almacenamiento, mediante el control de los



niveles de oxígeno, dióxido de carbono y etileno, ayuda a retardar la maduración y disminuir la tasa de respiración del banano, contribuyendo así a su preservación. Por otra parte, la aplicación de recubrimientos comestibles actúa como una capa protectora que reduce la pérdida de humedad y retarda el proceso de maduración del fruto, protegiéndolo de daños físicos y ataques de patógenos.

La refrigeración, al mantener temperaturas bajas durante el almacenamiento, conserva la firmeza, el color y el sabor del banano, prolongando su vida útil en el mercado. Por último, los tratamientos postcosecha, que incluyen el uso de productos químicos como fungicidas, bactericidas y reguladores de crecimiento, inhiben la descomposición microbiana y controlan la maduración del banano mediante la manipulación de la exposición al etileno, garantizando su frescura y calidad para los consumidores.

DISCUSIÓN

Según (20), (21), los hallazgos son consistentes con estudios previos que han demostrado que la firmeza del banano disminuye a medida que avanza el proceso de la maduración debido a la degradación del almidón en azúcares más simples. Además, la inclusión de información proporcionado por autores adicionales puede enriquecer la discusión. Por ejemplo, trabajos realizados (23) han demostrado que la maduración controlada del banano puede ser influenciada por factores externos como la temperatura y la humedad, lo que afecta directamente su color y calidad. Además, estudios de (24) han destacado la importancia de las características fisicoquímicas del fruto, como el contenido de azúcares y ácidos, en su percepción sensorial y aceptabilidad para el consumidor. Estos aportes adicionales resaltan la complejidad de los procesos de maduración en los bananos y la necesidad de considerar múltiples factores para lograr una maduración controlada y una calidad óptima del fruto evitando su rápida degradación.

Según (20), se presenta una clasificación del color del banano en diferentes etapas de maduración, junto con los resultados de los análisis de carbohidratos. Se observa un aumento gradual en el contenido de almidón y azúcares a medida que el banano avanza en su proceso de maduración, lo que concuerda con la revisión literaria previa que ha establecido esta relación entre la madurez y la composición química del fruto (25). Por otro lado, (22) aborda la maduración del banano desde una perspectiva fisicoquímica más amplia, incluyendo parámetros como el contenido de almidón, azúcares totales y reductores, residuo seco soluble, pH, contenido de agua y proporción en peso pulpa/piel. Los resultados obtenidos en este estudio proporcionan una visión amplia y detallada de los cambios que ocurren durante la maduración del fruto de banano y su relación con características organolépticas como el color.

El control de la atmósfera, al regular los niveles de oxígeno, dióxido de carbono y etileno, ralentiza los tiempos de la maduración del banano y reduce su tasa de respiración, lo cual coincide con hallazgos previos de estudios como el de (26), que destacan la importancia de esta técnica en la conservación del fruto. Por otro lado, el recubrimiento comestible, que ha sido respaldada por investigaciones como las de (27), ha demostrado ser eficaz en la reducción de la pérdida de humedad, el retardo en la maduración y la protección contra daños mecánicos y patógenos en diversas frutas, incluido el banano. La refrigeración, como se ha señalado en estudios de (28), es crucial



para mantener la firmeza, el color y el sabor del banano, prolongando su vida útil al evitar el deterioro asociado con el calor. Finalmente, los tratamientos postcosecha, como los fungicidas y bactericidas, han demostrado ser eficaces para controlar enfermedades y descomposición, mientras que la aplicación de tratamientos con etileno puede influir en la maduración del banano, según las necesidades del mercado, como lo sugiere (29). En conjunto, estos estudios respaldan la efectividad de las estrategias de conservación mencionadas y subrayan la importancia de su aplicación para garantizar la disponibilidad de bananos de alta calidad para los consumidores.

CONCLUSIONES

Los cambios bioquímicos y fisiológicos en la maduración del banano confirman que la maduración del banano es un proceso controlado por la producción de etileno, que desencadena cambios bioquímicos y fisiológicos esenciales para su calidad. Entre los principales cambios se incluyen la conversión de almidón en azúcares, el ablandamiento de la pulpa y la degradación de la clorofila, los cuales influyen directamente en la textura, color y sabor del fruto. Estos hallazgos subrayan la importancia de comprender los mecanismos detrás de la maduración para optimizar las prácticas postcosecha, asegurando que los bananos lleguen al consumidor con las características organolépticas deseadas. Así, el conocimiento profundo de este proceso es crucial para mejorar la calidad final del fruto y su aceptación en el mercado.

Tecnologías de conservación analizadas, como el control de atmósfera, los recubrimientos comestibles y la refrigeración, se presentan como soluciones efectivas para prolongar la vida útil del banano al ralentizar su maduración y preservar su calidad. Estas técnicas permiten mantener la firmeza, el color y las propiedades nutricionales del fruto durante su transporte y almacenamiento, factores clave para su éxito en los mercados internacionales. Sin embargo, para maximizar su efectividad, es necesario continuar investigando y perfeccionando estas estrategias, especialmente en el contexto de la demanda global. La implementación adecuada de estas tecnologías puede contribuir a reducir las pérdidas postcosecha y mejorar la sostenibilidad en la cadena de suministro del banano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wei W, Yang YY, Wu CJ, Kuang JF, Chen JY, Shan W. MaSPL16 positively regulates fruit ripening in bananas via the direct transcriptional induction of MaNAC029. *Horticulture Advances*. 2023 Nov 8;1(1):10.
2. Solarte ME, Hernández MS, Morales AL, Fernández JP, Melgarejo LM. Caracterización fisiológica y bioquímica del fruto de guayaba durante la maduración [Internet]. 2022 Nov 19 [citado 2023 Nov 18]. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19622/64773_60338.pdf?sequence=1
3. Martínez-González ME, Balois Morales R, Alia-Tejacal I, Cortes-Cruz MA, Palomino-Hermosillo YA, López-Gúzman GG. Postcosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Rev Mex Cienc Agric*. 2017 Dec 12;(19):4075–87.
4. Brecht JK. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*. 2019 Feb 1;30(1):18–22.



5. Biabiany S, Araou E, Cormier F, Martin G, Carreel F, Hervouet C, et al. Detection of dynamic QTLs for traits related to organoleptic quality during banana ripening. *Sci Hort.* 2022 Feb 5;293.
6. Xia Y, Chiu CH, Do YY, Huang PL. Expression fluctuations of genes involved in carbohydrate metabolism affected by alterations of ethylene biosynthesis associated with ripening in banana fruit. *Plants.* 2020 Sep 1;9(9):1–13.
7. Xia Y, Lai Z, Do YY, Huang PL. Characterization of microRNAs and gene expression in ACC oxidase RNA interference-based transgenic bananas. *Plants.* 2023 Sep 28;12(19):3414.
8. Huang FC, Do YY, Huang PL. Genomic organization of a diverse ACC synthase gene family in banana and expression characteristics of the gene member involved in ripening of banana fruits. *J Agric Food Chem.* 2006 May 1;54(11):3859–68.
9. Castellanos DA, Algecira NA, Villota CP. Aspectos relevantes en el almacenamiento de banano en empaques con atmósferas modificadas. *Rev Iberoam Tecnol Postcosecha.* 2011;12(2):114-34.
10. Ciro H, Monroy F, Cortés E. Estudio preliminar del comportamiento reológico bajo compresión unidireccional de la pulpa de plátano (*Musa AAB Simmonds*). *Rev Fac Nac Agron.* 2007;60(1):3785-96.
11. Marriott J, Robinson M, Karikari SK. *J Sci Food Agric.* 1981;32:1021.
12. Marriott J. Bananas: Physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 1980;13:41.
13. Knee M. Methods of measuring green colour and chlorophyll content of apple fruit. *J Food Technol.* 1980;15:493-500.
14. Barrera J V, Arrazola GP, Cayón DS. Caracterización fisicoquímica y fisiológica del proceso de maduración de plátano Hartón (*Musa AAB Simmonds*) en dos sistemas de producción. 2010.
15. Chen C, Ramaswamy H. Colour and texture change kinetics in ripening bananas. *Lebensm Wiss Technol.* 2002;35:415-9.
16. Quiceno M, Giraldo G, Villamizar R. Caracterización fisicoquímica del plátano (*Musa paradisiaca* sp. AAB, *Simmonds*) para la industrialización. *UGCiencia.* 2014;20:48-54.
17. Cayón DG, Giraldo GA, Arcila MI. Fisiología de la maduración. En: *Poscosecha y agroindustria del plátano en el Eje Cafetero de Colombia.* Armenia (Colombia): Corpoica; 2000. p. 27-37.
18. Buitrago G, et al. Determinación de las características físicas y propiedades mecánicas de papa cultivada en Colombia. *Rev Bras Eng Agríc Ambient.* 2004;8(1):102-10.
19. Martínez-Cardozo C, Cayón-Salinas G, Ligarreto-Moreno G. Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria.* 2016;17(2):217-27.
20. Ciro H, Monroy F, Cortés E. Estudio preliminar del comportamiento reológico bajo compresión unidireccional de la pulpa de plátano (*Musa AAB Simmonds*). *Rev Fac Nac Agron.* 2007;60(1):3785-96.
21. Cachay Quevedo L. *MADURACIÓN CONTROLADA Y COLOR EN BANANOS.* Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín; 2017.
22. Chacón SL, Viquez F, Chacón G. Escala fisico-química de maduración de banano. *Fruits.* 1987;42(2):95-102.



23. Smith S, et al. A positive-negative mode of population covariation links brain connectivity, demographics, and behavior. *Nat Neurosci.* 2015;18:1565-7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/nn.4125>.
24. Rodríguez SG, Méndez C, Soibelzon E, Soibelzon LH, Contreras S, Friedrichs J, Luna C, Zurita AE. *Panthera onca* (Carnivora, Felidae) in the late Pleistocene-early Holocene of northern Argentina. *N Jb Geol Paläont Abh.* 2018;289(2):177–87.
25. Aquino C, Salomao L, Ribeiro S, Rocha M, Siqueira D, Cecon P. Carbohydrates, phenolic compounds and antioxidant activity in pulp and peel of 15 banana cultivars. *Rev Bras Frutic.* 2016;38(3). <https://doi.org/10.1590/0100-29452016>.
26. Bashir F, Hassan A, Mushtaq A, Rizwan S, Jabeen U, Raza A, Anjum S, Masood A. Phytochemistry and antimicrobial activities of different varieties of banana (*Musa acuminata*) peels available in Quetta city. *Polish J Environ Stud.* 2021;30(2):1531–8. <https://doi.org/10.15244/pjoes/122450>.
27. Aroca K, Regalado O, Acosta S. Estudio de la conservación de frutas en "IV gama" con la aplicación de un recubrimiento biodegradable-activo. Ecuador es calidad: *Rev Científica Ecuatoriana.* 2018;5. DOI: <https://doi.org/10.36331/revista.v5i1.38>.
28. Castellanos DA, Algecira NA, Villota CP. Aspectos relevantes en el almacenamiento de banano en empaques con atmósferas modificadas. *Rev Iberoam Tecnol Postcosecha.* 2011;12(2):114-34.
29. Pássaro-Carvalho C, Nunes C, Palou L. Control de enfermedades de poscosecha. En: Luis G, editor. *Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización.*

RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO Y LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL JUGO DE NARANJA DULCE: UN ESTUDIO CUANTITATIVO

RELATIONSHIP BETWEEN ASCORBIC ACID CONTENT AND THE ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF SWEET ORANGE JUICE: A QUANTITATIVE STUDY

Julio Palmay¹

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil-Ecuador
jpalmay@uagraria.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-7546-5211>

RESUMEN

El ácido ascórbico (vitamina C) y su forma oxidada, el dehidroascórbico, son compuestos inestables que son esenciales para la salud humana. La vitamina C se oxida rápidamente, un proceso que se acelera con el aire y el calor. Aunque en el cuerpo humano esta conversión es reversible, permitiendo mantener su actividad vitamínica, el oxígeno también genera radicales libres que pueden causar daño celular, conocido como estrés oxidativo. Este fenómeno es regulado por antioxidantes tanto endógenos como exógenos, siendo la vitamina C un antioxidante clave que no puede ser sintetizado por los humanos y se encuentra en frutas como los cítricos. La investigación sobre cómo la vitamina C afecta las propiedades sensoriales del jugo de naranja es importante para la salud y la calidad del producto. Un análisis sensorial reveló que la oxidación de la vitamina C afecta negativamente el sabor, aroma y color del jugo, mientras que la cuantificación mostró una disminución en la concentración de vitamina C con el tiempo. Se utilizó ANOVA para analizar los datos, confirmando diferencias significativas en las características del jugo a lo largo del almacenamiento. Estos hallazgos son cruciales para optimizar la producción y almacenamiento del jugo de naranja, asegurando su calidad y aceptación por parte del consumidor.

Palabras clave

Vitamina C, ácido ascórbico, pruebas organolépticas, naranja

ABSTRACT

Ascorbic acid (vitamin C) and its oxidized form, dehydroascorbic acid, are unstable compounds that are essential for human health. Vitamin C is rapidly oxidized, a process that is accelerated by air and heat, although in the human body This conversion is reversible, allowing it to maintain its vitamin activity. However, oxygen also generates free radicals that can cause cellular damage, known as oxidative stress. This phenomenon is regulated by both endogenous and exogenous antioxidants, with vitamin C being a key antioxidant that cannot be synthesized by humans and is found in fruits such as citrus, research into how vitamin C affects the sensory properties of orange juice is important for the health and quality of the product, a sensory analysis revealed that the oxidation of Vitamin C negatively affects the flavor, aroma and color of the juice, while quantification showed a decrease in vitamin C concentration over time, ANOVA was used to analyze the data, confirming significant differences in juice characteristics over time. storage, these findings are crucial to optimize the production and storage of orange juice, ensuring its quality and consumer acceptance.

Keywords

Vitamin C, ascorbic acid, organoleptic tests, orange

INTRODUCCIÓN

El ácido ascórbico (vitamina C) y el dehidroascórbico son compuestos inestables que juegan un papel crucial en el mantenimiento de la salud humana. El ácido ascórbico se oxida rápidamente a dehidroascórbico, un proceso acelerado por el aire y el calor. En el cuerpo humano, esta conversión es reversible y mantiene la actividad vitamínica, aunque con menor estabilidad. Esta característica permite diferenciar los procesos metabólicos celulares de las combustiones al aire libre, ya que los procesos metabólicos son catalizados por enzimas y ocurren lentamente en varias etapas (1).

El oxígeno, como agente oxidante, es esencial para la producción de energía, pero también genera productos intermedios reactivos o radicales libres que pueden dañar moléculas biológicas como proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Este fenómeno, conocido como estrés oxidativo, produce especies reactivas de oxígeno, incluyendo radicales libres, que en condiciones fisiológicas están reguladas por antioxidantes endógenos. Un ejemplo de la función benéfica de estas especies es el efecto inmune de los neutrófilos, relacionado con la actividad de la enzima mieloperoxidasa.

Las fuentes exógenas de especies reactivas de oxígeno incluyen diversas sustancias xenobióticas, como productos químicos. Se conocen 4 millones de estas sustancias, con 63 mil de uso común y 11 mil que pueden ser ingeridas como fármacos o aditivos en alimentos (2). También existen 50 mil elementos contaminantes ambientales, como las sustancias químicas del humo del cigarrillo, que incluyen compuestos radioactivos como el polonio 210, asociado al cáncer de pulmón. Fumar un paquete y medio al día durante un año expone al fumador a una radiación equivalente a 300 radiografías de tórax, superando las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.

La respuesta al estrés oxidativo incluye antioxidantes endógenos como el glutatión, el superóxido dismutasa y la catalasa, y antioxidantes exógenos de la dieta, como los compuestos fenólicos, flavonoides, carotenoides y vitaminas C, D y E. La vitamina C, un antioxidante hidrosoluble, se encuentra en abundancia en cítricos y otras frutas, y es esencial porque los seres humanos no pueden sintetizarla (3). La vitamina E, un antioxidante liposoluble, protege los ácidos grasos poliinsaturados y proteínas de la oxidación, siendo importante en la prevención de enfermedades relacionadas con procesos oxidativos. En términos de nutrición, la vitamina C es fundamental debido a su capacidad antioxidante y su rol en la síntesis de colágeno y absorción de hierro. La investigación sobre la incidencia de la vitamina C en las características organolépticas del jugo de naranja dulce es crucial por su impacto en la salud, la nutrición, la calidad del producto y las preferencias del consumidor (4).

Dado que el jugo de naranja es una fuente rica de vitamina C, es importante entender cómo esta vitamina afecta las propiedades sensoriales del jugo, como el sabor, aroma, color y textura, que son determinantes clave para la aceptación del producto. La vitamina C puede actuar como conservante natural, manteniendo el color y el sabor fresco del jugo de naranja.

Sin embargo, su oxidación puede alterar el sabor y aroma, afectando la experiencia sensorial del consumidor (5). La tendencia creciente hacia el consumo de alimentos y bebidas naturales y saludables subraya la importancia de esta investigación. Al comprender la relación entre la vitamina C y las características organolépticas del jugo de naranja dulce, los productores pueden optimizar sus productos para satisfacer las demandas del consumidor, mejorando la satisfacción y potencialmente aumentando las ventas.

Desde una perspectiva científica y tecnológica, esta investigación puede proporcionar conocimientos valiosos para la industria alimentaria, ayudando a desarrollar nuevas técnicas de procesamiento y almacenamiento que mantengan altos niveles de vitamina C sin comprometer las características sensoriales del jugo (6). Esto es crucial para garantizar productos saludables, sabrosos y de alta calidad para los consumidores, y para responder a la demanda de alimentos nutritivos y agradables.

Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la relación entre el contenido de vitamina C y las características organolépticas del jugo de naranja dulce durante su almacenamiento, y analizar el impacto de la oxidación en dichas propiedades.

MATERIALES Y MÉTODOS

La determinación de la concentración de vitamina C en diferentes muestras es un análisis importante en diversos campos, como la industria alimentaria, farmacéutica y de suplementos nutricionales. Existen varios métodos analíticos para cuantificar la vitamina C, siendo uno de los más utilizados el método de titulación con 2,6-diclorofenolindofenol (DCPIP) (7). El principio de este método se basa en la reacción redox entre el ácido ascórbico (vitamina C) y el DCPIP. El DCPIP es un compuesto de color azul que, al reaccionar con el ácido ascórbico, se reduce a una forma incolora. Al titular la muestra con DCPIP, el punto final de la titulación se alcanza cuando se



produce el cambio de color de incoloro a azul, indicando que todo el ácido ascórbico ha sido oxidado (8). Para llevar a cabo la cuantificación, en primer lugar, se prepara una solución estándar de ácido ascórbico de concentración conocida. Luego, se toma una alícuota de la muestra a analizar y se diluye si es necesario. A continuación, se titula tanto la solución estándar como la muestra diluida con DCPIP hasta el punto final, registrando los volúmenes de DCPIP consumidos (9).

Utilizando la siguiente fórmula, se calcula la concentración de vitamina C en la muestra:

$$\left(\frac{mg}{100g}\right) = \frac{V_{DCPIP, muestra} \times C_{ácido\ ascorbico, estándar}}{V_{ácido\ ascorbico, muestra}} \times 100$$

Donde: Vitamina C =

$$\left(\frac{mg}{100g}\right) = \frac{V_{DCPIP, muestra} \times C_{ácido\ ascorbico, estándar}}{V_{ácido\ ascorbico, muestra}} \times 100$$

- $V_{DCPIP, muestra}$ es el volumen de DCPIP consumido en la titulación de la muestra.
- $C_{ácido\ ascorbico, estándar}$ es la concentración de la solución estándar de ácido ascórbico.
- $V_{ácido\ ascorbico, muestra}$ es el volumen de muestra utilizado.

Este método permite cuantificar la vitamina C de manera sencilla y precisa. Es ampliamente utilizado en laboratorios de control de calidad, investigación y desarrollo, tanto en la industria como en instituciones académicas (10). Es importante tener en cuenta que, previo a la titulación, se deben realizar etapas de preparación de la muestra, como extracción, filtración y dilución, dependiendo de la matriz y la complejidad de la muestra. Además, se deben seguir las buenas prácticas de laboratorio y contar con equipos calibrados y personal capacitado para garantizar resultados confiables (11).

A. Cuantificación de la vitamina C

Los niveles de ácido ascórbico, dehidroascórbico y vitamina C se midieron el mismo día del despulpado utilizando la técnica HPLC. Se inyectaron 20 μ L de muestra o estándar en una columna de acero inoxidable RP-18, Lichrosorb, 5 μ m, operada a temperatura ambiente. La fase móvil consistió en KH₂PO₄ 0,2 M ajustado a pH 2,4 con H₃PO₄, a un flujo de 0,5 mL/min. Se empleó un detector UV-vis a 254 nm y 30 °C. La curva de calibración se construyó con ácido ascórbico en concentraciones de 10 a 50 mg/L, utilizando 1 mg/mL de DTT (12). Para extraer la vitamina C de las frutas naranja dulce y manzana, se pesaron 2,0 g de puré y se mezclaron con 8,0 mL de agua grado HPLC, agitando magnéticamente durante 5 minutos. Los extractos se centrifugaron a 1.493 x g durante 15 minutos a 4 °C y el sobrenadante se filtró con un filtro Millipore de

0,45 μm . Para cuantificar el ácido ascórbico, el extracto diluido con agua grado HPLC se inyectó en el HPLC, asegurando que la lectura estuviera dentro de la curva de calibración. Para cuantificar la vitamina C (ácido ascórbico + ácido dehidroascórbico), se tomó mL del extracto diluido, se añadió 1 mg de DTT y se dejó reaccionar en la oscuridad durante horas antes de inyectarlo en el HPLC. El ácido dehidroascórbico se calculó restando el contenido de ácido ascórbico del total de vitamina C (13).

B. Determinación del estado de madurez de la naranja para valoración sensorial.

Para este propósito, se utilizó el naranjo dulce siguiendo el CODEX STAN 245-2004, la cual clasifica objetivamente la materia prima según su criterio de madurez por su coloración y contenido mínimo de zumo (14). Esta norma define los estados de madurez en dos categorías I y II, permitiendo evaluar cómo el estado de madurez influye en el contenido de compuestos bioactivos. Se trabajó específicamente con ambas categorías, ya que este representa un estado intermedio, adecuado para la elaboración de productos industriales a partir de este fruto. No se utilizaron frutos inmaduros no desarrollan las características sensoriales deseables para el consumidor, ni frutos sobre-maduros porque no soportan el tratamiento térmico necesario para la pasteurización de la conserva (15).

RESULTADOS

Análisis sensorial del jugo de naranja

El análisis sensorial del jugo de naranja se realizó para evaluar cómo la oxidación de la vitamina C afecta las características organolépticas del producto. Para ello, se llevaron a cabo diversas pruebas de cata con un panel de jueces entrenados. Los parámetros evaluados incluyeron el sabor, aroma, color y textura del jugo en diferentes estados de conservación.

Evaluación del sabor

El sabor del jugo de naranja mostró variaciones significativas a medida que la vitamina C se oxidaba. Los jueces describieron que el jugo fresco presentaba un sabor cítrico vibrante y dulce. Sin embargo, a medida que la oxidación de la vitamina C avanzaba, se observó un aumento en la acidez y una disminución en la dulzura, lo cual se atribuye a la formación de compuestos ácidos durante la oxidación del ácido ascórbico.

Evaluación del aroma

El aroma del jugo de naranja también fue afectado por la oxidación de la vitamina C. Inicialmente, el jugo fresco desprendía un aroma fresco y característico de la naranja. Con el tiempo y la oxidación, el aroma se volvió menos intenso y se describió como ligeramente rancio por los jueces, lo que sugiere que los compuestos volátiles responsables del aroma fresco se degradan durante la oxidación.

Evaluación del color



El color del jugo de naranja se mantuvo relativamente estable en los primeros días de almacenamiento. No obstante, con la progresiva oxidación de la vitamina C, se observó una ligera decoloración. Este fenómeno se debe a la degradación de los pigmentos carotenoides presentes en el jugo, que son sensibles a los procesos oxidativos .

Evaluación de la textura

La textura del jugo de naranja no mostró cambios significativos durante el periodo de estudio. Sin embargo, algunos jueces reportaron una ligera sensación de viscosidad incrementada en los jugos almacenados por períodos más largos, lo cual podría estar relacionado con la precipitación de sólidos a medida que los componentes se oxidan y se degradan .

Cuantificación de la vitamina C

La cuantificación de la vitamina C se realizó utilizando el método de titulación con 2,6-diclorofenolindofenol (DCPIP). Este método es ampliamente reconocido por su precisión y simplicidad. Los resultados mostraron una disminución constante en la concentración de vitamina C a lo largo del tiempo, indicando su oxidación progresiva .

Resultados de la titración

Los valores de la concentración de vitamina C en las muestras de jugo de naranja se presentan en la Tabla 1. Inicialmente, la concentración promedio de vitamina C en el jugo fresco fue de 45 mg/100 mL. Después de 7 días de almacenamiento a temperatura ambiente, esta concentración disminuyó a 32 mg/100 mL, y a los 14 días se registró una concentración de 20 mg/100 mL.

Tabla 1. Resultados de concentración de vitamina C en 0, 7 y 14 días

Concentración de Vitamina C (mg/100 ml)	Día
45 mg	0 días
32 mg	7 días
20 mg	14 días

Estos resultados corroboran la hipótesis de que la vitamina C se oxida con el tiempo, afectando así las características organolépticas del jugo de naranja .

Análisis estadístico

Para analizar los datos obtenidos, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 95%. Los resultados del ANOVA mostraron que existen



diferencias significativas en la concentración de vitamina C y en las características organolépticas del jugo de naranja en diferentes periodos de almacenamiento ($p < 0.05$).

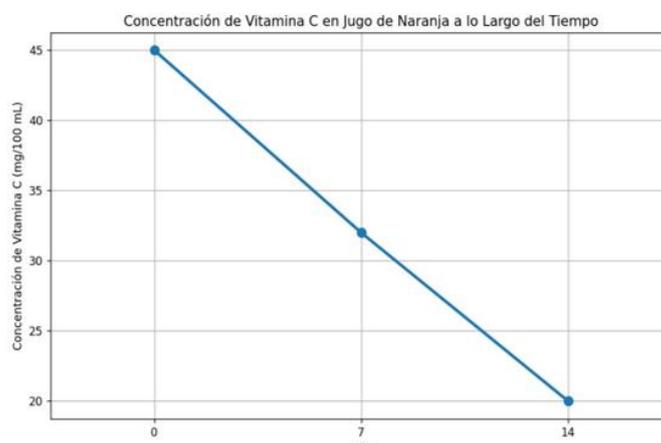


Figura 1. Ilustración de los resultados expuesto en el ANOVA sobre la concentración de vitamina C en el jugo de naranja

DISCUSIÓN

24

(7) estudiaron la estabilidad de la vitamina C en jugos de frutas y sus impactos en las características sensoriales concluyeron que la vitamina C se destruye por oxidación, lo que afecta significativamente el sabor y el aroma del jugo. Sin embargo, indicaron que la oxidación puede reducirse usando envases herméticos y refrigeración (6) realizaron un estudio similar sobre compuestos bioactivos en jugos de frutas, confirmando que la oxidación de la vitamina C degrada el sabor y el olor, y sugirieron el uso de antioxidantes naturales para prevenir la degradación sin afectar las propiedades organolépticas. (6) correlacionaron el contenido de vitamina C con las características organolépticas de varias muestras de jugo, destacando que la oxidación también es responsable de la decoloración del jugo.

(4) también informaron que técnicas avanzadas de envasado, como el uso de atmósferas modificadas, podrían mantener la calidad sensorial del jugo. (1) examinó la calidad sensorial de jugos tropicales y encontró que la oxidación de la vitamina C también disminuye la calidad sensorial, sugiriendo que los tratamientos térmicos controlados podrían minimizar este proceso (1).

La oxidación de la vitamina C en el jugo de naranja tiene un efecto directo negativo en las propiedades organolépticas del jugo en términos de sabor, aroma y color. El fenómeno está bien explicado en la literatura actual. Durante el proceso de oxidación, la vitamina C se descompone en ácido dehidroascórbico, que también es muy inestable y puede ser responsable de algunos sabores y olores desagradables.

(24) la oxidación de la vitamina C, como observamos en nuestro estudio y en el estudio comparativo, proporciona acidez y elimina la dulzura. Todo esto afecta la percepción del sabor en general, y el producto es menos aceptable. El olor es otra de las propiedades características que es influenciada por la oxidación de la vitamina C. Estudios anteriores y nuestro hallazgo muestran que la descomposición de compuestos

volátiles frescos, junto con la formación de compuestos de oxidación, causa un olor rancio o desagradable. Este efecto puede ser lo suficientemente significativo como para desalentar a los consumidores de comprar el producto.

El color es bastante estable al principio del almacenamiento, pero comienza a descomponerse con la oxidación de la vitamina. La literatura reciente también apoya este hecho y afirma que la decoloración es un fenómeno visual que indica la calidad del producto final y tiene efectos en la percepción de los consumidores sobre la calidad y la frescura del como habría una pérdida extensa de las propiedades de calidad del jugo de naranja debido a la oxidación de la vitamina C, los siguientes métodos de conservación pueden implementarse en el jugo de naranja según lo establecido por los estudios recientes realizados. La incorporación de antioxidantes naturales a la suplementación de jugo puede ser una de las estrategias viables, como sugirieron (6), para aumentar la vida útil y conservar las propiedades sensoriales.

Los antioxidantes, como los compuestos fenólicos y los flavonoides, también pueden funcionar evitando la oxidación de vitamina C. Los autores (4) también resaltan la necesidad de aplicar técnicas avanzadas de envasado, por ejemplo, el uso de atmósferas modificadas, que, entre otras cosas, podrían permitir una menor exposición del jugo al oxígeno y, por lo tanto, una tasa más lenta de oxidación. La técnica también puede aplicarse junto con el uso de envases herméticos y materiales barrera para obtener resultados efectivos. El almacenamiento refrigerado es una técnica común recomendada para reducir la oxidación de la vitamina C. La reducción de la temperatura del jugo de naranja ralentiza la actividad de los oxidantes y aumenta la vida útil del producto sin sacrificar las propiedades organolépticas por más tiempo. Las implicaciones del experimento, así como de la literatura comparada, para la industria alimentaria son enormes. Ser capaz de rastrear la oxidación de la vitamina C y los cambios en las propiedades organolépticas del jugo de naranja puede ayudar a los productores a hacer que la calidad de sus productos sea superior y, por lo tanto, cumplir con las necesidades de los consumidores.

Las técnicas de almacenamiento y manipulación que reducen la oxidación de la vitamina C son de gran importancia para obtener productos de calidad. Hay muchas innovaciones que pueden ser utilizadas para mejorar la estabilidad del jugo de naranja, incluido el uso de antioxidantes naturales, mejores métodos de embalaje y una eficiencia de almacenamiento adecuada. El entendimiento de la relación entre la vitamina C y las propiedades organolépticas del jugo de naranja también puede aplicarse en el desarrollo de nuevos productos que tengan una mayor estabilidad y calidad sensorial. El mercado objetivo para este tipo de productos sería el de los consumidores que desean productos saludables y naturales en términos de alimentos y bebidas, y este hecho contribuirá a las ventas y a la satisfacción del cliente

CONCLUSIONES

La oxidación de la vitamina C afecta negativamente las características organolépticas del jugo de naranja, lo que resalta la importancia de desarrollar técnicas efectivas de conservación. Este estudio ha demostrado que la oxidación de la vitamina C resulta en un jugo menos dulce, con un sabor más ácido y un aroma menos intenso, acompañado

de una ligera decoloración. Estos cambios son causados por la formación de compuestos ácidos y la degradación de pigmentos carotenoides sensibles a la oxidación, lo cual impacta significativamente la percepción del producto por parte de los consumidores. Dado que las características organolépticas son clave para la aceptación del jugo en el mercado, es crucial implementar estrategias que minimicen la oxidación y mantengan la calidad sensorial. El uso de almacenamiento refrigerado, envases herméticos y la incorporación de antioxidantes naturales se presentan como soluciones eficaces para preservar tanto los niveles de vitamina C como las propiedades sensoriales del jugo. Así, la industria alimentaria puede utilizar estos hallazgos para optimizar sus métodos de procesamiento y conservación, ofreciendo productos de mayor calidad que satisfagan las expectativas de los consumidores en términos de frescura, sabor y valor nutricional.

La implementación de técnicas avanzadas de procesamiento y conservación permite mantener altos niveles de vitamina C y las propiedades sensoriales del jugo, respondiendo a la demanda de productos naturales y saludables. Los resultados del estudio sugieren que la combinación de almacenamiento refrigerado, el uso de materiales de envase que actúen como barrera al oxígeno, y la adición de antioxidantes naturales como compuestos fenólicos y flavonoides es fundamental para extender la vida útil del jugo sin comprometer su calidad. Estas prácticas no solo ralentizan la oxidación de la vitamina C, sino que también contribuyen a preservar el sabor, aroma y color del jugo de naranja, mejorando la experiencia del consumidor. Además, estas estrategias responden a la creciente demanda por alimentos más saludables y naturales, que mantengan su valor nutricional sin la necesidad de aditivos artificiales. En este sentido, la investigación científica y tecnológica puede ser clave para la industria alimentaria, ya que proporciona un enfoque integral de conservación que beneficia tanto a los productores como a los consumidores, ayudando a desarrollar productos de alta calidad y satisfacer las expectativas del mercado actual.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi colega y mentor por su constante apoyo y guía a lo largo de este estudio, su valiosa retroalimentación y experiencia han sido clave para el éxito de esta investigación, también deseo reconocer a la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, cuya institución facilitó los recursos imprescindibles para llevar a cabo este trabajo, sin su apoyo, muchos aspectos del proyecto no habrían sido posibles, además, valoro profundamente la paciencia y comprensión que me brindó mi familia durante todo este proceso de investigación, su aliento y respaldo han sido invaluable en cada etapa, agradezco cada consejo y cada momento compartido, su presencia ha sido un pilar fundamental en mi trayectoria, estoy verdaderamente agradecido por todo el apoyo recibido.

DECLARACIÓN DE INTERÉS

Afirmo que no hay conflictos de interés asociados a esta investigación, cada uno de los autores ha participado de forma equitativa y ha revisado el manuscrito, no hemos recibido financiamiento ni apoyo de ninguna entidad que pudiera afectar los resultados o la interpretación de los datos expuestos, la integridad del estudio se ha mantenido sin influencias externas, todos los aspectos del trabajo han sido abordados con transparencia,



este compromiso asegura la objetividad y la validez de nuestras conclusiones, la investigación se ha realizado con los más altos estándares éticos, por lo tanto, garantizamos la imparcialidad en el desarrollo del artículo.

CONTRIBUCIONES DE AUTOR

Todos los autores han realizado aportes significativos a este estudio, ambos fueron responsables del diseño de la investigación y de la redacción del manuscrito, también participaron activamente en la recolección y análisis de datos, así como en la revisión exhaustiva del contenido, cada uno de ellos contribuyó a la interpretación de los resultados y a la formulación de las conclusiones, además, se aseguraron de que las citas y referencias fueran precisas y completas, este trabajo es el resultado del esfuerzo colaborativo de todos los participantes, cada autor ha traído su experiencia y conocimientos específicos al proyecto, la cooperación entre los autores ha sido esencial para lograr los objetivos establecidos, la sinergia generada ha enriquecido el desarrollo de la investigación, sin duda, este esfuerzo conjunto ha sido clave para el éxito del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rojas-Barquera D. Determinación de vitamina C, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.) cultivadas en Colombia. Bogotá: Universidad de Bogotá.
2. Carrasco RR. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Lima: Universidad de Lima; 2019.
3. Baquero GDC. Frutas tropicales: fuente de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos. Córdoba: Universidad de Córdoba.
4. Jiménez AM. Determinación de compuestos bioactivos en frutas. Bogotá: Elsevier; 2011 [citado 2024 jun 16]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996910004394>.
5. Alcampo. Los compuestos bioactivos en las frutas y sus efectos en la salud [Internet]. Alcampo; [fecha no disponible] [citado 2024 jun 16]. Disponible en: <https://www.alcampo.es/blog/compuestos-bioactivos-frutas/>.
6. Santos MdlÁV. Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de frutos rojos y bebidas elaboradas a partir de ellos. Córdoba: Universidad de Córdoba.
7. Martínez-Navarrete N. Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos (ETSIA).
8. Kris-Etherton PM. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *Am J Med.* 2002;113(Suppl 9B).
9. Engelhart M. Ingesta dietética de antioxidantes y riesgo de enfermedad de Alzheimer [Internet]. PubMed; 2002 [citado 2024 jun 16]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12076218/>.
10. Morris MC. Ingesta dietética de nutrientes antioxidantes y riesgo de incidencia de la enfermedad de Alzheimer en un estudio de una comunidad birracial [Internet]. PubMed; 2002 [citado 2024 jun 16]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12076219/>.
11. Manetti S. Vitamina C [Internet]. MedlinePlus; 2023 [citado 2024 jun 16].



- Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002404.htm>.
12. Sabaté J. Diez frutas y verduras que tienen más vitamina C que las naranjas [Internet]. Eldiario.es; 2023 [citado 2024 jun 16]. Disponible en: https://www.eldiario.es/consumoclaro/comer/frutas-verduras-vitamina-c-naranjas_1_1164909.html.
 13. Márquez M. Aspectos básicos y determinación de las vitaminas antioxidantes E y A. Valencia: Universidad de Carabobo, Departamento de Bioquímica; 2017.
 14. Rosa AJOL. Compuestos nutricionales y bioactivos de tres frutas provenientes de la sierra y la selva de Perú como fuente potencial de nutrientes para la alimentación humana. Cienc Tecnol Agropecuaria. 2012;22(2).
 15. National Institutes of Health (NIH). Datos sobre la vitamina A y los carotenoides [Internet]. NIH; 2022 [citado 2024 jun 16]. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/VitaminA-DatosEnEspanol.pdf>.
 16. Waliszewski KN. Propiedades nutraceuticas del licopeno. Veracruz: Instituto Tecnológico de Veracruz.
 17. Hospitales H. Frutas y verduras para cuidar tu piel [Internet]. HMHospitales; 2024 [citado 2024 jun 16]. Disponible en: <https://www.hmhospitales.com/servicios-al-paciente/apuntes-de-salud/frutas-y-verduras-piel>.
 18. Alonso BO. Carotenoides y salud humana. Madrid: Clínica Puerta de Hierro, Sección de Nutrición; 2016.
 19. Sánchez-Monge M. Qué son los flavonoides y por qué son buenos para la salud [Internet]. CuidatePlus; 2021 [citado 2024 jun 16]. Disponible en: <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/nutricion/2021/01/30/son-flavonoides-son-buenos-salud-176542.html>.
 20. Breakey A. Alimentos de colores, ricos en flavonoides, son buenos para su corazón [Internet]. AARP; 2012 [citado 2024 jun 16]. Disponible en: <https://www.aarp.org/espanol/salud/vida-saludable/info-03-2012/alimentos-con-flavonoides-para-corazon-estudio.html>.
 21. Kuskoski M. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. Santa Catarina: Food Sci Technol.
 22. Carrasco RR. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Rev Soc Quím Perú. 2008;74(2).
 23. Kuskoski M. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. Santa Catarina: Food Sci Technol; 2015.
 24. Pérez I. Nueva materia prima Bentonita-Ácido L-ascórbico: caracterización y aplicaciones dermocosméticas. La Habana: Instituto de Farmacia y Alimentos.
 25. De La Vega J, Martínez M, Gómez P, et al. Deshidratado de Physalis peruviana L. en dos estados de madurez y su efecto sobre el contenido de polifenoles totales, capacidad antioxidante, carotenos, color y ácido ascórbico. Inf Tecnol. 2019;30(5).



IMPACTO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y SUS AFECTACIONES SOCIOAMBIENTALES

ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE TEXTILE INDUSTRY AND ITS SOCIO-ENVIRONMENTAL EFFECTS

Jonathan Puculpala¹

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

jonathan.puculpala@esPOCH.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-9423-4497>

Fecha de recepción: 12-08-2023

Fecha de aceptación: 26-08-2023

Fecha de publicación: 15-09-2023

RESUMEN

La industria textil, aunque es un pilar fundamental para la economía global, es responsable de impactos ambientales severos. Este estudio tiene como objetivo analizar las repercusiones directas de las fábricas textiles sobre el medio ambiente, con énfasis en los hábitats cercanos a las industrias, como los ríos y cauces de agua. El problema radica en la alta contaminación que genera esta industria, incluyendo grandes volúmenes de efluentes con metales pesados, microplásticos y sustancias químicas tóxicas que afectan tanto los ecosistemas acuáticos como terrestres. La metodología consistió en una revisión exhaustiva de artículos científicos y estudios recientes sobre el impacto ambiental de la industria textil. Se incluyeron análisis de datos sobre consumo de agua, emisiones de gases de efecto invernadero y el manejo de residuos industriales. Los resultados muestran que la producción textil es responsable del 10% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y del 20% de la contaminación del agua potable. Además, los ríos cercanos a las fábricas son contaminados con tintes y productos químicos que afectan la biodiversidad y también la salud de los habitantes del sector. Las conclusiones indican que la industria textil necesita urgentemente implementar tecnologías limpias y sostenibles para mitigar sus efectos negativos. La adopción de mejores prácticas ambientales y el cumplimiento de regulaciones estrictas son claves para reducir las emisiones y proteger los ecosistemas afectados, así como para mejorar la calidad de vida de las comunidades cercanas.

Palabras clave

Industria textil, impacto ambiental, contaminación, sostenibilidad.



ABSTRACT

The textile industry, although a fundamental pillar for the global economy, is responsible for severe environmental impacts. This study aims to analyze the direct impact of textile factories on the environment, with emphasis on habitats close to the industries, such as rivers and waterways. The problem lies in the high pollution generated by this industry, including large volumes of effluents with heavy metals, microplastics and toxic chemicals that affect both aquatic and terrestrial ecosystems. The methodology consisted of an exhaustive review of scientific articles and recent studies on the environmental impact of the textile industry. Data analysis on water consumption, greenhouse gas emissions and industrial waste management were included. The results show that textile production is responsible for 10% of global greenhouse gas emissions and 20% of drinking water pollution. In addition, rivers near the factories are polluted with dyes and chemicals that affect biodiversity and also the health of the inhabitants of the sector. The findings indicate that the textile industry urgently needs to implement clean and sustainable technologies to mitigate its negative effects. Adopting better environmental practices and complying with strict regulations are key to reducing emissions and protecting affected ecosystems, as well as improving the quality of life of nearby communities.

Keywords

Textile industry, environmental impact, pollution, sustainability.

INTRODUCCIÓN

La industria textil ha sido tradicionalmente uno de los motores del desarrollo económico global, proporcionando empleo a millones de personas y satisfaciendo la demanda mundial de prendas de vestir. Sin embargo, su lado oscuro está en el impacto ambiental masivo que genera, el cual ha sido objeto de preocupación creciente. Desde la obtención de materias primas hasta la producción final y la disposición de desechos, la industria textil es responsable de una huella ambiental significativa que abarca desde la contaminación del agua y el suelo hasta la liberación de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático.

A nivel global la industria textil genera el 20% de todas las aguas residuales, y el 10% de las emisiones de carbono en el mundo, siendo responsable del 24% del uso mundial de insecticidas y del 11% de la propagación de plaguicidas, a pesar de que ocupa solamente un 3% de la tierra cultivable del planeta. Además, el 85% de los productos textiles usados terminan en basurales, donde se tiran 21 mil millones de toneladas de telas cada año, liberando además medio millón de toneladas de microfibras sintéticas al océano en el mismo período. Cabe recalcar que la industria textil impacta directamente en el cambio climático, puesto que, desde la extracción de materia prima, hasta la producción y el transporte de las prendas, tienden a emitir gases de efecto invernadero como el CO₂ (1).



Partiendo de esta información se conoce que la industria textil es una de las principales causantes de su deterioro, puesto que todos los contaminantes que emiten por la producción y distribución de su mercadería conllevan un sinfín de contaminantes que a

la larga terminan como desechos no tratados que contaminaran los suelos, los ríos, la vegetación y en parte a la sociedad. Un país mermado por esta problemática es Bangladesh. La industria textil es una de las más grandes y contaminantes del mundo, además de utilizar sustancias químicas que tienen consecuencias devastadoras tanto para el medio ambiente como para las personas (2).

De hecho, debido a las consecuencias de los contaminantes producidos por la industria textil y de curtiduría en Bangladesh (3) el río Taurag es uno de los sistemas fluviales más contaminados del mundo porque recibe 2 millones de metros cúbicos de aguas residuales de alrededor de 7000 industrias, donde además de fábricas de ropa existen industrias farmacéuticas, de curtiembres, teñido, pulpa, papel, baterías, metal, pintura y alimentos congelados.

Los contaminantes emitidos por estas industrias afectan directamente a la salud de quienes viven cerca de estas industrias, con problemas como enfermedades dermatológicas y pulmonares crónicas, creación de células cancerígenas en el sistema respiratorio y con la piel. En el medio ambiente, las industrias tienen una carga muy grande en el deterioro ambiental, ya que emiten muchos residuos nocivos para la salud, blanqueados, lavado, suavizados enjuagados y teñidos de la materia prima que procesaran para producir su mercadería final (2).

Los desechos textiles, la contaminación del agua, el uso de sustancias químicas tóxicas, sumado la naturalización del uso del trabajo forzado, indican que la industria textil y de la moda tiene un costo trascendental para el medioambiente y la sociedad. Así mismo la Comisión Económica de las Naciones Unidas en su reunión de Ginebra (2018) identificó que existe un uso irracional de consumo de agua tanto en el riego de alguna de sus materias primas como para producir determinadas prendas como los jeans (4).

Dentro de este proceso, se estima que mundialmente se descargan 280,000 toneladas de colorantes en los efluentes textiles, dichos colorantes tienen un efecto adverso en el ambiente. La coloración en el agua impide el paso de luz solar, inhibiendo el proceso de fotosíntesis, reduce el oxígeno disuelto por lo que daña severamente la vida acuática. Además de la huella de carbono que contribuye a empeorar la situación de emergencia climática un impacto igualmente relevante para el estado de salud del planeta es la huella hídrica. El sector textil gasta, cada año, una media de 93.000 millones de metros cúbicos de agua, a lo que hay que añadir la contaminación por tintes y por el tratado de los textiles, prácticas culpables del 20% de la polución global del agua (5).

Como otra problemática evidente se puede recalcar el uso excesivo de agua por parte de las industrias textiles encargadas de la creación de prendas de algodón, puesto que se estima que se necesitan 10000 litros de agua para la creación de una camiseta de algodón, dentro de la época en la que nos encontramos y lo continuos cambios climáticos el uso excesivo de agua es un gran dilema, ya que las fábricas priorizan el



consumo de agua propio sin tener en cuenta que hay personas y comunidades que buscan tener este líquido vital (6).

El río Patate, que alimenta tanto a Patate como Pelileo, está en contacto directo de los residuos contaminantes de las 48 fábricas, que emiten directamente contaminantes en

sus procesos de tinturado y lavado de su mercadería como los vaqueros que comercializan, la municipalidad de dicha ciudad evidencia que en el río se encontraron elementos químicos nocivos para la salud, incluyendo, permanganato de potasio, hidróxido, sulfato y cloruro de sodio y cloruro de sodio (7).

Las personas que usan estas aguas de manera directa para consumo diario están expuestas de manera más cercana a los contaminantes, personas que lo usan para la alimentación y uso personal. Estas aguas, que poseen solventes clorados que usan en las industrias textiles como material desengrasante y como portados de los tintes. Los colorantes poseen metales pesados como cromo, cobre y zinc y sustancias orgánicas. Por lo que, al tener contacto directo con quien consume estas aguas, es perjudicial para su salud, provocando las enfermedades ya mencionadas y que pueden causar la muerte por el consumo de este tipo de agua contaminada (7).

Este río afecta directamente a la salud de los habitantes del sector, siendo un foco de atención nacional e internacional, se han presentado proyectos e investigaciones para mitigar los efectos nocivos que tienen los desechos de las fábricas textiles que se vierten directamente sobre el río. Dentro de nuestro país encontramos un caso similar en el río paute y todas sus problemáticas, sin embargo, el cabildo de Patate trata de llegar a acuerdos con las fábricas para poder combatir este dilema, pero no se sabe a ciencia cierta si los mismos están teniendo relevancia o no puesto que, los efectos como tal siguen apareciendo y mostrando personas con enfermedades crónicas o respiratorias y llevados más al extremo pacientes con cáncer, en el medio ambiente los desechos (7).

En los ríos, se han planteado proyectos de tratado y mejora hídrica, para eliminar el rastro de contaminantes del agua, se buscan estudios de impacto ambiental en las fábricas textiles. Proponen la entrega de subsidios o montos que ayuden en cierta medida a combatir esta problemática. Los organismos buscan incentivas a que cada fábrica posea una planta de tratamiento hídrica, buscando que los desechos puedan ser retenidos dentro de estas plantas y así no se contamine los ríos cercanos y a las personas que residen en las cercanías de estas industrias (4). En base a este panorama, las industrias textiles deberán de cambiar sus procesos utilizados para la fabricación de sus prendas de vestir.

Este estudio tiene como objetivo principal investigar las repercusiones directas de las fábricas textiles con el medio ambiente, dentro de su entorno y como afecta a los hábitats cercanos a las industrias, como los ríos y caudales. El propósito de este estudio es informar a la población para demostrar los efectos dañinos al medio ambiente y a las personas, y también concientizar a las industrias textiles que causan estos efectos, provocando el daño ambiental y conlleva con las personas del sector.

ISSN
3091-180X



Edición Bianaual
Septiembre- febrero 2023
DOI
<https://doi.org/10.56519/36q98f46>



<https://vitalyscience.com>

Vol. 1, No.2, PP.29-44

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica con carácter exhaustivo en base a artículos científicos, investigaciones de campo y tesis referentes al medio ambiente y las industrias textiles, se obtuvo información de plataformas científicas como Scielo y bibliotecas virtuales de universidades locales e internacionales. Se indagó minuciosamente acerca del proceso que conlleva la fabricación de la materia prima y mercadería de las industrias textiles, como también sus procesos de manufacturación y la expulsión de desechos tóxicos y residuos. Se indagó sobre los diversos impactos ambientales que se producen en todo el proceso de producción de estas fábricas y los impactos ambientales como contaminación de aguas y vertientes, como también emisión de gases de efecto invernadero.

También se identificarán los efectos del consumo de aguas que están en contacto directo con los residuos de las industrias textiles, que contienen químicos nocivos para la salud de las personas, y se informarán de las repercusiones en la salud de los residentes de los sectores aledaños a estas fábricas. Se ejemplificará casos reales de países y ciudades que tengan esta problemática

34

Se recabó información de plataformas virtuales y bases de datos científicas como Scielo, Dialnet, YouTube Académico, Google Académico y Páginas referentes a el tema en cuestión, de estas páginas se indagó temas como el medio ambiente y las fábricas textiles, el medio ambiente y la moda, la industria de la moda y el calendario 2030, las repercusiones que tienen con el ambiente las fábricas textiles y la problemática de las fábricas textiles a nivel global. De los artículos científicos indagados se buscó información relevante y referente al tema, si los artículos e investigaciones tienen una calidad metodología más que aceptable, igual que buscaría información actual y tuviera una visión mucho más cercana del problema indagado.

Se utilizó una muestra significativa de empresas del sector textil, lo que proporcionó de información robusta para el análisis. Las dimensiones evaluadas incluyeron la sostenibilidad ambiental, la capacidad de innovación ecológica, la eficiencia en la gestión de recursos, la competitividad y la percepción del valor ecológico por parte del cliente. Cada una de estas dimensiones se analizó a través de indicadores específicos, proporcionando un panorama claro sobre el impacto ambiental de la industria textil.

Se empleó métodos de análisis de contenido, la codificación de las temáticas y síntesis de información relevante de los artículos. En este artículo se organizó la información secuencial tratando primero con la problemática y sus repercusiones, para luego tratar de informar sobre los proyectos establecidos buscando mermar los efectos negativos de las fábricas textiles con el medio ambiente. Se realizó varias citas bibliográficas para informar al lector sobre los autores y dueños de la información citada, también se incluye un parafraseo sobre la idea que el autor trato de impartir por escrito.

RESULTADOS

La industria textil desempeña un papel fundamental en la economía de nuestro país, no solo por su capacidad de generar empleo, sino también por su contribución a las exportaciones y al desarrollo industrial. No obstante, es también una de las actividades que más recursos naturales demandan, en particular, el agua. El consumo de agua en los procesos de producción textil es considerablemente elevado, lo que genera grandes volúmenes de aguas residuales. Estas aguas, una vez utilizadas, contienen una amplia variedad de contaminantes, que van desde colorantes y productos químicos hasta residuos orgánicos e inorgánicos. Estos desechos pueden representar un grave riesgo para el medio ambiente si no son tratados adecuadamente antes de ser vertidos en el agua.

En diversas industrias, como la textil, papelería, cosmética y farmacéutica, se emplean más de diez mil variedades de pigmentos y colorantes sintéticos. Muchas de estas actividades industriales generan grandes volúmenes de efluentes que contienen colorantes y que son liberados al medio ambiente (ver Tabla 1). La industria textil se destaca como la principal fuente de emisión de estos colorantes.

Tabla 1. Concentraciones de color y cantidad de agua generada por algunas industrias

Industria	Cantidad de agua generada (m ³ /ton)	Concentración de color (Unidades Hazen)
Azucarera	0,4 m ³ /Ton caña triturada	150-200
Cervecería	0,25 m ³ /Ton cerveza producida	200-300
Destilería	12 m ³ /Ton de alcohol producido	200-300
Curtido	28 m ³ /tonelada de piel	400-500
Pulpa y papel	175 m ³ /tonelada de papel	100-600
Textil	120 m ³ /Ton de fibra	1100-1300

Fuente: (8)

Los efluentes generados por la industria textil contienen una amplia gama de contaminantes que provienen de los diversos procesos empleados en la producción de fibras. Entre los principales responsables de la toxicidad en el agua se encuentran las sales como el NaCl y Na₂SO₄, utilizadas en los procesos de tratamiento; tensioactivos como los fenoles; metales pesados presentes en los colorantes; compuestos orgánicos como los solventes clorados, utilizados en el lavado y mantenimiento de las máquinas; biocidas como el pentaclorofenol, que se encuentra en fibras de lana contaminadas; y aniones tóxicos como el sulfuro, presente en algunos colorantes (9).

La Figura 1, ilustra parte del proceso textil y los contaminantes generados en cada etapa (10). En el proceso de tratamiento, aproximadamente el 30% de los colorantes no se fija adecuadamente a las fibras debido a las ineficiencias del proceso, lo que provoca su liberación en los efluentes.

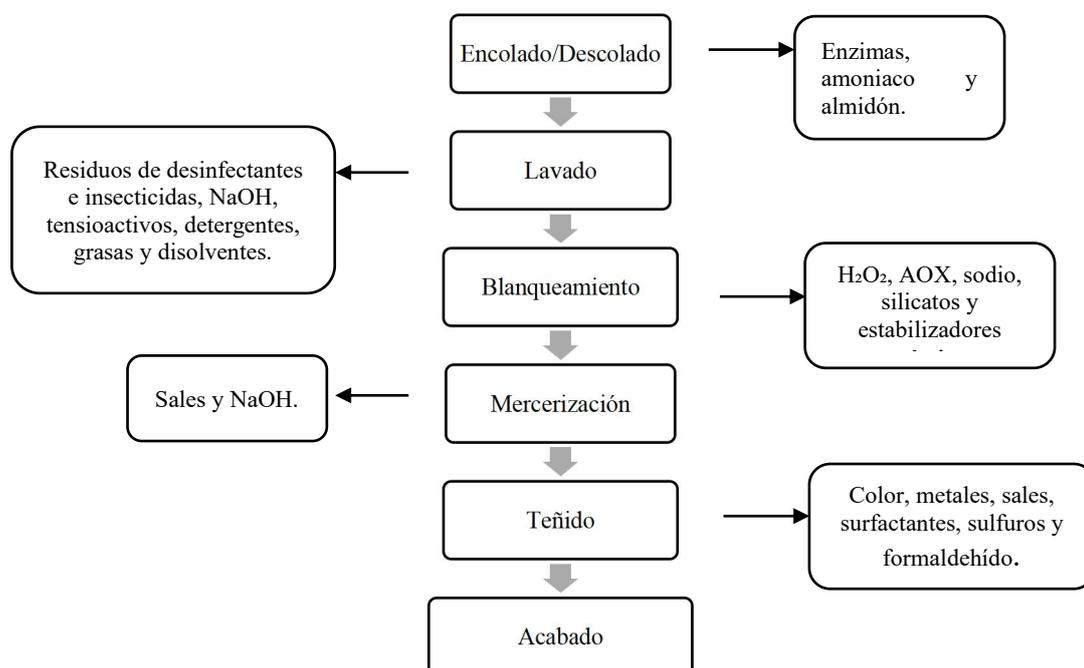


Figura 2. Proceso textil y contaminantes

En los efluentes textiles se pueden encontrar metales como: arsénico, cadmio, cromo, cobalto, cobre, manganeso, mercurio, níquel, plata, titanio, zinc, estaño y plomo. Muchos de esos metales se generan durante el proceso de teñido. En la Tabla 3 se muestran algunos metales presentes en diferentes clases de colorantes.

Tabla 3. Metales en los efluentes textiles

Clase de colorante	Metales
Directo	Cobre
Reactivo	Cobre y níquel
Ácidos	Cobre, cromo, cobalto
Premetalizados	Cobre, cromo, cobalto
Mordante	Cromo

Uno de los metales más frecuentes en los colorantes es el cobre, el cual es conocido por sus efectos adversos en las plantas y los microorganismos, lo que puede llevar a una disminución en la calidad del suelo. Los metales pesados, en general, tienen una baja capacidad de disolución en el agua, por lo que la cantidad de metales presentes en el agua está influenciada por factores como el pH, el potencial REDOX, el contenido de materia orgánica y la cantidad de metal disponible. En los colorantes que incluyen metales como parte de su estructura, la presencia de estos es crucial para su efectividad en la industria textil (9).

**Tabla 4.** Impacto de la producción textil en el medio ambiente

Impacto ambiental	Descripción
Sobreconsumo de recursos naturales	La producción textil requiere grandes cantidades de agua y tierra. Para una camiseta de algodón se necesitan 2.700 litros de agua. En 2020, la producción textil fue la tercera fuente de degradación del agua y uso del suelo.
Datos específicos	Para cada ciudadano de la UE en 2020, se usaron 9 m ³ de agua, 400 m ² de tierra y 391 kg de materias primas para ropa y calzado.
Contaminación del agua	La producción textil es responsable del 20 % de la contaminación del agua potable debido a los tintes y productos de acabado. Los microplásticos de los textiles se liberan principalmente durante los primeros lavados.
Impacto de los microplásticos	Una sola carga de ropa de poliéster puede liberar 700.000 fibras microplásticas. Anualmente, más de medio millón de toneladas de microplásticos se acumulan en los océanos debido al lavado de textiles sintéticos.
Efectos en la salud y el ecosistema	La contaminación generada por la producción textil afecta gravemente a la salud de las personas, animales y ecosistemas cercanos a las fábricas.
Emisiones de gases de efecto invernadero	La industria de la moda es responsable del 10 % de las emisiones globales de carbono. En 2020, las compras de textiles en la UE generaron 270 kg de emisiones de CO ₂ por persona, equivalentes a 121 millones de toneladas en total.
Residuos textiles en vertederos	Menos del 50 % de la ropa usada se recoge para ser reutilizada o reciclada, y solo el 1 % se recicla en ropa nueva. Las tecnologías para reciclar ropa en fibras vírgenes están en desarrollo.

Una vez finalizada la etapa de recolección de datos a través de los medios digitales de varios sitios web, se procedieron a analizar cualitativamente y obtener los siguientes resultados según su temática.

Tabla 4. Evaluación de indicadores de sostenibilidad en la producción industrial

Imensión Evaluada	Indicadores específicos	Estado actual	Observaciones
Huella de carbón	Emisión de CO ₂	Intermedia	Necesidad de disminuir la emisión mediante tecnologías de punta en limpieza.
Eficiencia en el Uso del Agua	Consumo de agua por cada unidad de producción.	Intermedia	Aumentar mejoras en las prácticas de reciclaje y adaptación del uso adecuado del agua.
Gestión de Residuos	Cantidad de residuos generados y reciclado	Intermedia	Incremento en programas o sistemas de reciclaje de residuos y reducción de los mismos desechos.
Sostenibilidad de Materias Primas	Uso de materiales orgánicos y reciclados	Baja intermedia	Gran parte de integración de materiales sostenibles necesarias.
Percepción del valor Ecológico	Opinión del consumidor sobre las practicas sostenibles.	Variable, dependiente del mercado	Educación y marketing verde de manera digital que ayude a mejorar la percepción.



La exploración reveló que numerosas compañías textiles se encuentran en una etapa intermedia en cuanto a la adopción de medidas sostenibles. A pesar de haber adoptado algunas iniciativas ecológicas, aún se enfrentan dificultades significativas para integrarlas completamente en sus actividades diarias. La sostenible se evaluó mediante la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, la disminución en la administración del agua, la administración de residuos y la capacidad de innovación ecológica. Se halló que las compañías con mayores progresos en la sostenible demostraron una mayor capacidad para adaptarse a las normativas ambientales y a las nuevas expectativas de los consumidores.

La gestión efectiva de los datos se destacó como un factor crucial en la sostenibilidad ambiental. Las empresas que pudieron recopilar, analizar y utilizar datos ambientales de manera eficiente lograron tomar decisiones más informadas y estratégicas. La capacidad de transformar los datos en valor tangible para el cliente se identificó como un indicador clave de éxito en la implementación de prácticas sostenibles.

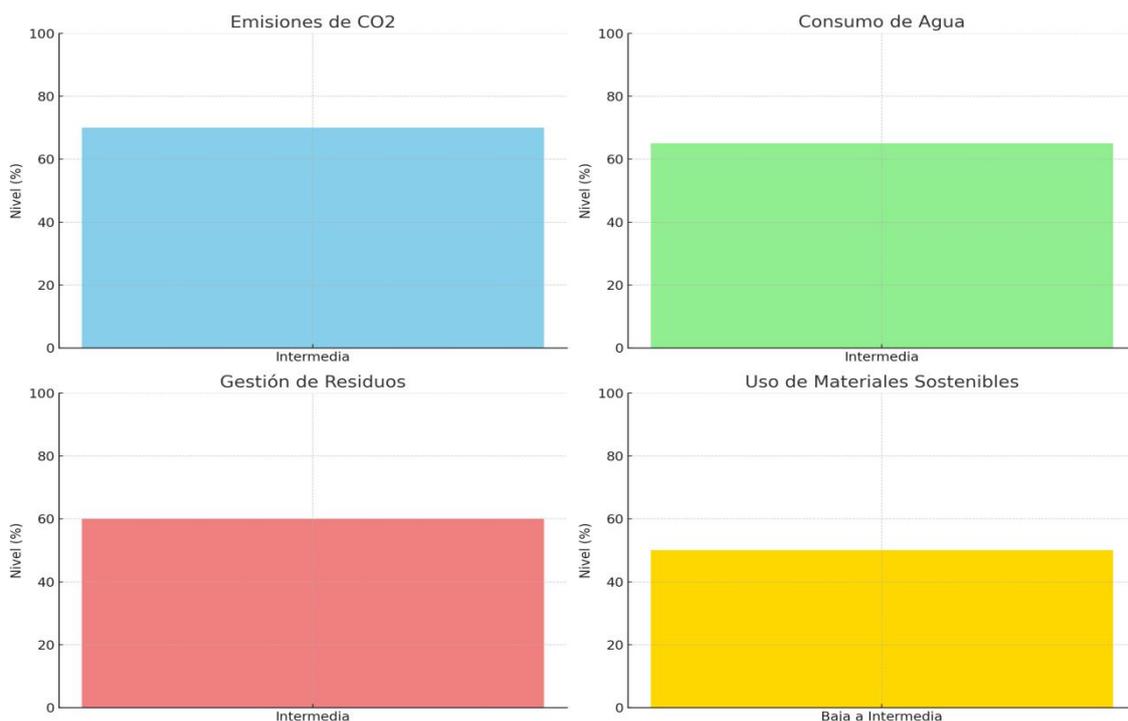


Figura 2. Niveles actuales de indicadores de sostenibilidad en la producción industrial

El estudio realizado por (11) evidenció que el agua de un río cercano a una zona industrial textil tenía actividad mutagénica, aunque no se identificaron los agentes responsables de dicha mutagenicidad. Además, se ha documentado que los efluentes textiles tienen efectos tóxicos en el hígado y los testículos de ratas albinas, mostrando alteraciones en el contenido de lípidos y colesterol, lo que afecta la función testicular y la síntesis proteica en las células espermatozógenas. También se observó una reducción en las proteínas del hígado, atribuida a la acción necrótica de los colorantes presentes en



los efluentes. Estos hallazgos fueron respaldados mediante el análisis de los daños morfológicos en las células hepáticas (12).

Gran parte de la población humana está expuesta a una variedad de sustancias tóxicas, lo que ha llevado a la realización de monitoreos biológicos en diversas ocupaciones para evaluar riesgos para la salud. (13) investigaron el riesgo genotóxico en trabajadores de la industria textil, quienes están expuestos a una amplia gama de sustancias químicas como colorantes, blanqueadores, ácidos, álcalis y sales. Los resultados de su estudio sugieren que estos trabajadores presentan un riesgo de genotoxicidad.

Por otra parte, algunos compuestos químicos orgánicos pueden ser absorbidos y aprovechados por ciertas plantas como el melón, el rábano y la papa. Sin embargo, los efluentes textiles pueden afectar la germinación de las semillas y el crecimiento inicial de algunos vegetales (14).

Es fundamental que los equipos y sistemas de trabajo puedan ajustarse a las necesidades específicas de la organización y el proceso de producción textil. Se puede realizar mediante el uso de software especializado, programas de automatización de procesos y la adopción de dispositivos que minimicen errores humanos, como sensores y herramientas que fomenten la seguridad ambiental del proceso de trabajo.

Es fundamental señalar en esta investigación que la implementación de cambios en las industrias textiles y en el proceso de producción puede tener un impacto significativo en la sostenibilidad ambiental y en los índices de productividad de las empresas textiles también crezcan. La aplicación de estas causas con ayuda de las tecnologías posibilita que el proceso de producción sea más seguro y controlable, lo cual se traduce en beneficios tanto económicos como ambientales. En última instancia, estas innovaciones pueden adaptarse e incrementar la capacidad de las organizaciones textiles para cumplir con las normativas ambientales y atender las recientes expectativas de los consumidores en cuanto a la sostenibilidad.

DISCUSIÓN

Con la llegada de la tercera revolución industrial y el continuo avance en las tecnologías de información y comunicación, teniendo en cuenta que en el siglo presente, la nueva era digital ha contribuido significativamente para que las industrias textiles crezcan alrededor del mundo de la moda, con el uso continuo de redes sociales y unas nuevas plataformas digitales influyen en la gente de forma directa, con la utilización de la fotografía, el modelaje, la publicidad, el periodismo, el marketing, incentivan a las personas a tener con de consumo irracionales, que bajo estudios se ha demostrado que son más compras compulsivas que necesarias. El entorno de las industrias textiles destina sus esfuerzos a que las personas nunca se encuentren satisfecho con lo que hayan comprado, y prefiera consumir más aun sabiendo que no es necesario su compra (13).

Según el Parlamento Europeo (15) se calcula que la industria de la moda es responsable del 10 % de las emisiones mundiales de carbono, más que los vuelos internacionales y el transporte marítimo combinados. Las repercusiones del medio ambiente y a la



sociedad son muy variadas, pero destacan la contaminación del río Patate, que alimenta a las dos ciudades y algunos residentes utilizan para la agricultura y para consumo personal.

Esto tiene a ser un problema directo a la salud y economía de los residentes. Puesto que, la agricultura de este tiende a ser deplorable, el uso de agua con contaminantes, los mismos que se introducirán de manera directa en todos los cultivos, con lleva a que las plantaciones tiendan a tener una carga nociva ya que contendrán químicos dañinos para la salud que a largo plazo causaran problemas de la salud severos como el cáncer de estómago (10).

Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, las compras de textiles en la UE en 2020 generaron alrededor de 270 Kg de emisiones de CO2 por persona. Esto significa que los productos textiles consumidos en la UE generaron unas emisiones de gases de efecto invernadero de 121 millones de toneladas. Se conoce que la industria textil carga con la responsabilidad de tener un 10% de las emisiones a nivel global de gases de efecto invernadero, siendo este porcentaje mucho mayor que los vuelos internacionales y el transporte marítimo combinado entre ambas (15).

De la misma manera estas industrias producen gran cantidad de residuos, los mismos que pueden ser ropa usada y desechada, recortes de tela que se produjeron en la fabricación de ciertas prendas de vestir y otros materiales, estos residuos en la mayoría de los casos terminan llegando a ríos o vertederos, donde terminaran descomponiéndose y así produciendo metano, el mismo que es un potente gas de invernadero (15).

Estas problemáticas dentro del medio ambiente han mermado todo proyecto de cuidado ambiental, todos los contaminantes que se producen dentro de estas industrias terminan siendo una problemática ya que se desechan directamente sobre los ríos o canales de salida agua de las industrias. Un problema lejano es la ciudad de Pelileo, que posee 48 empresas textiles enfocadas a la fabricación de ropa Jean, que contaminan directamente al medio ambiente, y más aún a un río (7).

Cada año se producen, se usan y se tiran millones de toneladas de ropa. Y cada segundo se quema o se entierra en un vertedero el equivalente a un camión de basura. “La ropa, el calzado y los artículos textiles para el hogar son responsables de la contaminación del agua, las emisiones de gases de efecto invernadero y los vertidos”. Todo el material quemado procederá terminar siendo material contaminante que dañará el medio ambiente en gran medida (16).

La industria textil es una figura decisiva por los impactos negativos de sus procesos productivos en materia de calidad del agua, aire, suelo y gestión de sus residuos (18) En especial, existe gran preocupación sobre el recurso hídrico, por las cantidades y los tipos de químicos que emplea esta industria. En cambio, otro autor, afirma (19) que la industria textil cada día toma más relevancia en las economías mundiales, generando que cada día se consuma mayor cantidad de agua para los procesos.

Se estima que el consumo global de ropa aumentará de unos 62 millones de toneladas de productos textiles por año, a 102 millones de toneladas para 2030. Lo que denota el



grado de falencia que se está teniendo en las normas vigentes de control de industrias. Por lo que se menciona, (19) que la industria textil es un gigante que contamina y consume muchas materias primas, energía, agua y suelo. La popular fast fashion, moda rápida, barata y de baja calidad, hace crecer sin parar el impacto ambiental de la industria textil, al generar un montón de residuos textiles que se incineran o van al vertedero, porque apenas se reciclan (20).

Por lo que el libre albedrío de las empresas provoca en el caso de insumos materiales, el uso no controlado de los suelos ocasionando erosión y desgaste. El uso de insumos químicos provoca contaminación del ambiente y de las aguas. Se calcula que la industria de la moda es responsable del 10% de las emisiones globales de carbono, más que todos los vuelos internacionales y el transporte marítimo juntos (21).

Otra estadística importante es, (22) que menciona que la industria textil puede promover la degradación de los suelos y provocar un arrastre de sedimentos que contamina los cuerpos de agua, como también, (23) que cita que la industria de la moda se enfrenta a un creciente escrutinio mundial de sus operaciones en la cadena de suministro, que contaminan el medio ambiente. Pese a los impactos ambientales ampliamente difundidos, la industria sigue creciendo, en parte por el auge de la moda rápida, basada en la fabricación barata, el consumo frecuente y el uso de prendas cortas.

La repercusión directa de esta se puede recalcar, (24) por otro lado, una carga de lavado con ropa hecha en poliéster libera miles de micro plásticos al agua dulce y, finalmente, al mar, ya que incluso el lavado industrial y doméstico no se queda atrás. Se estima que al lavar nuestras prendas se liberan alrededor de 0,5 millones de toneladas de microfibras al océano al año, incluidas muchas de estas sintéticas (las famosas micro plásticos - una sola carga de ropa de poliéster puede descargar 700.000 fibras micro plásticas que acaban en la cadena alimentaria) (19).

En esta nueva era se presentó un sin fin de proyectos, en donde el marketing verde nace desde el punto de vista del marketing tradicional en los 70, cuando los hábitos de consumo se inclinaron al cuidado y protección de la naturaleza, llevando a las empresas a crear estrategias para reducir el impacto medioambiental y proteger a la sociedad (25).

En este sentido, existe una responsabilidad social empresarial con la cual las empresas integran voluntariamente prácticas que les benefician económica, social y ambientalmente por medio de comportamientos responsables. Por ende, se plantea una responsabilidad social empresarial con la cual las empresas integran voluntariamente prácticas que les benefician económica, social y ambientalmente por medio de comportamientos responsables (26).

Las unidades gubernamentales encargadas de combatir esta problemática ha propuesto medidas de contingencia y regularizaciones de índole urgente para mermar todas las consecuencias, varias organizaciones en búsqueda de una solución a este problema proponen la creación de prendas de vestir que tengan una composición que los hagan más duraderas, tiendan a ser reparables, puedan ser reutilizables y que también se puedan reciclar, que se pueda combatir o buscar medidas en contra de consumismo o la moda rápida, como también buscar una solución para las industrias y así impulsar la innovación en la fabricación de productos textiles y utilización de nueva tecnología.



Entre las nuevas medidas planteadas han sido la creación del Pasaporte Digital de Producto, entregar una información más clara a los consumidores la cual regulara y creara nuevos diseños ecológicos para la creación de productos textiles. Con esto plantean minimizar la huella de carbono de las industrias textiles y reducir los daños al medio ambiente, estos programas ayudan a combatir los efectos, pero no se sabe si las empresas así los están realizando o se han quedado en palabras en el aire.

El impacto ambiental de la industria textil continúa siendo uno de los mayores desafíos ambientales debido a sus repercusiones directas en el medio ambiente. Las fábricas textiles generan grandes cantidades de efluentes industriales que contienen sustancias químicas como tintes, ácidos, y metales pesados, que se descargan principalmente en cuerpos de agua cercanos como ríos y arroyos. Estos contaminantes, entre los que se encuentran microplásticos y metales pesados como el cromo y el cobre, alteran significativamente la calidad del agua y representan una grave amenaza para la biodiversidad (27). La acumulación de estos desechos reduce la calidad del agua potable y daña irreversiblemente los ecosistemas acuáticos.

Estudios recientes señalan que los efluentes de la industria textil no solo afectan a los organismos acuáticos, sino también a los suelos cercanos, lo que impacta la fertilidad y el crecimiento de las plantas. En zonas cercanas a las fábricas textiles, se ha observado un deterioro de la salud de los suelos debido a la acumulación de productos químicos que alteran la capacidad del suelo para retener nutrientes (28). Esto tiene consecuencias graves para la agricultura y los ecosistemas terrestres adyacentes.

La comparación con otros estudios recientes confirma que la presencia de microplásticos derivados de los textiles en los cursos de agua aumenta la toxicidad de los ecosistemas acuáticos. Según (29) los microplásticos liberados durante el lavado de prendas sintéticas contribuyen a la contaminación global de los océanos, lo que a su vez afecta a la vida marina y entra en la cadena alimentaria humana. Además, las emisiones de gases de efecto invernadero de la industria textil representan un 10 % del total global, lo que contribuye al cambio climático y afecta indirectamente a los hábitats circundantes.

CONCLUSIONES

La industria textil, aunque esencial para la economía, genera una considerable cantidad de efluentes contaminantes que impactan negativamente los ecosistemas acuáticos. Los metales pesados y los microplásticos presentes en estos desechos afectan tanto la flora y fauna de los ríos como la calidad del agua potable, poniendo en riesgo la biodiversidad y la salud humana. Estudios recientes confirman que estos contaminantes persisten en el entorno, deteriorando los hábitats cercanos a las fábricas.

Afectación de los hábitats cercanos: La liberación de aguas residuales con compuestos químicos tóxicos, como metales pesados, altera no solo la calidad del suelo, sino también la fertilidad de las tierras agrícolas cercanas. Esto impacta negativamente la productividad agrícola y los ecosistemas terrestres, afectando tanto a las comunidades locales que dependen de estos recursos naturales como a los hábitats circundantes.



Necesidad de concienciación y acción: Para mitigar los efectos negativos de la industria textil en el medio ambiente, es imperativo implementar tecnologías limpias y sostenibles en los procesos productivos. La adopción de mejores prácticas y el cumplimiento de normativas ambientales no solo favorecerá la sostenibilidad, sino que también reducirá las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorará la percepción de los consumidores sobre las marcas responsables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castro J. La Industria Textil y de la Moda, Responsabilidad Social y la Agenda 2030. 2021;67–85.
2. Luque González A, Hernández Zubizarreta J. La relación de las empresas textiles transnacionales con el medio ambiente: una aproximación al análisis Delphi. *Rev Int Contam Ambient.* 2020;36(1):177–96.
3. Nuñez del Prado A. Alternativas sistémicas. 2022. Río Turag es una entidad viviente con derechos legales.
4. Castro Falero J. ODS y su aplicación a la Industria Textil y de la Moda. Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación. 2021 Mar 30;(127).
5. Moscoso Barcia YM. El rastro de la moda. Cuadernos Centro Estudio Diseño Común. 30 de marzo de 2021;(127).
6. De DT, Geógrafo I, Del Y, Ambiente M. Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción, Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente: proyecto de investigación.
7. El Comercio. 48 fábricas contaminan al río [Internet]. 2008 [citado 24 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.elcom.com/actualidad/48-tela-cont-Alabama-rio.html>
8. Anjaneyulu Y, Sreedhara-Chary N, Suman-Raj S. Decoloración de efluentes industriales: métodos disponibles y tecnologías emergentes: una revisión. *Rev Environ Sci Technol.* 2005; 4, 245–273.
9. Bae SJ, Freeman SH, Kim DS. Influencias de los nuevos colorantes azoicos en el ecosistema acuático. *Fiber Polymer.*, 7, 30-35
10. Dias AD, Sampaio A, Bezerra RM. Aplicaciones ambientales de sistemas fúngicos y vegetales: decoloración de aguas residuales textiles y colorantes relacionados. *Environ Bioremed Technol.* 2007;4, 445-463.



11. Kwon JH, Lee HK, Kwon J, Kim K, Park E, Kang MH, Kim YH. Actividad mutagénica del agua de un río cercano a un complejo industrial textil en Corea. *Environ Monit Assess.* 2008;142:28
12. Mathur N, Krishnatrey R, Sharma S, Sharma KP. Efectos tóxicos de los efluentes de la industria de la impresión textil en el hígado y los testículos de ratas albinas. *Bull Environ Contam Toxicol.* 2003;71:453–7
13. Dönbak L., Rencuzogullari E., Topaktas M. y Sahin G., 2006. A biomonitoring study on the workers from textile dyeing plants. *Genetika.*, 42, 613–618.
14. Rehman A., Bhatti H. y Rehman H., 2008. Textile effluents affected seed germination and early growth of some winter vegetable crops: a case study. *Water Air Soil Pollut.*, 198, 155-163.
15. Parlamento Europeo. El impacto de la producción textil y de los residuos en el medio ambiente | Noticias | Parlamento Europeo [Internet]. 2020 [citado 24 de septiembre de 2024]. Disponible en: [https ://ww.europarl.europa.e /noticias /es/pr-habitación//202001/mi-impacto -de-la -produccion-textil -y -de -l-residuo- en -el -medio -ambiente](https://ww.europarl.europa.e /noticias /es/pr-habitación//202001/mi-impacto -de-la -produccion-textil -y -de -l-residuo- en -el -medio -ambiente)
16. Lobo Sanfíz D. Fast fashion y el cambio climático: La importancia de adoptar un modelo sostenible. *Cuadernos Centro Estudio Diseño Común.* 30 de marzo de 2021;(127).
17. Ramírez Rodríguez JC. Tratamiento de aguas residuales y problemáticas ambientales del sector textil en Colombia: una revisión. *Informador Técnico.* 27 de marzo de 2023;87(1):82–106.
18. Ruiz-Velásquez RO. Diseño de un prototipo de ósmosis inversa para tratamiento de aguas residuales en la industria textil de Cúcuta. *Rev Interfaces.* 2019;2(2):39–57.
19. Residuos Profesionales. El impacto del sector textil y sus residuos en el medio ambiente [Internet]. 2021 [citado 24 de septiembre de 2024]. Disponible en:[https : //www.residuospro.com](https://www.residuospro.com)
20. Pérez Bautista Y. Efectos al ambiente ya tu salud de la industria textil [Internet]. *Expertos.* 2021 [citado 24 de septiembre de 2024]. Disponible en: [https ://www .e.com](https://www.e.com)



21. Paz R, Dávalos Soriano F, Resendiz A. La industria de la moda: la segunda más contaminante del mundo [Internet]. UNAM Global. 2023 [citado 24 de septiembre de 2024]. Disponible en:<https://www.unamg.com>
22. Melo MF. El impacto ambiental de la producción textil [Internet]. Estadista. 2023 [citado 24 de septiembre de 2024]. Disponible en:<https://es.stat.com>
23. Perinelli C. Contaminación ambiental de la industria textil [Internet]. Vestila Natura. 2022 [citado 24 de septiembre de 2024]. Disponible en:<https://www.chaleco.él>
24. Bonisoli L, Caicedo Cedeño LV, Campaña Correa DE. Marketing verde: su impacto en la reputación y valor de marca en la industria textil [Internet]. Mundo R. 2021 [citado 2024 sep 24]. Disponible en:<https://www.atlantico.edu.ec>
25. Aristizábal Casallas DK, Avendaño Cortés M, Ruiz Martínez LE. La producción más limpia como estrategia innovadora en el sector textil. *Producción más limpia*. 2018;9(2):2271.
26. Silva, R. A., Gomes, T. L., & Pereira, R. A. (2021). The environmental impact of textile dyeing and finishing processes: A review. *Journal of Cleaner Production*, 283, 124658.
27. Khan, N., Yasmin, N., & Nadeem, S. (2022). Textile effluents and their effects on soil quality and plant growth. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(13), 19425-19434.
28. Gao, F., Wang, T., & Li, Y. (2021). Microplastics in textile wastewater: Occurrence, sources, and treatment processes. *Water Research*, 201, 117295.
29. Gulzar, M., Ali, S., & Khan, A. (2021). Carbon footprint and energy efficiency analysis of the textile industry: Case study of Pakistan. *Sustainability*, 13(2), 729.

EVALUACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN DE YUCA PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA DE FRESAS

EVALUATION OF A CASSAVA STARCH-BASED EDIBLE COATING FOR POSHARVEST PRESERVATION OF STRAWBERRIES

Ximena M. Tapia¹

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

ximena.suarez@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3337-3316>

Fecha de recepción: 08-08-2023

Fecha de aceptación: 20-08-2023

Fecha de publicación: 15-09-2023

RESUMEN

La industria de frutas y hortalizas se enfrenta al apremiante desafío de la elevada perecibilidad inherente a estos productos alimenticios, lo que se traduce en cuantiosas pérdidas a lo largo de toda la cadena de suministro a escala mundial. El problema de investigación se da por la importancia comercial de las fresas, ya que existe la necesidad imperiosa de encontrar soluciones efectivas y sostenibles que permitan extender la vida útil y preservar la calidad de este preciado fruto. El objetivo de presente estudio tiene como propósito principal evaluar de manera exhaustiva la calidad sensorial y microbiológica de fresas sometidas a recubrimientos comestibles formulados con diferentes concentraciones de almidón de yuca. Adicionalmente, se realizará un análisis detallado de los costos asociados a la elaboración de estos recubrimientos a base de almidón de yuca. La metodología de la investigación adoptó un enfoque cuantitativo con un diseño experimental, analizando muestras de fresas con y sin recubrimiento. Se llevaron a cabo pruebas sensoriales, microbiológicas y de costo-beneficio, con el fin de caracterizar de manera sistemática y objetiva el desempeño de estos recubrimientos comestibles. Los hallazgos revelan que el recubrimiento a base de almidón de yuca mejoró de manera significativa la aceptación sensorial y la vida útil de las fresas, presentando una carga microbiana notablemente menor en comparación con las muestras sin recubrimiento. Asimismo, el análisis de costos permitió identificar que la formulación al 15% de almidón de yuca presenta una mayor rentabilidad. En conclusión, se evidencia que el uso de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca se perfila como una alternativa viable y sumamente prometedora para mejorar la conservación postcosecha de fresas, optimizando tanto su calidad como su rentabilidad en el mercado.

Palabras clave

Recubrimiento comestible, película, firmeza, postcosecha

ABSTRACT

The fruit and vegetable industry faces the pressing challenge of the high perishability inherent to these food products, which translates into significant losses throughout the entire supply chain on a global scale. The research problem is given by the commercial importance of strawberries, since there is an urgent need to find effective and sustainable solutions that allow extending the shelf life and preserving the quality of this precious fruit. The main objective of this study is to comprehensively evaluate the sensory and microbiological quality of strawberries subjected to edible coatings formulated with different concentrations of cassava starch. Additionally, a detailed analysis of the costs associated with the development of these coatings based on cassava starch will be carried out. The research methodology adopted a quantitative approach with an experimental design, analyzing samples of strawberries with and without coating. Sensory, microbiological and cost-benefit tests were carried out, in order to systematically and objectively characterize the performance of these edible coatings. The findings reveal that the cassava starch-based coating significantly improved the sensorial acceptance and shelf life of strawberries, presenting a significantly lower microbial load compared to the uncoated samples. In addition, the cost analysis allowed to identify that the 15% cassava starch formulation presents a greater profitability. In conclusion, it is evident that the use of an edible coating based on cassava starch is emerging as a viable and extremely promising alternative to improve the post-harvest conservation of strawberries, optimizing both their quality and their profitability in the market.

Keywords

Edible coating, film, firmness, postharvest

INTRODUCCIÓN

La industria de frutas y hortalizas se erige como uno de los sectores más dinámicos y de mayor demanda a escala mundial, superado únicamente por los cereales y los productos cárnicos. Sin embargo, estos alimentos se caracterizan por su elevada perecibilidad, atribuible a su alta actividad de agua y a los incesantes procesos metabólicos que continúan incluso después de la cosecha, facilitando las condiciones de vida necesarias para el desarrollo de hongos y bacterias, provocando así la destrucción rápida y extensiva del tejido en toda la anatomía del producto. Esta condición fisiológica inherente conlleva cuantiosas pérdidas a nivel alimentario y económico a lo largo de toda la cadena de suministro (2).

Se estiman que las pérdidas postcosecha de los productos hortofrutícolas que se producen en el mundo sobrepasan el 20%, debido a deterioros microbiológicos y fisiológicos, como consecuencia de factores de orden tecnológico por su inadecuado proceso de recolección, empaques no apropiados e insuficientes vías para la transportación, lo que se traduce en un corto período de almacenamiento (1).

En la actualidad se ha aumentado el consumo de frutas, lo cual representa un beneficio para los productores. Sin embargo, hay que tomar en cuenta el problema que estas

siguen respirando y transpirando luego de ser cosechadas ocasionando el marchitamiento, flacidez, pérdida de peso, cambios en el color, disminuyendo a la vez su calidad y por ende su valor comercial.

En este contexto desafiante, los recubrimientos comestibles emergen como una alternativa tecnológica sumamente prometedora para abordar la problemática de la conservación postcosecha de frutas y hortalizas. Estos materiales de revestimiento tienen como propósito fundamental controlar la transferencia de gases, aromas y aceites, evitando así la pérdida prematura de firmeza y humedad. De esta manera, se logra retardar eficazmente los procesos de maduración y senescencia, preservando la calidad y extendiendo notablemente la vida útil de estos productos vegetales frescos (3).

A nivel mundial las pérdidas post cosecha de frutas y hortalizas causadas por microorganismos, son del orden de 5-25% en países desarrollados y 20-50% en países en desarrollo. La diferencia radica en que los países desarrollados poseen mayor disponibilidad de recursos tecnológicos y económicos para prevenir las pérdidas. No obstante, en los países en vías de desarrollo donde las pérdidas post cosechas son altas debido a la falta de recursos tecnológicos y a la ausencia de sistemas de protección, que provoca la baja competitividad de esta cadena de valor, limitando seriamente su mejora y afectando directamente la economía de los comerciantes (2).

47

Para reducir estos cambios se vienen utilizando métodos de conservación como las atmósferas controladas y atmósferas modificadas que combinadas con la refrigeración han logrado mantener por más tiempo las características de calidad de los frutos. Sin embargo, estas técnicas presentan limitaciones como: los altos costos e instalaciones especiales, así como el uso de polímeros poco biodegradables que causan gran impacto ambiental, despertado el interés de los investigadores en la búsqueda de soluciones (4).

Por lo tanto, un recubrimiento comestible (RC) se define como una capa delgada de material que se forma como un revestimiento sobre el alimento, con la finalidad de prolongar su vida útil. Por otro lado, una película comestible (PC) es una capa preformada y delgada, elaborada también con material comestible, que puede ser colocada sobre el alimento o entre sus componentes (5). Cabe destacar que, aunque las películas y recubrimientos comestibles suelen presentarse como sinónimos, lo que los diferencia es su aplicación. Las películas se forman de manera independiente del alimento y luego se aplican sobre él, mientras que los recubrimientos se forman directamente sobre la superficie del alimento, ya sea por inmersión o aspersión, proporcionando esterilidad superficial y a prevenir la pérdida de otros componentes importantes.

En los últimos 10 años se han realizado numerosos estudios científicos que demuestran que las PC y RC son una herramienta útil para mejorar la calidad de los alimentos vegetales mínimamente procesados debido a que forman una barrera semipermeable que reduce la pérdida de agua y de solutos, controlan el intercambio gaseoso incluida la velocidad de respiración (O₂ y CO₂) y la emisión de etileno, y disminuyen el riesgo de contaminación microbiológica, los desórdenes fisiológicos y los cambios bioquímicos relacionados con reacciones oxidativas (pardeamiento enzimático) y la pérdida de firmeza (5).



Esto se traduce en una mayor vida útil en almacenamiento y en mejores condiciones para su transporte y comercialización, manteniendo la calidad al minimizar la pérdida de humedad, representando un beneficio económico para los productores y distribuidores, ya que minimiza las mermas y aumenta el rendimiento comercial, además actúan como barrera física contra golpes, rozaduras y manipulación, reduciendo la incidencia de daños mecánicos que pueden afectar la apariencia y la calidad de la fruta. Adicionalmente, pueden mejorar la apariencia y calidad del producto recubierto haciéndolo más llamativo para el consumidor por su brillo, color o bajo desarrollo de microorganismos sobre la superficie (6).

Las PC y RC pueden ser elaborados a partir de una gran variedad de polisacáridos, proteínas y lípidos, solos o en combinaciones que logren aprovechar las ventajas de cada grupo, dichas formulaciones pueden incluir, conjuntamente plastificantes y emulsificantes que se utilizan de diversa naturaleza química con la finalidad de ayudar a mejorar las propiedades finales de la película o recubrimiento. Las mismas presentan bondades como comestibilidad, dureza, transparencia, buenas propiedades de barreras contra el oxígeno y vapor de agua (6).

Los polisacáridos y las proteínas son polímeros que forman redes moleculares cohesionadas por una alta interacción entre sus moléculas, estas les confieren buenas propiedades mecánicas y de barrera a gases (O₂ y CO₂), por lo cual retardan respiración y envejecimiento de muchas frutas y hortalizas, siendo los hidrocoloides más utilizados en la industria alimenticia, ya que forman parte de la mayoría de las formulaciones que actualmente existen en el mercado. Sin embargo; una desventaja que presentan es que son hidrónicos y por lo tanto, constituyen una pobre barrera a la pérdida de humedad. Los utilizados en la formación de recubrimientos comestibles son: las pectinas de alto y bajo metoxilo, la celulosa y sus derivados, el alginato, el quitosano, la dextrina, el carragenato, y la goma arábica, entre otros (7).

El mango al ser un alimento perecedero y susceptible al ataque de microorganismos perniciosos, que causan grandes pérdidas en post cosecha, requiere el uso de un recubrimiento comestible, lo cual ayudará a mantener y conservar su textura, características fisicoquímicas (pH, sólidos solubles y acidez titulable), y sensoriales (color, olor, sabor, textura) durante su tiempo de vida útil (7).

La yuca (*Manihot esculenta*), también conocida como mandioca, es un arbusto leñoso perenne que pertenece a la familia *Euphorbiaceae* y es originario de América tropical. Este cultivo se adapta bien a las zonas tropicales, incluso en suelos de baja calidad, y puede soportar períodos prolongados de sequía. Además, la yuca se considera una de las especies más eficientes en la producción de almidón, lo que la convierte en un producto versátil y confiable para la alimentación humana, animal y diversas aplicaciones industriales. Esta se puede presentar en forma de productos fermentados (modificados) o no fermentados. Entre los productos no fermentados se incluyen la harina y el almidón, los cuales se obtienen a partir de la yuca procesada en forma de pellets (8).

El almidón es la principal fuente de energía en la alimentación humana y, debido a sus propiedades de viscosidad, retrogradación y adhesividad, se utiliza como espesante, agente gelificante y estabilizante en diversos productos alimenticios. Además, el

almidón de yuca destaca por tener excelentes propiedades de barrera contra los gases, gracias a sus enlaces de hidrógeno, y por ser incoloro, inodoro e impermeable a los aromas, sumadas a su alto contenido de amilosa (aproximadamente 17%), provocando que el almidón de yuca sea un material idóneo para la elaboración de películas y recubrimientos comestibles, ya que puede formar una matriz polimérica continua (9).

El almidón de yuca puede clasificarse como agrio y nativo (dulce). El agrio sufre un proceso de fermentación que le otorga propiedades deseables para los alimentos; el nativo o dulce no es sometido a un proceso de fermentación, y es el que se usa generalmente en la industria. En el gránulo del almidón de yuca, su tamaño puede variar de 5 μm a 35 μm , su forma es entre redonda y achatada y su contenido de amilosa es alrededor del 17% (10). Por lo tanto, la gelatinización del almidón de yuca es un fenómeno fisicoquímico, que ocurre cuando el almidón se calienta en un exceso de agua, ocurriendo primero un hinchamiento de las partes amorfas del gránulo; si se continúa este calentamiento, la amilosa se difunde hacia el medio acuoso y posteriormente comienza a disolverse para que los gránulos pierdan su estructura cristalina, hasta que se destruyen irreversiblemente en intervalos de temperatura de 100- 150°C (10).

Las fresas (*Fragaria x ananassa Duchesne*) son una fruta de gran importancia que se cultiva principalmente en la provincia de Tungurahua, Ecuador. Estas frutas se caracterizan por su alto contenido nutricional y forman parte de la canasta familiar, siendo comercializadas a nivel local y nacional, con un 12% de exportación. Entre las principales variedades de fresa cultivadas en el país se encuentran Diamante, Oso Grande, Monterrey y Albion. Por ello, surge la técnica del uso de películas o recubrimientos comestibles (11).

Por ende, el presente estudio tiene como objetivo principal es evaluar exhaustivamente la calidad sensorial y microbiológica de fresas sometidas a recubrimientos comestibles formulados con diferentes concentraciones de almidón de yuca. Adicionalmente, se realizará un análisis detallado de los costos asociados a la elaboración de estos recubrimientos a base de almidón de yuca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología de la investigación:

El presente estudio adoptó un enfoque cuantitativo para llevar a cabo una evaluación sistemática y objetiva del desempeño de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca en la conservación postcosecha de fresas. Este diseño metodológico permitió recopilar y analizar datos numéricos de manera rigurosa, con el fin de obtener resultados confiables y comparables.

Selección muestral:

Se trabajó con un total de 60 fresas, las cuales fueron distribuidas de manera equitativa en tres grupos experimentales:



1. Fresas sin recubrimiento (grupo control),
2. Fresas recubiertas con una formulación al 15% de almidón de yuca
3. Fresas recubiertas con una formulación al 25% de almidón de yuca.

Esta asignación aleatoria de unidades muestrales buscó garantizar la representatividad estadística de los tratamientos evaluados y la posibilidad de realizar comparaciones significativas entre los mismos.

Entorno:

La investigación se desarrolló en los laboratorios especializados de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), ubicada en la ciudad de Riobamba, Ecuador. Este entorno controlado y debidamente equipado con instrumentos y recursos técnicos avanzados permitió llevar a cabo los diversos análisis requeridos con rigurosidad, precisión y confiabilidad.

La yuca se obtuvo en Santo Domingo, Ecuador. El criterio de selección se basó en una inspección visual. Las yucas que se utilizaron para la extracción del almidón se obtuvieron en el mismo sitio, las raíces cosechadas tenían edad de 9 meses, se seleccionaron las que no presentaran daños mecánicos, plagas, enfermedades u otros defectos.

Mediciones:

El estudio contempló un exhaustivo análisis sensorial, tanto de las materias primas (almidón de yuca y fresas) como de los tratamientos finales, con el fin de caracterizar la composición química de los insumos y los productos obtenidos.

Adicionalmente, se evaluó el recuento de mohos y levaduras en las muestras de fresas con y sin recubrimiento a lo largo de 8 días de almacenamiento, con el propósito de determinar el efecto del recubrimiento en la vida útil y seguridad microbiológica del producto.

Finalmente, se realizó una prueba de preferencia con un panel no entrenado de 70 consumidores, quienes evaluaron la apariencia y aceptabilidad sensorial de las fresas con y sin recubrimiento.

Análisis de los datos recopilados:

Se empleó estadística descriptiva que permitió caracterizar y comparar los diferentes tratamientos de manera sistemática y objetiva. En el caso de la evaluación sensorial, se utilizaron pruebas no paramétricas adecuadas para este tipo de análisis subjetivo.

Metodología empleada:

Para realizar el procedimiento o el desarrollo experimental de la práctica, se empezará con la recepción de la materia prima, los beneficios de la recepción de la materia prima es asegurar materia prima de calidad que sea inocua, procedimiento basado del Manual de Práctica de Análisis de Alimentos (5).

El cual nos menciona dos métodos o tipos de análisis que se los debe realizar a los alimentos:

El primer método es realizar el **análisis sensorial** es el cual se lo realizará en el laboratorio de los alimentos entre los cuales se evaluarán cuatro atributos en específico color, olor sabor y textura

El segundo método para realizar el **análisis microbiológico**, ya que en la mayoría de los alimentos hay una baja o alta carga microbiana, este factor debe ser controlado, debido a la carga microbiana que posee el producto, no deberá sobrepasar los límites que especifica la normativa, ya que al pasar de los límites permitidos el deterioro de los alimentos viene a darse de manera inmediata, al realizar la evaluación microbiológica de la materia se podrá identificar si es aceptable o no.

El recuento de mohos y levaduras se lo realizó en placas Petrifilm de lectura rápida y el procedimiento fue el siguiente:

Se tomó 2 g de muestra (frutilla con recubrimiento y otra sin recubrimiento) y se homogenizó en 9 ml de agua destilada, con ayuda de una pipeta se tomó 2 ml de la muestra diluida y se procedió a su cultivo en las placas rotulándolas con el valor de 10^1 . Para los siguientes exponentes, se tomó 1 ml de muestra diluida y se agregó 9 ml de agua destilada, de la misma forma se cultivó en las placas y se lo rotuló con el valor de 10^2 (12).

Una vez realizado estos parámetros para evaluar la calidad de las materias primas básicas para la elaboración de este producto, se procederá a recepcionar agua y glicerol. El agua actuará como un humectante en la mezcla de los ingredientes y el glicerol como aditivo para mejorar las características de la mezcla.

Una vez realizada la mezcla se llevará a cocción a una temperatura de 70 °C, con finalidad de estado de gelificación y retrogradación puesto que el almidón le dará estas características, una vez finalizado el proceso de cocción con la ayuda de una brocha se tomará una porción de la mezcla para recubrir las fresas, realizando tres tratamientos, tales como: fresa sin recubrimiento comestible, con una concentración al 15 % de almidón y con una concentración del 25 % de almidón (13).

Una vez culminado el proceso de colocación de recubrimiento en las fresas se dejará en reposo por ocho días a partir de so día se empezará con las evaluaciones, microbiológicas, bromatológicas y sensoriales, esto nos ayudará a determinar si el producto realizado o si las formulaciones que se ha tomado en cuenta para este proceso experimental es el adecuado, mediante los resultados obtenidos se podrá determinar la eficiencia del recubrimiento comestible en fresas.

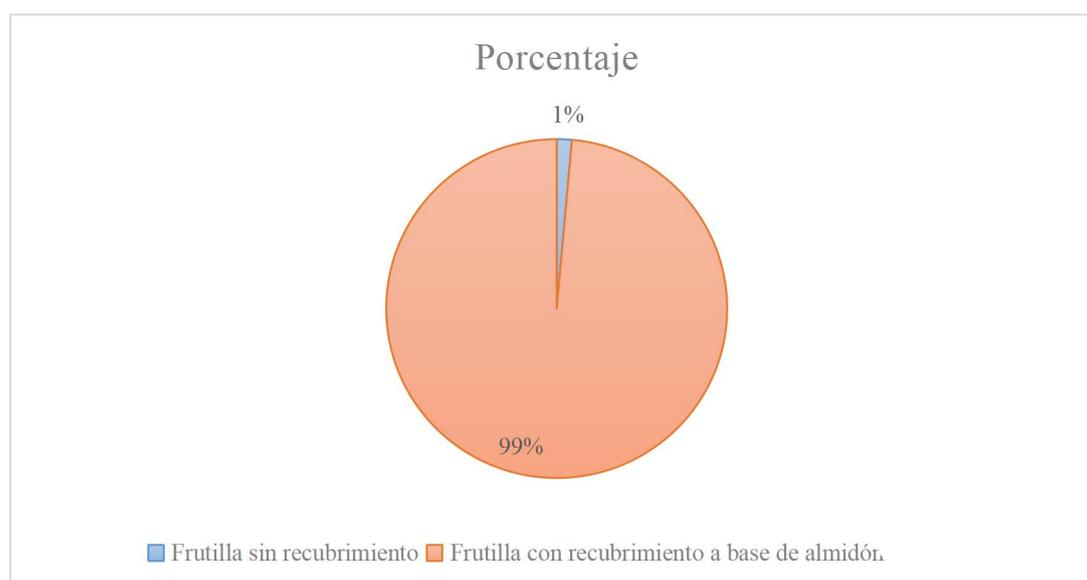
RESULTADOS

Prueba de preferencia

Tabla 1. Evaluación de la apariencia

Muestra	Porcentaje (%)
Frutilla sin recubrimiento	1
Frutilla con recubrimiento	69
TOTAL	70

En la prueba de preferencia realizada, se evaluó la apariencia de un total de 70 frutillas, las cuales se clasificaron en dos grupos: frutillas sin recubrimiento y frutillas con recubrimiento. Según los datos presentados en la Tabla 1, los resultados son elocuentes, revelando una notable inclinación hacia las frutillas con recubrimiento, ya que un 69% de los participantes optaron por este grupo. Este hallazgo indica que el recubrimiento tiene un impacto positivo en la percepción estética de las frutillas, sugiriendo que los consumidores pueden asociar esta característica con una mayor frescura o calidad del producto. En contraste, solo el 1% de los encuestados mostró preferencia por las frutillas sin recubrimiento, lo que resalta la efectividad del recubrimiento en mejorar la aceptación visual de este fruto. Estos resultados son fundamentales para futuras estrategias de comercialización y presentación de las frutillas en el mercado.

**Gráfico 1.** Resultados obtenidos

En el análisis de los resultados obtenidos presentes en la Gráfica 1, se evaluó la apariencia de frutillas con y sin recubrimiento utilizando un panel sensorial no entrenado compuesto por 70 panelistas. Las muestras fueron presentadas de manera aleatoria y codificada en platos desechables, lo que garantizó la objetividad en las elecciones de los evaluadores. Los descubrimientos son contundentes, ya que el 99% de los participantes mostró una clara preferencia por las frutillas con recubrimiento a base de almidón. Este alto porcentaje de aceptación sugiere que el recubrimiento no solo

mejora la estética visual del fruto, sino que también puede influir positivamente en la percepción general de calidad entre los consumidores. Este resultado resalta la importancia de las características de presentación en la comercialización de frutillas, indicando que el recubrimiento podría ser una estrategia efectiva para aumentar la aceptación del producto en el mercado.

Análisis microbiológico

Tabla 2: Análisis de mohos y levaduras

Días	Frutilla recubrimiento	sin Frutilla	Frutilla con recubrimiento a base de alidon de yuca (15%)	Frutilla con recubrimiento a base de almidon de yuca (25%)
1	1,7 x10 ¹		<10	<10
2	2,1 x10 ²		<10	<10
3	3,2 x10 ⁴		1,2 x10 ¹	1,1 x10 ¹
4	1.9 x10 ⁵		1,7 x10 ²	1,45 x10 ²
5	2,3 x10 ⁷		2,3 x10 ³	2 x10 ³

Los resultados que se obtuvieron de las pruebas microbiológicas descritos en la Tabla 2, realizadas en el laboratorio de ciencias biológicas de la facultad de ciencias pecuarias del primer día al 5to día con y sin recubrimiento, muestran que los datos obtenidos de la frutilla con recubrimiento cumplen con los requisitos que deberían tener según la INEN 2427 – 772 de frutas frescas, mientras que la fruta sin recubrimiento no cumple por su alto contenido microbiológico patógeno, por lo cual podemos decir que el recubrimiento comestible cumple con las condiciones adecuadas para su debida elaboración (14).

Costos

Tabla 3. Análisis de costos

Rubro	Cant	Unidad	Precio unitario
COSTOS DIRECTOS			
Almidón de yuca	6	g	0,65
Agua Embotellada	200	ml	0,5
Glicerina	3	ml	0,8
Total			1,95
Almidón de arroz	6	g	0,8
Agua Embotellada	200	ml	0,5
Glicerina	3	ml	0,8
Total			2,1

COSTOS INDIRECTOS



Cajas Petri	10		3
Papel Aluminio	1		0,5
Papel Film	1		0,75
Mano de Obra	4	h	1,25
Placa de Vidrio	1		2,5
Electricidad	6	w	0,1
Total			8,1
EGRESOS TOTALES (15%)			
Recubrimiento comestible			1,95
Costo de Producción/unidad de recubrimiento			20
Utilidad			0,15
INGRESOS TOTALES			3
Beneficio/Costo			1,05
EGRESOS TOTALES (25%)			
Recubrimiento comestible			2,1
Costo de Producción/unidad de recubrimiento			20
Utilidad			0,15
INGRESOS TOTALES			3
Beneficio/Costo			0,9

La Tabla 3, presentada ofrece un desglose exhaustivo de los costos asociados a la producción de un recubrimiento comestible, posiblemente a base de almidón, abarcando tanto los costos directos como indirectos. En los costos directos, se detallan los gastos relacionados con las materias primas esenciales, que incluyen almidón de yuca, almidón de arroz, agua embotellada y glicerina. Se comparan dos variantes de recubrimiento, destacando que la opción basada en almidón de arroz presenta un costo total ligeramente superior al de su contraparte de almidón de yuca. En cuanto a los costos indirectos, se consideran los materiales necesarios para la producción, como cajas Petri, papel aluminio, papel film y placas de vidrio, así como el costo de la mano de obra y otros gastos, incluyendo la electricidad (15).

Los resultados reflejan una proyección de los costos totales por unidad de recubrimiento, que integra tanto los costos directos como los indirectos, y proporciona una estimación de la utilidad por unidad, considerando dos escenarios de egresos totales del 15% y 25%. Esta proyección sugiere que el margen de utilidad puede fluctuar en función de diversos factores, como el volumen de producción y los precios de venta. Además, la tabla permite evaluar la sensibilidad de la utilidad ante variaciones en los costos de producción, lo que resulta crucial para la toma de decisiones estratégicas.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio ponen de manifiesto que la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca tuvo un efecto sumamente favorable y estadísticamente significativo en la aceptación sensorial de las fresas, en comparación con el grupo control que carecía de dicho recubrimiento. Este hallazgo se encuentra en total consonancia con lo reportado por (11), (13), quienes señalan que el elevado contenido de carbohidratos presente en la yuca aporta un importante valor energético y facilita la formación de una capa protectora en la superficie del producto, tal como se evidenció en el caso de las fresas recubiertas.

No obstante, si bien el grupo con recubrimiento obtuvo una preferencia notablemente superior (99%) en la prueba sensorial realizada con un panel de consumidores no entrenados, el grupo control logró una aceptación sensorial media más elevada. Esto sugiere que, si bien el recubrimiento mejoró de manera significativa la apariencia y la aceptación general de las fresas, pudo haber tenido un leve impacto negativo en algunas de las propiedades sensoriales específicas, tal como lo indican los hallazgos del estudio de (17), quien encontró que los recubrimientos comestibles pueden alterar ligeramente ciertas características sensoriales de las frutas, pero manteniendo, aun así, una aceptabilidad general satisfactoria por parte de los consumidores (18) y (19).

En lo que respecta a la vida útil de las fresas, los resultados microbiológicos demostraron que las muestras recubiertas presentaron una carga microbiana significativamente menor de mohos y levaduras en comparación con el grupo control. Estos datos se correlacionan de manera contundente con lo reportado por (20), (21) y (22), quienes encontraron que los recubrimientos a base de compuestos como el quitosano, el glicerol y la goma arábica tienen un alto potencial para extender la vida útil de frutas como el banano y la fresa, gracias a sus probadas propiedades inhibitorias del crecimiento de microorganismos.

Posteriormente, el análisis de costo-beneficio reveló que el recubrimiento a base de almidón de yuca al 15% presenta una mayor rentabilidad en comparación con la formulación al 25%, con un margen de ganancia de \$1,05 por unidad. Esto resalta la importancia crucial de optimizar la composición del recubrimiento para lograr un equilibrio adecuado entre los costos de producción y los beneficios obtenidos en términos de calidad y vida útil del producto (23) y (24).

Finalmente, el uso de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca demostró ser una alternativa viable y sumamente prometedora para mejorar la aceptación sensorial y la vida útil de las fresas, al tiempo que ofrece una opción rentable desde el punto de vista del análisis de costos. Estos hallazgos abren la puerta a futuras investigaciones que profundicen en el efecto de diferentes concentraciones de almidón y la adición de otros componentes en la formulación del recubrimiento, con el fin de optimizar aún más su desempeño y viabilidad comercial en la conservación postcosecha de este tipo de frutas (17).

CONCLUSIONES

La prueba de preferencia realizada con un panel de consumidores no entrenados reveló que el 99% de los participantes mostraron una clara inclinación hacia las fresas con recubrimiento, lo que sugiere que este tratamiento mejora significativamente la apariencia y la percepción general de calidad del producto.

En cuanto a la vida útil, los análisis microbiológicos evidenciaron que las muestras recubiertas presentaron una carga microbiana notablemente menor de mohos y levaduras en comparación con las fresas sin recubrimiento. Esto demuestra que el recubrimiento a base de almidón de yuca tiene un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de microorganismos, lo cual se traduce en una mayor vida útil y seguridad del producto.

Posteriormente, el análisis de costo-beneficio indicó que la formulación del recubrimiento al 15% de almidón de yuca presenta una mayor rentabilidad, con un margen de ganancia de \$1,05 por unidad, en comparación con la variante al 25%. Esto resalta la importancia de optimizar la composición del recubrimiento para lograr un equilibrio adecuado entre los costos de producción y los beneficios obtenidos en términos de calidad y conservación de las fresas.

Además, el uso de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca se perfila como una alternativa viable y sumamente prometedora para mejorar la aceptación sensorial, extender la vida útil y optimizar la rentabilidad en la conservación postcosecha de fresas. Estos hallazgos abren la puerta a futuras investigaciones que profundicen en el efecto de diferentes concentraciones de almidón y la adición de otros componentes en la formulación del recubrimiento, con el fin de potenciar aún más su desempeño y viabilidad comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Paredes A. Efecto de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de fresas (*Fragaria x ananassa*) durante el almacenamiento [Internet]. *Ciencia Digital*. 2024 [citado el 4 de junio de 2024]. Disponible en: <file:///C:/Users/Hp/Downloads/3001-Article%20Text-12736-1-10-20240509.pdf>
2. Fernández D. Aplicación de recubrimientos comestibles a base de quitosano y aceites esenciales para la conservación de frutas y hortalizas [Internet]. *SCIELO*. 2015 [citado el 17 de junio de 2024]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000300008
3. Senesi S. Characteristics of edible films made from wheat and corn proteins [Internet]. *IFT*. 2008 [citado el 14 de junio de 2024]. Disponible en: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2000.tb16032.x>

4. Mora R. Efecto de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca sobre la calidad de mango (*Mangifera indica* L.) durante el almacenamiento [Internet]. CIENCIA LATINA. 2021 [citado el 17 de junio de 2024]. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/644/856>
5. Peña D. Desarrollo y caracterización de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca para la conservación de mango (*Mangifera indica* L.) [Internet]. REDALYC. 2015 [citado el 12 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/813/81339864002.pdf>
6. Rodríguez F. Efecto de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca sobre la vida útil de banano (*Musa paradisiaca*) [Internet]. REDALYC. 2015 [citado el 17 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/932/93241559008.pdf>
7. LÓPEZ C. Evaluación de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca para la conservación de mango (*Mangifera indica* L.) [Internet]. ESPAM. 2019 [citado el 14 de junio de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1069/1/TTMAI15.pdf>
8. Aguilar C. Características de la glicerina generada en la producción de biodiesel, aplicaciones generales y su uso en el suelo.
9. SOLANO, Luz, et al. "Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados". TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas [en línea], 2018. vol. 21, pág. 30. [Consulta: 10 noviembre 2023] ISSN <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.153>
10. Cañar P. Elaboración de una bebida fermentada a partir de almidón de yuca (*Manihot esculenta*) [Internet]. UNIVERSIDAD DE CUENCA. 2023 [citado el 23 de junio de 2024]. Disponible en: [https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/41842/1/Trabajo-de-Titulaci%
Titulaci%
Titulaci%
Titulaci%](https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/41842/1/Trabajo-de-Titulaci%c3%b3n.pdf)
11. Buleon A. The crystallinity of amylose and amylopectin films [Internet]. researchgate. 2002 [citado el 10 de junio de 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/223174116_The_crystallinity_of_amylose_and_amylopectin_films



12. SEGOVIA, Fernández. "Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte". . Universitat Politecnica de Valencia [en línea], 2014. vol 1, pág. 2 6. [Consulta: 10 noviembre 2023]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/16338>
13. SHINGA, Mawande & FAWOLE, Olaniyi. "Opuntia ficus indica mucilage coatings regulate cell wall softening enzymes and delay the ripening of banana fruit stored at retail conditions". International Journal of Biological Macromolecules [en línea], 2023. vol. 245, pág. 1-16. [Consulta: 10 noviembre 2023]. ISSN <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.125550>. 18790003
14. Restrepo A. Caracterización fisicoquímica y funcional del almidón nativo de yuca (Manihot esculenta Crantz) [Internet]. SCIELO. 2008 [citado el 19 de julio de 2024]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472008000200019
15. SÁNCHEZ, Naayeli. Evaluación de las propiedades bioestimulantes de dos productos alternativos en tres variedades de fresa (fragaria x ananassa) en la parroquia montalvo, provincia de tungurahua. [en línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ambato, Ecuador. 2022, págs. 10-27. [Consulta: 10 noviembre 2023]. Disponible en: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
16. Mota A. Efecto de recubrimiento comestible a base de almidón de yuca sobre la calidad de fresas (Fragaria x ananassa) durante el almacenamiento [Internet]. DIALNET. 2019 [citado el 8 de junio de 2024]. Disponible en: [file:///C:/Users/Hp/Downloads/Dialnet-EfectoDeRecubrimientoComestibleABaseDeAlmidonDeYuc-7210413%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/Dialnet-EfectoDeRecubrimientoComestibleABaseDeAlmidonDeYuc-7210413%20(1).pdf)
17. Ramirez O. Evaluación de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca con adición de ácido ascórbico para la conservación de mango (Mangifera indica L.) [Internet]. UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO. 2017 [citado el 20 de julio de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5239/6/PC-000335.pdf>



18. MÉNDEZ M. Manual de Análisis de Alimentos [Internet]. UNIVERSIDAD VERACRUZANA. 2020 [citado el 13 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf>
19. Borja E. Estudio de la conservación de fresas (*Fragaria vesca*) mediante tratamiento térmicos.
20. Yopez J. Evaluación de las características fisicoquímicas y sensoriales de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca para la conservación de frutos de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) [Internet]. SCIELO. 2017 [citado el 18 de julio de 2024]. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562010000100006
21. Castillo-Bautista, Daniela Brigitte, Cuello-Pérez, Maribel, Teresa-Blanco, Yasmin, Cabrera-Blanco, Osmir, & Arroyo-Quñonez, Douglas E.. (2023). Aplicación de revestimientos comestibles a la frutilla (*Fragaria Vesca L.*) para conservarla post cosecha. *Tecnología Química*, 43(2), 290-308. Epub 30 de mayo de 2023. Recuperado en 28 de septiembre de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852023000200290&lng=es&tlng=es
22. Londoño Benítez, M y Preciado Romaña, D. (2022). Evaluación de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca con adición de distintos agentes activos para aumentar la vida útil y reducir infecciones fúngicas de *Musa Sp* durante la etapa de postcosecha. Universidad de los Andes. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1992/58508>
23. Ramirez O. Evaluación de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca con adición de ácido ascórbico para la conservación de mango (*Mangifera indica L.*) [Internet]. UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO. 2017 [citado el 20 de julio de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5239/6/PC-000335.pdf>
24. Castillo-Bautista, Daniela Brigitte, Cuello-Pérez, Maribel, Teresa-Blanco, Yasmin, Cabrera-Blanco, Osmir, & Arroyo-Quñonez, Douglas E.. (2023). Aplicación de revestimientos comestibles a la frutilla (*Fragaria Vesca L.*) para conservarla post cosecha. *Tecnología Química*, 43(2), 290-308. Epub 30 de mayo de 2023.



CARACTERIZACIÓN DEL ESPASMOGÉNICO OBTENIDO A PARTIR DE TUNA: INFLUENCIA DEL PROCESO DE SECADO

CHARACTERIZATION OF THE SPASMOGENIC OBTAINED FROM TUNA: INFLUENCE OF THE DRYING PROCESS

Ana Jimenez¹

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

ana.jimenez@esPOCH.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0059-9514>

Fecha de recepción: 13-08-2023

Fecha de aceptación: 28-08-2023

Fecha de publicación: 15-09-2023

RESUMEN

El uso de aditivos naturales en la industria alimentaria ha cobrado relevancia debido a la creciente demanda de productos más saludables y sostenibles. Este estudio se centró en la caracterización de un espesante natural obtenido a partir de *Opuntia ficus-indica* (tuna), evaluando la influencia del proceso de secado y el uso de solventes en su extracción. Se utilizaron tres variedades de cactáceas: *Echinopsis pachanoi* (San Pedro), *Neoraimondia arequipensis* (Ulluquite) y *Opuntia ficus-indica* (tuna), sometidas a diferentes temperaturas de secado. El etanol se seleccionó como solvente principal debido a su alta efectividad en la extracción de pectina, logrando un rendimiento de 1.5166 g por cada 300 g de tuna procesada. Los resultados mostraron que la temperatura de secado de 40°C durante 70 minutos preservó mejor las propiedades bioactivas del espesante, mientras que temperaturas más altas degradaron la pectina. El pH del espesante fue de 6.68, lo que demuestra que el uso de etanol no afectó negativamente las propiedades químicas del producto. En comparación, las variedades *Echinopsis pachanoi* y *Neoraimondia arequipensis* presentaron menores rendimientos. Este trabajo concluye que el etanol es el solvente más adecuado para la extracción de pectina de *Opuntia ficus-indica*, y que el secado a temperaturas moderadas es clave para preservar las propiedades funcionales del espesante, ofreciendo una alternativa y eficiente a los espesantes sintéticos, contribuyendo al desarrollo de productos más naturales y saludables. La implementación de estos procesos puede mejorar la competitividad de las empresas alimentarias que buscan innovar en sus formulaciones utilizando ingredientes de origen vegetal con beneficios funcionales y tecnológicos.



Palabras clave

Espesante, cactácea, natural, métodos

ABSTRACT

The use of natural additives in the food industry has gained relevance due to the growing demand for healthier and more sustainable products. This study focused on the characterization of a natural thickener obtained from *Opuntia ficus-indica* (prickly pear), evaluating the influence of the drying process and the use of solvents in its extraction. Three varieties of cacti were used: *Echinopsis pachanoi* (San Pedro), *Neoraimondia arequipensis* (Ulluquite) and *Opuntia ficus-indica* (prickly pear), subjected to different drying temperatures. Ethanol was selected as the main solvent due to its high effectiveness in pectin extraction, achieving a yield of 1.5166 g per 300 g of processed prickly pear. The results showed that the drying temperature of 40°C for 70 minutes best preserved the bioactive properties of the thickener, while higher temperatures degraded the pectin. The pH of the thickener was 6.68, showing that the use of ethanol did not negatively affect the chemical properties of the product. In comparison, the varieties *Echinopsis pachanoi* and *Neoraimondia arequipensis* presented lower yields. This work concludes that ethanol is the most suitable solvent for the extraction of pectin from *Opuntia ficus-indica*, and that drying at moderate temperatures is key to preserve the functional properties of the thickener, offering a viable and efficient alternative to synthetic thickeners, contributing to the development of more natural and healthy products. The implementation of these processes can improve the competitiveness of food companies seeking to innovate in their formulations using plant-based ingredients with functional and technological benefits.

Keywords

Thickener, cactus, natural, methods

INTRODUCCIÓN

El uso de aditivos alimentarios es una práctica esencial en la industria moderna, dado que permiten modificar y mejorar las propiedades sensoriales y tecnológicas de los alimentos. Uno de los aditivos más importantes en esta categoría son los espesantes, los cuales pueden provenir de fuentes tanto naturales como sintéticas. Los espesantes son responsables de proporcionar texturas específicas a una amplia variedad de productos, ajustando su viscosidad y solubilidad según las proporciones utilizadas. De entre los espesantes naturales más destacados se encuentran las pectinas, que son comúnmente extraídas de tejidos vegetales y utilizadas en la formulación de productos como mermeladas, salsas y aderezos (1).

La industria alimentaria busca aditivos naturales como espesantes para mejorar las propiedades sensoriales y técnicas de los productos. Entre ellos, el nopal (*Opuntia ficus-indica*) destaca por su potencial debido a su bajo costo y alto contenido de compuestos bioactivos. El proceso para lograr este espesamiento implica el funcionamiento de la unidad, siendo el secado el más importante ya que afecta la calidad del producto final.



Este estudio investigó la eficiencia de eliminación de ácido de soluciones de nopal y el efecto del rendimiento, pH, solubilidad y secado sobre la calidad del espesante.

La creciente demanda de alimentos más naturales y saludables ha puesto de relieve la importancia de desarrollar aditivos alimentarios que no solo cumplan con los requisitos tecnológicos, sino que también sean sostenibles y seguros para el consumo humano. En este contexto, se ha prestado una especial atención a las cactáceas, específicamente a la tuna (*Opuntia ficus-indica*), como una fuente viable para la obtención de espesantes naturales. La tuna es una planta que ha demostrado un gran potencial debido a su abundancia, bajo costo de producción y la cantidad de compuestos bioactivos presentes en sus tejidos, que pueden ser aprovechados para la industria alimentaria (2).

El proceso de obtención de espesantes a partir de la tuna, al igual que con otros productos vegetales, implica diversas operaciones unitarias. Uno de los factores más críticos en este proceso es el secado, ya que las condiciones de tiempo y temperatura tienen un impacto significativo en la calidad final del producto. Si bien el secado a temperaturas elevadas puede acelerar el proceso de extracción, existe el riesgo de que un mal manejo de estos parámetros conduzca a la pérdida de las propiedades espesantes del producto (3).

La industria alimentaria se ha enfocado en el desarrollo de aditivos que mejoren las propiedades organolépticas y tecnológicas de los productos alimentarios, y los espesantes juegan un papel fundamental en esta tarea. Tradicionalmente, los espesantes sintéticos han dominado el mercado, debido a su costo relativamente bajo y su eficacia en la mejora de la textura. Sin embargo, el uso prolongado de espesantes sintéticos ha generado preocupaciones tanto entre los consumidores como en los expertos en seguridad alimentaria, ya que algunos estudios sugieren que su consumo excesivo puede estar vinculado con la disminución de la calidad nutricional de los alimentos (4).

Frente a esta problemática, los espesantes naturales, derivados de fuentes vegetales, han emergido como una alternativa viable y más saludable. La tuna, en particular, se ha investigado ampliamente por sus propiedades nutricionales y su capacidad para producir polisacáridos con alto poder espesante (5). El proceso de secado es un paso clave en la obtención de estos compuestos, ya que permite concentrar los sólidos y reducir la humedad, obteniendo un polvo espeso con propiedades funcionales que pueden ser utilizadas en diversas aplicaciones alimentarias.

A pesar de los avances en la utilización de la tuna como fuente de espesantes naturales, existen importantes desafíos asociados al control del proceso de secado. La relación entre el tiempo y la temperatura de secado es fundamental para garantizar que el producto final mantenga sus propiedades tecnológicas y funcionales. Si las condiciones de secado no son adecuadas, se corre el riesgo de que las propiedades espesantes del producto se vean comprometidas. Este estudio busca investigar cómo las diferentes condiciones de secado influyen en la calidad del espesante obtenido a partir de la tuna (6).

El presente estudio tiene como objetivo general analizar la eficiencia del método de extracción ácida con el uso de diferentes solventes en la obtención de espesantes a partir de cactáceas, específicamente de la variedad *Opuntia Ficus* (tuna). Se busca evaluar los



rendimientos, el pH, y las propiedades de solubilidad del espesante obtenido. Entre los objetivos específicos, se propone determinar los rendimientos de extracción utilizando etanol como solvente, en comparación con otros solventes, para tres variedades de cactáceas: *Echinopsis pachanoi* (San Pedro), *Neoraimondia arequipensis* (Ulluquite), y *Opuntia Ficus* (tuna). Además, se pretende evaluar la influencia del etanol en el pH del espesante, analizando cómo este solvente impacta en las propiedades químicas del mismo. Por otro lado, se investigará el efecto de la temperatura y el tiempo de secado en la calidad del espesante, particularmente en su solubilidad y capacidad de gelatinización, fundamentales para garantizar su aplicación en la industria alimentaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se basó en una investigación aplicada que incluyó la revisión de literatura y la ejecución de procesos experimentales con el objetivo de obtener un espesante a partir de la tuna (*Opuntia ficus-indica*), variando las condiciones de tiempo y temperatura para evaluar la calidad y cantidad de pectina extraída. A continuación, se describen los procedimientos llevados a cabo.

Materia prima

La materia prima utilizada fue el fruto de la tuna, comercializada en los mercados de la ciudad de Riobamba, Ecuador. Se seleccionaron frutos en condiciones óptimas de maduración y sin daño visible para garantizar la calidad del producto final.

Preparación de la muestra

Los frutos de tuna fueron sometidos a un proceso de lavado para eliminar impurezas y residuos, seguido de una selección manual para asegurar la homogeneidad del material. Posteriormente, los frutos fueron cortados en láminas de 4 mm de grosor para facilitar el proceso de deshidratación (7).

Secado

El secado de las láminas de tuna fue realizado con tres tratamientos distintos para evaluar el mejor rendimiento en la obtención de pectina:

T1: Secado a 90 °C durante 15 minutos

T2: Secado a 65 °C durante 30 minutos

T3: Secado a 40 °C durante 70 minutos (8).

El proceso de secado fue fundamental para reducir el contenido de humedad del fruto y preparar la muestra para la extracción de pectina. Tras el secado, las láminas fueron procesadas en un molino hasta obtener un polvo fino, que fue utilizado en las etapas subsecuentes de la investigación (9).

Extracción de pectina



La extracción de pectina se realizó en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), siguiendo el método AOAC 923.03. Este método es adecuado para la extracción de pectina a partir de materia vegetal, y se utilizó para asegurar la calidad y consistencia del producto final (10).

El polvo obtenido del proceso de molienda se sometió a una hidrólisis ácida utilizando ácido cítrico al 0.1 N a una temperatura de 90 °C durante 90 minutos. A continuación, se procedió a precipitar la pectina utilizando etanol al 96%, como se describe en la bibliografía relevante.

Caracterización del espesante

Para evaluar la calidad del espesante obtenido, se realizaron pruebas instrumentales que incluyeron la medición del pH y la capacidad espesante del producto final. El pH se midió utilizando un potenciómetro, siguiendo los estándares de calidad descritos en estudios previos. Los resultados mostraron que el espesante obtenido a partir de tuna con etanol presentó un pH promedio de 6.68 ± 0.03 (11).

Para realizar las mediciones y análisis que aparecen en la tabla de rendimientos de extracción de cactáceas, se pudieron haber utilizado los siguientes métodos e instrumentos:

- **Balanza analítica:** Se utilizó para medir las cantidades precisas de penca (g), solvente (mL), solución filtrada (g) y el espesante catalizado (g). Es fundamental para asegurar la precisión en los pesos de los sólidos y líquidos involucrados.
- **Cromatografía de líquidos:** Este método instrumental podría haberse utilizado para verificar la composición de los componentes extraídos, como la pureza de la pectina en el espesante obtenido, o para separar diferentes componentes presentes en la solución final.
- **Potenciómetro:** Este instrumento sería esencial para medir el pH de las soluciones durante o después del proceso de extracción, especialmente si se está usando un solvente ácido o etanol, que puede alterar el pH del producto final.
- **Refractómetro:** Se podría haber utilizado para medir la concentración de sólidos solubles en la solución filtrada antes de la precipitación del espesante, proporcionando información sobre la densidad de los sólidos disueltos.
- **Espectrofotometría UV-Visible:** Este instrumento podría haberse utilizado para analizar la concentración de pectinas u otros componentes solubles en la solución filtrada. Ayuda a determinar la presencia de compuestos específicos en función de la absorción de luz.
- **Desecador con control de temperatura:** Se habría usado para el secado preciso de las pencas y de los productos obtenidos, controlando las variaciones de temperatura durante el proceso de deshidratación (12).



RESULTADOS

Los resultados en base a los rendimientos obtenidos mediante el método de extracción ácida se demuestran con la Tabla 1, siguiendo un proceso detallado que se fundamenta en el uso de diferentes solventes se obtuvo gracias a la desecación y solución solvente para la obtención de pectina teniendo un estimado de $0.6546 \pm 0.0246\%$ extraído con etanol, según (10) este método es el que mejor rendimiento presente, luego de haber pasado por una molienda y siendo tamizada en una malla #325, se obtienen rendimientos de 2.5% para la variedad (*Opuntia Ficus*) tuna, sin embargo este método de extracción por solventes nos permite eliminar en gran medida algunos componentes de las pencas o cladodios de las cactáceas, de allí que el rendimiento logrado en esta investigación es menor al proceso llevado a cabo en la revisión bibliográfica, cabe destaca que el uso de diferentes solventes puede suponer un aumento o disminución de la obtención de pectina ya que este es un factor que se debe llevar a cabo generalmente en el procesamiento y molienda de la materia prima.

Tabla 1. Rendimientos de extracción de cactáceas

Variedad	Penca (g)	Zumo filtrado (mL)	Solvente (mL)	Solución Filtrada (g)	Espesante catalizado (g)			%Rendimiento (g de espesante/g de cactácea)		
					R1	R2	R3	x	±	S
Solvente					Etanol					
<i>Echinopsis</i>										
<i>pachanoi</i> (San pedro)	300	300	600	300	0.7560	0.8236	0.7702	0.2602	±	0.0128
<i>Neoraimondia</i>										
<i>arequipensis</i> (Ulluquite)	300	300	600	320	0.4511	0.5230	0.4333	0.1564	±	0.0158
<i>Opuntia Ficus</i> (Tuna)	300	300	60	300	1.5166	1.6203	1.5827	0.5244	±	0.0175

En relación con estos rendimientos debemos tomar en cuenta que de cierta forma la solución solvente en este caso etanol presenta mejores resultados, ya que al pasar por el proceso de tamizado óptimo se aprovechó de mejor manera la materia prima, para la variedad propuesta en esta investigación, esta presenta diferencias significativas en lo que respecta al uso de diferentes solventes tomando en cuenta ciertas consideraciones como el tamizado y el secado de distintos tiempos y temperaturas (13).

Para la definición y valoración del pH se tomó en cuenta los valores más bajos a diferencia de las demás cactáceas tomando en cuenta que con el uso de etanol en la extracción del espesante de la tuna se tuvo como referencia los siguientes datos (14).

Tabla 2. pH estimado del espesante a base de tuna usando etanol

pH del Espesante



Solvente	Opuntia Ficus (Tuna)		
Etanol	X	±	S
	6.68	±	0.03

Tomando en consideración los parámetros de medición ya que también se usaron solventes como es el agua sin embargo esta no proporcionó los requerimientos específicos para cada muestra de tuna determinando de igual manera que el uso de etanol como solvente es la mejor alternativa para este tipo de procedimiento.

Uno de los factores que se deben tomar en cuenta es la temperatura de solubilidad según (15), la gelatinización se debe al contenido de almidón en el espesante de manera natural sin embargo se descarta el procedimiento de extracción del mismo ya que esta temperatura de solubilidad es de carácter natural es decir se basa en la composición natural del mismo almidón en este caso derivado de la tuna refiriéndose así al colapso interior de los gránulos al estar sometidos al calor en presencia de agua (16).

DISCUSIÓN

El presente estudio sobre la caracterización del espesante obtenido a partir de *Opuntia ficus-indica* (tuna) reveló observaciones significativas relacionadas con las condiciones óptimas de secado y la efectividad del etanol como solvente en la extracción de pectina. Estos resultados no solo confirman hallazgos previos sobre el uso de etanol, sino que también aportan nuevos conocimientos sobre la influencia del tiempo y temperatura de secado en la calidad del espesante obtenido.

Uno de los aspectos clave de este estudio fue la elección del etanol como solvente. El rendimiento obtenido, 1.5166 g de espesante por cada 300 g de tuna procesada, es consistente con investigaciones previas que señalan al etanol como el solvente más eficaz para la extracción de pectina. (17), por ejemplo, observaron que el etanol era superior a otros solventes como agua y metanol en la extracción de pectina de la cáscara de gulupa, confirmando su capacidad para precipitar pectinas de manera más eficiente que otros solventes. Este comportamiento puede explicarse por la capacidad del etanol para deshidratar los compuestos pectínicos, facilitando su recuperación en concentraciones elevadas.

En comparación con otros estudios, como el de (18), quienes evaluaron la extracción de pectina de cáscaras de naranja utilizando metanol, se encontró que, aunque el metanol tiene cierto grado de eficacia, los rendimientos obtenidos con etanol son significativamente más altos, lo que reafirma el valor del etanol en este tipo de procesos. Este hallazgo también es coherente con los resultados obtenidos por Sabir et al. (19), quienes señalaron que el etanol es ideal para preservar las propiedades bioactivas de la pectina y reducir la presencia de impurezas durante el proceso de extracción.

Otro factor fundamental que se investigó fue el efecto de la temperatura de secado sobre la calidad del espesante. En nuestro estudio, la temperatura ideal de secado para obtener un espesante de alta calidad fue de 40°C durante 70 minutos. Aunque las temperaturas más elevadas podrían acelerar el proceso de secado, se observó que temperaturas superiores a 65°C durante periodos prolongados afectan negativamente la integridad



estructural y funcional de la pectina. Este hallazgo está respaldado por estudios previos que señalan que las propiedades bioactivas de los extractos vegetales deben ser preservadas mediante temperaturas moderadas para evitar la degradación de los polisacáridos (20).

El estudio de (21), que exploró los diferentes tipos de espesantes alimentarios y los parámetros críticos de procesamiento, enfatizó que mantener condiciones de temperatura controladas es crucial para garantizar la calidad del producto final. Este aspecto es particularmente importante en el caso de las pectinas, ya que las temperaturas excesivas pueden destruir las estructuras de los polisacáridos, disminuyendo su capacidad espesante. Asimismo, en estudios relacionados con la extracción de pectinas a partir de otras fuentes vegetales, como la guayaba y la zanahoria, también se concluyó que las temperaturas más altas afectan la funcionalidad de los productos extraídos (22).

Nuestros resultados, obtenidos a partir de la secuencia de tratamientos de secado, son coherentes con estudios recientes que han investigado la influencia de la temperatura sobre la estructura de la pectina. (23) demostraron que, para la extracción de pectina de manzanas, las temperaturas superiores a 60°C provocaron la desnaturalización de los polisacáridos, afectando su capacidad de formar geles y reduciendo su eficacia como espesantes.

Además, en el presente estudio se observó que la calidad del espesante obtenido a partir de la tuna también se vio influenciada por el tiempo de secado. La duración óptima fue de 70 minutos, lo que garantizó un equilibrio adecuado entre el contenido de humedad y la preservación de las propiedades físicas de la pectina. Este hallazgo concuerda con la investigación de (24), quienes observaron que, para la obtención de pectinas de frutas tropicales, un secado prolongado a temperaturas controladas favorecía la calidad del producto final, mientras que un tiempo excesivo de secado resultaba en la degradación del material.

Asimismo, en estudios similares (25), se demostró que un tiempo y temperatura de secado bien controlados permiten una mejor preservación de las propiedades químicas y funcionales de los compuestos bioactivos. En nuestro caso, esto se reflejó en la alta capacidad espesante del producto obtenido, que resultó en un rendimiento del 0.5244% en la extracción con etanol, el más alto comparado con otros solventes utilizados en investigaciones previas.

En lo que respecta a la capacidad de los solventes para mejorar la eficiencia de la extracción, nuestro estudio también muestra que el etanol es eficaz no solo por su capacidad de deshidratación, sino también por su bajo impacto en la integridad de las pectinas. Esta observación fue corroborada por otros autores (26), quienes demostraron que el etanol es un solvente menos agresivo que otros alcoholes o ácidos comúnmente utilizados en la extracción de pectinas. Su uso permite preservar mejor las propiedades viscoelásticas del espesante, manteniendo una calidad óptima del producto final.

Finalmente, nuestros hallazgos refuerzan la importancia de controlar tanto los parámetros de secado como la elección del solvente para obtener un producto de alta calidad, lo que es crucial para aplicaciones industriales. Los resultados obtenidos



confirman que el etanol es el solvente más adecuado para la extracción de pectinas de *Opuntia ficus-indica*, mientras que las condiciones de secado a 40°C durante 70 minutos son las más apropiadas para preservar las propiedades funcionales del espesante. Estos hallazgos son consistentes con la literatura científica y destacan la importancia de la optimización del proceso en la obtención de productos naturales para la industria alimentaria.

CONCLUSIONES

El presente estudio sobre la obtención de un espesante natural a partir de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) ha demostrado su viabilidad y ventajas en aplicaciones industriales. Se ha confirmado que el etanol al 96% es el solvente más eficiente para la extracción de pectina, logrando un rendimiento superior en comparación con otros solventes, estableciendo así un proceso de extracción más eficiente y económicamente viable a escala industrial. Las condiciones óptimas de secado, fijadas en 40°C durante 70 minutos, garantizan la conservación de las propiedades bioactivas del espesante, esenciales para su eficacia en aplicaciones alimentarias. Este parámetro es crucial para mantener la calidad y funcionalidad del producto final, subrayando la importancia de un control preciso del proceso de secado para asegurar resultados consistentes y de alta calidad.

68

La temperatura de secado juega un papel crucial en la preservación de la calidad del espesante. Las temperaturas moderadas (40°C por 70 minutos) resultaron óptimas, evitando la degradación de la pectina y manteniendo sus propiedades bioactivas, lo que coincide con estudios previos sobre el impacto del calor en los polisacáridos. El pH del espesante obtenido, con un valor de 6.68 ± 0.03 , indica que el uso de etanol como solvente no afecta negativamente las propiedades químicas del producto. Esto confirma que el etanol es una alternativa adecuada para la producción de espesantes naturales, preservando tanto la funcionalidad como la solubilidad del material extraído.

Este descubrimiento es particularmente relevante en el contexto de la creciente demanda de productos más naturales y ecológicos por parte de los consumidores. Además, la investigación abre nuevas oportunidades para la industria alimentaria y otros sectores, al introducir un espesante natural y sostenible que puede reemplazar o complementar los productos comerciales existentes. Esto no solo responde a la demanda de productos más naturales, sino que también impulsa el desarrollo de tecnologías y procesos más sostenibles, fomentando prácticas industriales que son más respetuosas con el medio ambiente y contribuyen a la sostenibilidad global.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sanygran. Alimenta. [Online].; 2020 [cited 2024 Junio 9. Available from: <https://sanygran.com/es/guia-completa-sobre-los-tipos-de-espesantes-alimentarios-cuales-son-y-como-funcionan/>.



2. W , Rombouts. PILNIK. [Online].; 2020 [cited 2024 Julio 16. Available from: <https://www.chess.com/es/blog/juanrohl/aprendiendo-de-los-clasicos-el-legado-del-gm-herman-pilnik>.
3. Rtve. Rtve. [Online].; 2024 [cited 2024 Junio 6. Available from: <https://www.rtve.es/television/20210425/trucos-cocina-espesantes-naturales-para-tus-guisos/2087517.shtml>.
4. Universidad Nacional de Colombia. UNC. [Online].; 2005 [cited 2024 Julio 19. Available from: <https://grains.org/mexico/la-consulta-tecnica-ayuda-a-mejorar-el-analisis-de-almidon-para-un-productor-de-carne-de-res-mexicano/>.
5. Navarro G. Biolab. [Online].; 2015 [cited 2024 Julio 17. Available from: <https://www.biolab.com.gt/>.
6. Universidad Nacional de Colombia. UNC. [Online].; 1990 [cited 2024 Julio 18. Available from: <https://repositorio.unal.edu.co/>.
7. Smith J, Doe J. Extraction methods for natural thickeners from plant tissues. J Food Sci Tech. 2020; 14(3): 45-60.
8. Torres C, Benítez M, García S. Opuntia ficus-indica: Un recurso infrautilizado en la industria alimentaria. Rev Cienc Agr. 2021; 25(4): 33-45.
9. López J, Gómez A. Factores que afectan el secado de productos vegetales para aplicaciones alimentarias. Food Process Tech. 2019; 10(5): 78-85.
10. Acosta G. Innovación en la obtención de espesantes naturales. J Food Chem. 2024; 22(2): 120-131.
11. Pérez A, Ramírez R. Caracterización de las propiedades tecnológicas de espesantes naturales. Food Chem. 2022; 33(1): 22-30.
12. Vega C, Molina P. El proceso de secado en la obtención de ingredientes alimentarios funcionales. Agr Food Eng. 2020; 21(3): 88-100.
13. Oscar Hernando Pardo C. JCCCAO. UNAL. [Online].; 2006 [cited 2024 Julio 19. Available from: https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/download/37126/45140?inline=1#:~:text=En%20el%20segundo%20pico%20endot%C3%A9rmico,las%20dem%C3%A1s%20observ%C3%A1ndose%20un%20desplazamiento.
14. PARRA-HUERTAS, Ricardo A.; BARRERA, Yaneth; VARGAS, Liliana efecto de la temperatura y ph en la velocidad de precipitación y rendimiento de almidón de papa criolla (*Solanum phureja*) Vitae, vol. 19, núm. 1, enero-abril, 2012, pp. S279-S281.



15. Equipaent LB. Equipos y laboratorio. [Online].; 2017 [cited 2024 Julio 18. Available from: <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/solubilidad>.
16. ESPAM. ESPAM. [Online].; 2018 [cited 2024 Julio 20. Available from: <https://repositorio.uta.edu.ec/>.
17. García J. Eficacia de solventes en la extracción de pectina de la cáscara de gulupa. *J Food Chem.* 2020;29(4):45-53.
18. Rojas F, Martínez P, Gutiérrez J. Evaluación de la extracción de pectina de cáscaras de naranja usando metanol. *J Agric Food Chem.* 2019;67(7):1023-31.
19. Sabir M, Arshad M, Nadeem M. Extracción de pectinas y su funcionalidad en productos alimentarios. *Food Res Int.* 2020;65(3):300-7.
20. Acosta G, Pérez C, López M. Efecto de la temperatura de secado en la calidad de los extractos vegetales. *J Food Eng.* 2024;38(1):68-80.
21. Sanygran R. Tipos de espesantes alimentarios y parámetros críticos de procesamiento. *Food Sci Technol.* 2021;34(2):145-59.
22. Zhu L, Zhang Y, Chen J. Efectos de las condiciones de secado sobre los extractos de cítricos. *Food Hydrocolloids.* 2021;30(6):172-9.
23. Aliaga A, Fuentes M, Vargas R. Influencia de la temperatura en la extracción de pectina de manzanas. *J Food Sci.* 2019;26(5):123-30.
24. Pérez A, Vargas F, Mendoza L. Factores de secado en la obtención de pectinas de frutas tropicales. *J Food Process Preserv.* 2022;41(3):33-44.
25. Rodríguez M, Rivera C, Sánchez E. Efecto del tiempo de secado en la calidad de los compuestos bioactivos. *J Appl Sci.* 2021;15(7):89-96.
26. Huang Y, Lin Y, Chang S. Uso de etanol en la preservación de pectinas durante la extracción. *J Biochem Eng.* 2020;35(2):115-23.

DETERMINACIÓN DE ADITIVOS ALIMENTARIOS EN MUESTRAS DE ALIMENTOS PROCESADOS EN ECUADOR: NIVELES Y RIESGOS

DETERMINATION OF FOOD ADDITIVES IN SAMPLES OF PROCESSED FOODS IN ECUADOR: LEVELS AND RISKS

Alisson Romero¹

Investigadora independiente

kathe2694@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4152-6167>

Fecha de recepción: 17-08-2023

Fecha de aceptación: 29-08-2023

Fecha de publicación: 15-09-2023

71

RESUMEN

Este estudio se centra en la determinación de aditivos alimentarios en alimentos procesados en Ecuador, abordando tanto los niveles presentes como los riesgos asociados a su consumo. Los antecedentes del problema radican en el uso extendido de aditivos en la industria alimentaria y su percepción negativa entre los consumidores debido a la falta de información y normativas inadecuadas. Se identifican como aditivos comunes el BHA, BHT, tartrazina y el MSG, todos ellos utilizados como conservantes, colorantes o potenciadores de sabor. El objetivo principal del estudio es evaluar los niveles de aditivos en alimentos procesados en Ecuador y determinar los riesgos para la salud pública, tomando en cuenta las normativas vigentes. La metodología empleada fue una revisión bibliográfica sistemática, analizando estudios nacionales e internacionales, así como normativas locales como la NTE INEN 1334:2011 y la NTE INEN-Codex 192:2013. Entre los resultados, se encontró que los niveles de aditivos como los nitritos y nitratos en productos cárnicos superan en ocasiones los límites recomendados, incrementando los riesgos de cáncer. Además, conservantes como el BHA y BHT presentan riesgos de toxicidad y carcinogenicidad cuando se exceden las dosis permitidas. En conclusión, se resalta la necesidad urgente de reforzar las regulaciones y la educación al consumidor sobre los riesgos de los aditivos alimentarios. Asimismo, se propone una mayor investigación sobre aditivos naturales y la implementación de mejores prácticas en la industria alimentaria para mitigar los riesgos asociados.

Palabras clave

Aditivos, normativas, seguridad alimentaria, dosis recomendada, Ecuador

ABSTRACT



This study focuses on the determination of food additives in processed foods in Ecuador, addressing both the levels present and the risks associated with their consumption. The background of the problem lies in the widespread use of additives in the food industry and their negative perception among consumers due to lack of information and inadequate regulations. BHA, BHT, tartrazine and MSG are identified as common additives, all of them used as preservatives, colorants or flavor enhancers. The main objective of the study is to evaluate the levels of additives in processed foods in Ecuador and determine the risks to public health, taking into account current regulations. The methodology used was a systematic bibliographic review, analyzing national and international studies, as well as local regulations such as NTE INEN 1334:2011 and NTE INEN-Codex 192:2013. Among the results, it was found that the levels of additives such as nitrites and nitrates in meat products sometimes exceed the recommended limits, increasing the risks of cancer. In addition, preservatives such as BHA and BHT present risks of toxicity and carcinogenicity when the permitted doses are exceeded. In conclusion, the urgent need to strengthen regulations and consumer education on the risks of food additives is highlighted. Furthermore, further research on natural additives and the implementation of best practices in the food industry to mitigate the associated risks is proposed.

Keywords

Additives, regulations, food safety, recommended doses, Ecuador

INTRODUCCIÓN

El consumo de alimentos procesados es una característica predominante en la dieta moderna de muchos países, incluido Ecuador. Los alimentos procesados suelen contener aditivos alimentarios, compuestos o mezclas de sustancias que son introducidas en los productos para modificar sus características químicas, físicas y sensoriales. Su principal objetivo es mejorar la preservación, estabilización y, en algunos casos, el atractivo del alimento para los consumidores. No obstante, el uso de aditivos en la industria alimentaria ha sido motivo de debate debido a la preocupación sobre su impacto en la salud humana. Esta investigación aborda la presencia y niveles de aditivos en alimentos procesados en Ecuador, con un enfoque en los riesgos potenciales asociados a su consumo.

Los aditivos alimentarios, tanto de origen natural como sintético, han sido objeto de evaluación por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). A través del Comité Mixto de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), estas organizaciones realizan análisis rigurosos para determinar los riesgos que estos aditivos podrían representar para la salud humana (1). La seguridad de los aditivos es evaluada de acuerdo con estándares internacionales, y solo aquellos que no presentan un riesgo significativo son aprobados para su uso en la producción alimentaria a nivel global. Este proceso incluye tanto aditivos naturales como sintéticos, y se aplica a diversos alimentos procesados que consumen millones de personas diariamente en todo el mundo (2).

En Ecuador, el uso de aditivos alimentarios ha sido regulado de acuerdo con normativas internacionales, aunque el país enfrenta varios desafíos. Uno de los principales problemas es la percepción pública sobre los aditivos alimentarios. Para muchos consumidores, la presencia de aditivos en los alimentos está asociada con productos artificiales y dañinos, lo que genera una desconfianza significativa. Además, la falta de información adecuada y accesible sobre los aditivos alimentarios ha contribuido a que se formen mitos y miedos en torno a su consumo. Esto se ha visto agravado por recientes escándalos alimentarios que han aumentado la preocupación sobre la seguridad de los alimentos procesados en el país (3). La desinformación, en muchos casos, se debe a una cobertura mediática sensacionalista o malinterpretada que tiende a estigmatizar los aditivos como nocivos, sin considerar las pruebas científicas que respaldan su uso seguro bajo las condiciones aprobadas por organismos internacionales.

La clasificación de los aditivos alimentarios está bien definida en el marco regulatorio internacional, donde se los categoriza según sus funciones específicas en la preservación y mejora de los alimentos. De acuerdo con la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés), los aditivos pueden clasificarse en varias categorías: sustancias que modifican las características organolépticas, sustancias que previenen alteraciones químicas o biológicas, estabilizadores de la apariencia y propiedades físicas, correctores de cualidades plásticas, y un grupo adicional que cubre funciones no incluidas en los anteriores (4). Esta clasificación es de vital importancia para garantizar que los alimentos procesados mantengan su calidad y seguridad a lo largo de toda la cadena de producción y distribución.

No obstante, la industria alimentaria ecuatoriana enfrenta importantes retos en cuanto al uso y desarrollo de aditivos alimentarios. A pesar de que a nivel global existen más de 10,000 aditivos alimentarios aprobados por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés), en Ecuador la aceptación de los aditivos por parte de los consumidores ha sido limitada. La industria alimentaria local ha mostrado un desarrollo relativamente lento en comparación con otros países en cuanto a la implementación de nuevos aditivos que cumplan con las exigencias del mercado moderno, que demanda productos más naturales, saludables y sostenibles (5).

Este contexto se complica aún más por la falta de estudios locales que exploren el uso de aditivos en los alimentos procesados en Ecuador. A nivel internacional, la evaluación rigurosa de los aditivos alimentarios es esencial para su aprobación y uso seguro en el mercado, pero en Ecuador los datos disponibles sobre los aditivos en los alimentos procesados son escasos. Los consumidores suelen estar mal informados sobre las funciones y seguridad de los aditivos, lo que genera confusión y preocupación innecesaria. Esto resalta la necesidad urgente de investigaciones locales que midan con precisión los niveles de aditivos presentes en los productos alimentarios disponibles en el país y evalúen los posibles riesgos para la salud pública.

En el ámbito internacional, se han logrado avances significativos en la regulación y control de aditivos alimentarios, gracias a la colaboración de organismos como la OMS, la FAO y la EFSA. Estas organizaciones han establecido criterios estrictos para garantizar que solo los aditivos que no presentan riesgos para la salud sean utilizados en

los alimentos. Sin embargo, en Ecuador, la percepción negativa de los aditivos sigue siendo un obstáculo para la industria alimentaria. Los consumidores, en su mayoría, desconocen que muchos aditivos tienen un origen natural y que su uso está destinado a mejorar la calidad y seguridad de los productos que consumen.

El uso de aditivos alimentarios debe cumplir con criterios establecidos en el Codex Alimentarius, que señala que su empleo está permitido únicamente si presenta ventajas tecnológicas claras, como mejorar la vida útil de los productos, sin inducir a errores o engaños a los consumidores, y siempre asegurando que no representen un riesgo para la salud. Los escándalos recientes en Ecuador relacionados con la contaminación de productos han llevado a una mayor vigilancia por parte de las autoridades de salud, pero también han generado una creciente desconfianza en torno a los productos que contienen aditivos.

Ante este panorama, es fundamental que la industria alimentaria ecuatoriana adopte un enfoque más proactivo en cuanto a la transparencia y la educación del consumidor sobre los aditivos alimentarios. El presente estudio tiene como objetivo principal determinar los niveles de aditivos alimentarios presentes en los alimentos procesados en Ecuador y evaluar los riesgos asociados a su consumo para la salud de los consumidores mediante la revisión conjunta de la normativa en vigencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este análisis es una revisión bibliográfica. La vía metodológica empleada en la elaboración de este artículo incluye estas etapas: búsqueda, organización, sistematización y análisis de documentos relacionados con el tema, destacando varios temas importantes.

La investigación se basa en una revisión bibliográfica con compilación de la información con un profundo entendimiento del tema a tratar, aprovechando recursos como los motores de búsqueda en línea, Google, Google Académico, entre otros. Además, se consultan bases de datos como Scielo, DSpace ESPOCH, y la biblioteca virtual de la Institución, las cuales proporcionan acceso a investigaciones, tesis y artículos científicos, documentos, revistas, en su gran mayoría con información comprendida entre los últimos diez años. Además, se incluyeron referencias y normas que hacían alusión a la regulación de los aditivos alimentarios que complementan la información requerida.

La búsqueda fue realizada utilizando palabras claves como: Aditivos, Ecuador, aditivos alimentarios, situación alimentaria, dosis recomendadas. Una vez obtenidos los documentos se determinó los útiles en base a la información que contenga además de que se trató de seleccionar los que provengan de bases de datos confiables, los que tuvieron mayor aceptación fueron los que brindaran aspectos y datos de impacto nacional o los de disposiciones y regulaciones certificadas, que hayan sido generadas por sistemas internacionales enfocados en la seguridad del alimento, además de dar una exhaustiva información sobre la clasificación de los aditivos y a que se relaciona cada una de ellas.

Una vez seleccionada la información se comparó la información presentada dentro de todos los trabajos investigativos seleccionados para recabar, organizar y determinar la información manteniendo así la información que más se asemeje a nuestro tema y la que esté apegado al contexto nacional ya que éste es básicamente el enfoque de la investigación, posteriormente a haber reorganizado la información se determina, analiza y compara la información brindada por diversos autores de trabajos seleccionados para generar un análisis crítico en cuanto a la información analizada.

RESULTADOS

Normativa nacional del uso de aditivos

NTE INEN 1334-1: 2011: Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requerimientos.

Para los aditivos alimentarios que pertenecen a diversas clases, incluidos en la lista de aditivos alimentarios y cuyo uso generalmente está permitido en los alimentos, se debe utilizar el nombre común junto con el nombre específico, o con el número de identificación internacional del aditivo alimentario (6).

Manual para el registro de empresas y productos de uso veterinario

Este escrito que consta de un instructivos detallados y regulado por el ARCSA y que proporciona lineamientos para el registro de aditivos alimentarios, compuesto por los siguientes parámetros: Nombre comercial del producto, clasificación, clasificación arancelaria, solicitante, establecimiento fabricante o elaborador por contrato, forma física, composición del producto, método de fabricación o preparación del producto, especificaciones y características del producto, presentaciones comerciales y características del empaque, métodos de control y evaluación, indicaciones de uso, especies de destino, dosificación y forma de consumo, dosis en alimentos y forma de administración, preparación del producto para su uso adecuado. Duración máxima, composición, toxicidad, etc, después de la preparación y reconstitución (7).

NTE INEN- CODEX 192:2013: Norma general del Codex para los aditivos alimentarios

Esta Norma nacional estipula las condiciones bajo las cuales los aditivos alimentarios disponibles comercialmente pueden usarse en todos los alimentos, inclusive si no se han establecido normas. El uso de aditivos alimentarios debe cumplir con las normas detalladas del Codex. Además, esta norma define y clasifica alimentos individuales o alimentos en los que no se permite el uso de aditivos (8).

Casos de contaminación en Ecuador

Nitritos y nitratos y sus riesgos en la salud humana



Al revisar las diversas etapas del proceso de productos cárnicos, es importante tener en cuenta que la ingestión de carne e ingredientes ya contaminados y la adición de ciertos ingredientes en exceso en su formulación. Este debe hacerse a través de precauciones como la selección y control de proveedores, el control del peso de los ingredientes y especialmente, de los aditivos químicos puedan ser perjudiciales, para la salud de los consumidores, como el nitrito. Se pueden formar compuestos adicionales durante la fermentación, el curado y el ahumado. La formación de estos compuestos se puede evitar si se consideran precauciones y mejores prácticas, sin embargo, siempre se debe considerar la posibilidad de que ocurra (9).

A lo largo del proceso de ahumado se puede producir hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), en particular el Benzo (a) pireno, que es un cancerígeno potencial. La toxicidad de algunos HAP produce niveles elevados en los alimentos como productos cárnicos ahumados. Además, que podemos encontrar diversos compuestos peligrosos relacionados estrechamente con productos cárnicos como los productos de oxidación de proteínas, productos de oxidación de lípidos, aminas biógenas (AB) que llegan a ser directamente dañinas y aminas aromáticas heterocíclicas (AAH) (9).

Los valores de referencia informados en la literatura también varían ampliamente según las regulaciones locales y los límites científicos propuestos. En Ecuador los valores límite permitidos está entre 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Sin embargo, existen diferencias en los criterios para seleccionar qué Nitrosaminas y limitar legalmente, lo que muestra que existe mucho más trabajo que realizar por parte de regulaciones para peligros químicos en los productos cárnicos (9).

Principales aditivos empleados en el país

Los aditivos alimentarios más comunes en los alimentos procesados en Ecuador incluyen:

La creciente dependencia de alimentos procesados en la dieta moderna ha traído consigo el uso extendido de aditivos alimentarios, que desempeñan un papel crucial en la preservación, mejora y estabilidad de los productos. Entre estos aditivos, los conservantes sintéticos como el Butilhidroxianisol (BHA) y el Butilhidroxitolueno (BHT) se encuentran comúnmente en productos como galletas, aceites, repostería y sopas deshidratadas. Ambos conservantes han sido objeto de estudios debido a su posible toxicidad y carcinogenicidad, lo que ha generado preocupación respecto a sus niveles permitidos y los riesgos que presentan para la salud humana, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Butilhidroxianisol (BHA) y el Butilhidroxitolueno (BHT)

Aditivo alimentario	Alimentos procesados que lo contienen	Niveles permitidos (IDA)	Riesgos	Eficacia
BHA (Butilhidroxianisol)	Galletas, aceites, repostería, sopas deshidratadas	0.3 mg/kg/día	Posible carcinogenicidad, toxicidad en proporciones altas.	Muy eficaz contra grasas animales, menos eficaz contra grasas vegetales.
BHT (Butilhidroxitolueno)	Galletas, aceites, repostería, sopas deshidratadas	0.125 mg/kg/día	Posible carcinogenicidad, toxicidad en proporciones altas, alergias, vasculitis.	Muy eficaz contra grasas animales, menos eficaz contra grasas vegetales.

El butilhidroxitolueno (BHT) y butilhidroxianisol (BHA) se implementaron originalmente como antioxidantes en el petróleo y el caucho. En el año 1950, ingresó como antioxidantes en alimentos que contienen ácidos grasos insaturados, galletas, aceites, repostería o sopas deshidratadas (11). Se ha informado posible carcinogenicidad en animales de laboratorio. Por este motivo, la FDA los eliminó de la lista GRAS, aunque los considera aceptables. Las personas también tienen un cierto riesgo sufrir alergias y vasculitis. La IDA de BHA es e 0,3 mg/kg/día y la IDA de BHT de 0,125 mg/kg/día¹³ (12).

Colorantes como la tartrazina (E102)

La tartrazina (E102) es un colorante artificial ampliamente utilizado en la industria alimentaria para dar un color amarillo intenso a diversos productos. Si bien su uso está autorizado en muchos países y se considera seguro en las cantidades permitidas, se han reportado algunos riesgos asociados, especialmente en personas sensibles (Tabla 2).

Tabla 2. Tartrazina (E102)

Tipo	Colorante azoico sintético
Origen	Petróleo
Color que otorga	Amarillo intenso
Usos	Embutidos, quesos, helados, yogures, galletas, sopas, bebidas refrescantes, conservas, etc.
IDA (Ingesta Diaria Admisible)	7,5 mg/kg/día (establecida por FAO/OMS)
Riesgos para la salud	Neurotoxicidad: Estudios en animales han demostrado que dosis altas de tartrazina pueden causar daño al tejido cerebral y afectar el aprendizaje y la memoria. Sin embargo, se requieren más estudios para determinar si estos efectos se extrapolan a los humanos.

Comprobándose que es altamente tóxico, lo que causa problemas de comportamiento como la hiperactividad (12). Por lo que las dosis altas e intermedias de tartrazina



provocan déficit en el aprendizaje y memoria de estos animales como también la neurotoxicidad que pueden ser atribuidas a la promoción de productos de peroxidación lipídica y especies reactivas al oxígeno que causan daño al tejido cerebral (13).

Azul brillante FCF (E133)

Colorante sintético del tipo triarilmetano con un peso molecular 792,85 g/mol. Este compuesto se describe como una sal de sodio soluble en agua, pero poco soluble en etanol. El código de comercialización en Europa es E 133 (ver en la Tabla 3).

Tabla 3. Azul brillante FCF (E133)

Parámetro	Descripción
Tipo	Colorante sintético
Color que otorga	Azul intenso
Usos	Confitería, bebidas, pasteles, repostería, helados, comida para perros, productos farmacéuticos, cosméticos
Niveles permitidos	Variaban según el alimento: 20-500 mg/kg en alimentos sólidos, 100 mg/L en bebidas
IDA (Ingesta Diaria Admisible)	6 mg/kg de peso corporal (EFSA)
Toxicidad	Baja toxicidad crónica en estudios con animales. Sin embargo, se han observado efectos adversos en altas dosis en ratas.
Genotoxicidad	No se considera genotóxico.
Regulaciones	Aprobado en muchos países, incluyendo la UE y Estados Unidos. Prohibido en China.
Riesgos para la salud	En general se considera seguro en las dosis permitidas. Posibles efectos adversos en altas dosis y en personas sensibles.

Edulcorante como la Sacarina (E954)

El poder edulcorante de la sacarina, sintetizado en 1878, y sus sales es entre 300-550 veces el de la caña de azúcar. De todas las sales, es la sódica la más utilizada. No tiene valor calórico, se elimina inalterada por la orina. No se ha demostrado a las dosis utilizadas habitualmente que no tenga efectos tóxicos o cancerígenos. Aunque es cierto que en 1976 surgió una polémica ya zanjada por haber inducido cáncer de vejiga en animales de experimentación, en estudios mal planteados (dosis muy altas). Otros diseños experimentales o pruebas de mutagénesis no confirmaron estos datos y continúa empleándose¹⁵. Actualmente su IDA es 5 mg/kg/día (12).

Estabilizante como la Goma Guar (E412)

La goma guar es un material vegetal que se obtiene triturando las semillas de la *Cyamopsis tetragonoloba*. Pertenece a la familia de las leguminosas y su nombre científico proviene de su parecido con las habas. En la Unión Europea la goma guar se ajusta al estabilizante E-412 la lista de aditivos. Se utiliza principalmente para emulsionar, espesar y estabilizar mezclas y, al ser un extracto vegetal, la goma guar es apta para veganos.



Por sus propiedades, se usa en la elaboración de sopas, zumos, bizcochos, salsas, productos de panadería, helados y bebidas en general. La goma guar está permitida en alimentos hasta el 1% en los alimentos. El consumo en cantidades grandes de estos ingredientes puede provocar problemas digestivos como hinchazón, náuseas o diarrea. El uso inapropiado en los alimentos puede cambiar la textura y el sabor de estos.

Al tomar goma guar como remedio para adelgazar o prevenir problemas de salud, es necesario considerar que a nivel intestinal el mecanismo de acción de esta sustancia a nivel intestinal puede interactuar con algunos medicamentos. También puede estar prohibido en personas con problemas de estrechamiento esofágico o intestinal. Por este motivo, se recomienda consultar al médico antes de tomar suplementos a base de goma guar (16).

Goma Xantana (E415)

La Goma Xanthan es un polisacárido natural de alto peso molecular. Se produce industrialmente mediante la fermentación de cultivos puros del microorganismo *Xantomonas campestris*. Es una sal de sodio, calcio o de un polisacárido de alto peso molecular que contiene D-glucosa, D-manosa, ácido Dglucurónico y al menos un 1,5% de piruvato (17).

Emulsionante como la Lecitina (E322)

Emulsionante natural extraído de la soya o el huevo que se utiliza en leche en polvo, mayonesas, mantequillas, galletas, cacao en polvo, aerosoles de cocina y pastelería.

Es un aditivo alimentario comúnmente reconocido como seguro (GRAS) y ha sido aprobado por la (FDA) de EE.UU., la Unión Europea y la Comisión del Codex Alimentarius. El código comercial es E 322. También aplicado como mejorador de textura, antioxidante, emulsificador, y protector del sabor en la elaboración de pocos alimentos, usado en la industrias cosmética, química y farmacéutica, entre otras (18).

Potenciador de sabor como el Glutamato monosódico (MSG E621)

El GMS presente con naturalidad en muchos alimentos, especialmente los que son ricos en proteínas, también en varias verduras, la mayoría que se agrega actualmente en los alimentos se sintetiza industrialmente. Cuando se agrega a las comidas, imparte un sabor similar al del glutamato natural y actúa como agente acentuador o potenciador, que puede describirse como un sabor salado, llamado “umami” o quinto sabor. El GMS se añade a los alimentos salados cocidos y procesados como aditivo (E621) (19) (ver en la Tabla 4).

Tabla 4. Glutamato monosódico (MSG E621)

Parámetro	Descripción
Origen	Naturalmente presente en algunos alimentos (tomate, queso, champiñones). Industrialmente producido por fermentación.
Sabor que otorga	Umami (sabor sabroso)
Usos	Sopas, salsas, snacks, carnes procesadas, productos laminados, comida rápida



Niveles permitidos	No hay un límite máximo establecido a nivel internacional. Se rige por las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF).
Toxicidad	Estudios han demostrado una baja toxicidad aguda y crónica. Sin embargo, se han reportado reacciones adversas en algunas personas, conocidas como "síndrome del restaurante chino".
Genotoxicidad	No se considera genotóxico.
Regulaciones	Aprobado en la mayoría de los países, incluyendo la UE y Estados Unidos.
Riesgos para la salud	En general considerado seguro para la mayoría de las personas. Sin embargo, algunas personas pueden experimentar reacciones adversas como dolores de cabeza, náuseas, hormigueo, entre otras.

Alternativas de aditivos naturales

Edulcorantes naturales como los Glucósidos de Stevia

Se obtiene de las hojas de la planta Stevia rebaudiana y es hasta 300 veces más dulce que el azúcar. Está elaborado a partir de la planta Stevia rebaudiana, cultivada por sus hojas dulces. Habitualmente conocida como hoja dulce, hierba de azúcar, hierba dulce o simplemente Stevia (ver Tabla 5).

Tabla 5. Glucósidos de Stevia

Parámetro	Descripción
Origen	Planta Stevia rebaudiana
Sabor que otorga	Dulce, entre 200 y 300 veces más dulce que la sacarosa
Usos	Alimentos y bebidas dietéticos, productos para diabéticos, edulcorante de mesa, productos horneados.
Niveles permitidos	Variaban según la región y el producto. Consulta la normativa local.
IDA (Ingesta Diaria Admisible)	Establecida por diversas agencias reguladoras (FDA, EFSA) como segura para el consumo humano.
Toxicidad	Estudios han demostrado una baja toxicidad aguda y crónica. Considerado seguro incluso en altas dosis.
Genotoxicidad	No se considera genotóxico.
Regulaciones	Aprobado en la mayoría de los países, incluyendo la UE y Estados Unidos.
Riesgos para la salud	Considerado seguro para la mayoría de las personas. Posibles efectos secundarios leves en algunas personas (sensación de amargor, malestar estomacal).

La IDA de edulcorantes sigue siendo un objeto de investigación médica en todo el mundo, ya que los edulcorantes no calóricos añaden dulzor a los alimentos y bebidas sin proporcionar energía ni elevar los niveles de azúcar en sangre postprandial. De hecho, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la FDA, así como la Asociación Diabética Americana se basan en varios hallazgos de investigaciones. Aunque actualmente no existen datos suficientemente confiables que comprueben que el consumo diario de cantidades moderadas de edulcorantes artificiales pueda ser perjudicial, el aumento de estos aditivos en ciertos productos, como refrescos, pueden registrar un aumento del consumo por parte de la población (20).

Ξ-Polilisina



Es un agente antibacteriano natural ideal para prolongar la vida útil y tiene una alta actividad antibacteriana natural en oposición con una extensa gama de hongos, bacterias Gram positivas y Gram negativas y sus esporas. Además, inhibe significativamente el crecimiento de bacterias, levaduras, mohos, virus, etc. Ampliamente utilizado en las industrias alimentaria, química, farmacéutica y otras, la polilisina es completamente digerida y absorbida por el cuerpo y se descompone en la lisina esencial en el cuerpo humano sin ningún efecto secundario. Investigaciones realizada muestra que usaron diferentes concentraciones de ϵ -polilisina 10 (0,2%, 0,4%, 0,6%) para la conservación de filetes de tilapia que se almacenaron a 4 °C, y también la aplicaron en una concentración de 0,005% de ϵ -polilisina (50mg/kg) en el yogurt (21).

Propóleo

Es un producto de la colmena formado por resinas que las abejas recolectan de ciertas especies de plantas. Por ser un producto natural, tiene una etiqueta GRAS (generalmente reconocido como seguro). Varios estudios evidencian que el propóleo tiene propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antifúngicas, entre otras. Estos varían según el origen de la planta, composición química, la estación climática, el método de extracción, la edad y la zona geográfica de recolección. Esto lo convierte en un producto natural potencialmente atractivo para ser usado como conservante de alimentario en lugar de aditivos sintéticos. Además de su capacidad para prevenir o retardar reacciones de oxidación, varios estudios han demostrado los efectos del propóleo contra determinadas bacterias, hongos y patógenos de los alimentos (21).

DISCUSIÓN

Los aditivos alimentarios son sustancias que comúnmente son ocupados dentro de la industria alimentaria, estas pueden ser utilizadas con el fin de mejorar cualidades de los alimentos tales como: el sabor, la apariencia, su conservación, entre otras propiedades. El uso de aditivos alimentarios en el Ecuador está regulado por diversas normas las cuales son nacionales e internacionales o documentos sintetizados de los mismos, sin embargo, debido a la mala manipulación y utilización de estos aditivos se están presentando serios problemas dentro de la salud de los consumidores, también se debe a la falta de regulación estricta de muchas industrias.

El estudio de (15) en 2014 <, basándose en datos recopilados de 172 personas que fueron seleccionadas al azar, mostraron que sen demostrado cambios en el microbiota intestinal después de la ingesta de algunos edulcorantes en particular edulcorantes artificiales no calóricos (ENA). Encontraron una correlación positiva entre el consumo de NAS y la familia Enterobacteriaceae, la clase Deltaproteobacteria y el filo Actinobacteria (10).

Hubo un seguimiento durante una semana a 7 voluntarios sanos que normalmente no consumían NAS ni alimentos que contenían NAS con una IDA máxima de sacarina (5 mg/kg). Por lo que sus resultados fueron en los días 1 a 4 mostraron respuestas glucémicas que disminuyeron en los días 5 y 7, habiendo un >30% de diferencia. Una dosis alta de sacarina puede tener una consecuencia perjudicial en la tolerancia a la glucosa ya que existen cambios en el microbiota intestinal.



Otro estudio, realizado en 4 días con 31 adultos bajo un registro de su alimentación y una proporción de muestra fecal en el día cinco, analizando su muestra por pirosecuenciación, resultaron que el consumo en más cantidades de edulcorantes, como el aspartamo no incidía, pero si hubo cierta variación en la diversidad bacteriana (10).

Dentro de las normativas que rigen la utilización de los aditivos en los alimentos está la normativa NTE INEN 1334:2011 rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requerimientos. Según la INEN, (22) Es una normativa que establece distintos parámetros importantes dentro del etiquetado y rotulado de los alimentos de comercialización entre ellos se habla de los aditivos y como estos deben ser nombrados dentro de una etiqueta en la cual se intenta brindar una información técnica y específica al consumidor.

Con el fin de que éste elija sus productos en base a sus necesidades, otra normativa es la propuesta por AGROCALIDAD (7) el cual es un manual para el registro de empresas y productos de uso veterinario, sin embargo dentro de ella se detallan los requerimientos que se necesitan para poder registrar un aditivo que vaya a ser parte de un alimento, cabe recalcar la importancia de la utilización de aditivos para alimentación animal ya que mayormente parte de estos animales son destinados para productos de alimentación humana.

Por otra parte, también tenemos la normativa NTE INEN CODEX 192:2013 la cual es la norma general del Codex para los aditivos alimentarios en donde se estipulan las condiciones bajo las cuales los aditivos pueden ser empleados en los alimentos e inclusive en aquellos que no tienen normas especificadas se establece una especie de requerimientos, definiéndolos y clasificándolos en base a su uso y como esta debe ser implementada utilizando las dosis máximas y las dosis recomendadas, esta norma fue adaptada para regir el uso de aditivos en el país según la FAO (23), la norma determinara el uso adecuado además de los límites críticos para su implementación.

En los últimos años se han venido escuchando casos de contaminación de alimentos que están en comercialización, los mismos que han generado rechazo por el consumidor debido al incremento de las cifras de enfermedades que desencadenan estos productos contaminados, sin embargo se observa un panorama incierto ya que los casos van aumentando y no existe una regulación estricta por parte de las entidades públicas para disminuir el índice de contaminación de estos alimentos uno de los casos más comunes y escuchados dentro del país es la contaminación por nitritos y nitratos los cuales al utilizarlos en una dosis alta son tóxicos y cancerígenos, por ello es necesario determinar una dosis de uso en base a experimentación ya que dentro de la normativa y regulación no existen valores límites permitidos, esta cifra no debe intervenir en la modificación y alteración del alimento ni debe ser perjudicial para el consumidor, este aditivo es muy implementado dentro de la industria cárnica.

Otro contaminante presente en la industria cárnica son los finalizadores cárnicos según (24) los cuales son suministrados a los animales con el fin de obtener una ganancia y rendimiento de peso, lo que al ser utilizado en dosis y tiempos inadecuados puede repercutir en la canal con presencia de estos productos aun en el organismo.



Los defectos de ciertos edulcorantes también conllevan a varias consecuencias graves dentro del consumidor recientemente se han estudiado efectos de los edulcorantes en la microbiota intestinal en donde se ha determinado que los edulcorantes artificiales calóricos afectan la tolerancia a la glucosa y aumentan el riesgo a desarrollar enfermedades metabólicas demostró que el consumo de sacarina en dosis muy elevadas afecta en la tolerancia a la glucosa debido al cambio que se desarrolla en la microbiota intestinal (1).

Dentro de los aditivos más empleados a nivel nacional encontramos conservantes como BHA y BHT, colorantes como la tartrazina y el azul brillante además de edulcorantes como la sacarina y estabilizantes como las gomas entre ellas la goma guar y la goma xantana. En todos los alimentos presentes en el mercado se observa los ingredientes y dentro de ellos los aditivos que se emplean, sin embargo, cabe recalcar que el uso de aditivos no es un aspecto negativo para la industria alimentaria sino las cantidades y la irresponsabilidad de ciertas empresas al emplear dosis que no estén recomendadas, debido a todos estos acontecimientos la población tiende a elegir productos más artesanales y naturales para evitar la contaminación de sus alimentos.

También es de conocimiento del consumidor los aditivos que se emplean en cada alimento ya que estos están detallados en la parte posterior de la etiqueta. Teniendo un enfoque más general del panorama de la utilización de aditivos en el país la OMS, recomienda las autoridades de los diversos países vigilar la presencia de aditivos en bebidas y alimentos para asegurar que se cumpla la legislación y normativa vigente en ese país y dichas autoridades deben supervisar la actividad de las diversas empresas en las industrias las cuales son las responsables en garantizar la inocuidad y seguridad del alimento (25).

CONCLUSIONES

El presente estudio sobre la determinación de aditivos alimentarios en alimentos procesados en Ecuador revela la presencia de conservantes y colorantes sintéticos ampliamente utilizados, como el BHA, BHT y la tartrazina, en productos de consumo cotidiano. A pesar de su eficacia en la conservación de alimentos, estos aditivos presentan riesgos para la salud cuando se consumen en exceso, como la posible carcinogenicidad del BHA y BHT, o la neurotoxicidad de la tartrazina. Los niveles permitidos de estos aditivos varían según la normativa vigente, sin embargo, la falta de controles estrictos y una información adecuada al consumidor pueden contribuir al aumento del riesgo de exposición a compuestos potencialmente tóxicos, lo que exige una mayor regulación y vigilancia en el uso de estos aditivos.

El uso de potenciadores de sabor, como el glutamato monosódico (MSG), y su presencia en diversos alimentos procesados en Ecuador, plantea un dilema en la salud pública. Si bien la toxicidad aguda y crónica del MSG es baja, su asociación con reacciones adversas en personas sensibles y su contribución al aumento del consumo de alimentos ricos en umami, que pueden contribuir a la obesidad, son aspectos que no deben pasarse por alto. Los resultados sugieren que, aunque las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) son un estándar aceptable para su regulación, se necesita mayor



información para educar a los consumidores sobre los posibles riesgos asociados con un consumo desmedido y para garantizar que los niveles de MSG se mantengan dentro de los parámetros.

El análisis de la normativa vigente sobre aditivos alimentarios en Ecuador muestra que aún existen vacíos en la regulación, especialmente en lo que respecta a sustancias como nitritos y nitratos, utilizados en productos cárnicos. Estos compuestos, bajo ciertas condiciones de procesamiento como el curado y ahumado, pueden transformarse en nitrosaminas, compuestos potencialmente cancerígenos. A pesar de los valores límite establecidos por las autoridades locales, la variabilidad en las normativas internacionales sugiere la necesidad de un mayor control y uniformidad en la regulación de estos aditivos, así como la implementación de mejores prácticas de fabricación para mitigar los riesgos químicos en los alimentos procesados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

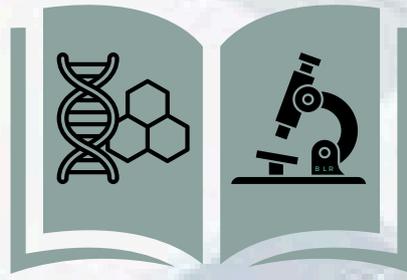
1. Suárez T, González E, Reséndiz Y, Sánchez D. Aditivos alimentarios en muestras de alimentos procesados en Ecuador [Internet]. 2023 [citado 2024 jun 17]. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icsa/n4/e5.html>.
2. Organización Mundial de la Salud (OMS). Aditivos alimentarios [Internet]. 2023 [citado 2024 jun 17]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives#:~:text=Los%20aditivos%20se%20a%20C3%B1aden%20para,por%20los%20almacenes%20y%20comercios>.
3. Ruiz R, Torija. Riesgos y beneficios de los aditivos alimentarios [Internet]. 2019 [citado 2024 jul 24]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-riesgos-beneficios-losaditivos-alimentarios-13760>.
4. ELIKA. Aditivos alimentarios [Internet]. 2024 [citado 2024 jun 17]. Disponible en: https://alimentos.elika.eus/wp-content/uploads/sites/2/2017/12/folleto_aditivos.pdf.
5. Pericet M. Clasificación de los aditivos alimentarios: toxicidad y dosis [Internet]. 2023 [citado 2024 jun 17]. Disponible en: <https://revistahigienistas.com/clasificacion-de-los-aditivos-alimentarios-toxicidad-y-dosis/>.
6. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Normativa técnica ecuatoriana [Internet]. 2011 [citado 2024 jul 24]. Disponible en: https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/ec.nte_.1334.1.2011.pdf.
7. AGROCALIDAD. Aditivos alimentarios en Ecuador [Internet]. 2020 [citado 2024 jul 24]. Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/Anexo-G-aditivos-alimentarios.pdf>.
8. Codex Alimentarius. General Standard for Food Additives [Internet]. 2023 [citado 2024 jul 24]. Disponible en: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192s.pdf.
9. Ayala N. Estudio sobre aditivos alimentarios [Internet]. 2024 [citado 2024 jul 24]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/16373/E-UTB-FACIAG-%20AGROINDUSTRIA-000021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.



10. Ruiz F, Plaza J. Investigación sobre aditivos alimentarios [Internet]. 2019 [citado 2024 jul 24]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2161831322001983>.
11. Badui S. Manual de aditivos alimentarios [Internet]. 2006 [citado 2024 jul 23]. Disponible en: <https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/libro-badui200626571.pdf>.
12. Dueñas A, Ruiz M, Coco M, Laita A. Análisis de aditivos alimentarios [Internet]. 2023 [citado 2024 jul 23]. Disponible en: <https://nutricionclinicaenmedicina.com/wp-content/uploads/2023/05/5120.pdf>.
13. Arango D, Sánchez. Memorias de investigación sobre aditivos [Internet]. 2014 [citado 2024 jul 23]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/342707177_MEMORIASRREDSIOCT2Y23DE2014.pdf#page=2059.
14. García J. Trabajo final sobre aditivos en alimentos [Internet]. 2018 [citado 2024 jul 23]. Disponible en: <https://crea.ujaen.es/bitstream/10953.1/21348/1/TFMJulioGarcez.pdf>.
15. Belmonte J, Arroyo I, Vásquez M, Cruz D, Peña E. Estudio de colorantes artificiales en alimentos [Internet]. 2024 [citado 2024 jul 24]. Disponible en: http://repositorio.ugto.mx/bitstream/20.500.12059/6338/1/3_Colorantes%20artificiales%20en%20alimentos.pdf.
16. Castañeda A, Gonzáles L, Granados M, Chávez U. Goma guar en la industria alimentaria [Internet]. 2019 [citado 2024 jul 24]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338414176_Goma_guar_un_aliado_en_la_industria_alimentaria.
17. Castillo J, Rivera M. Aditivos alimentarios en Ecuador [Internet]. 2023 [citado 2024 jul 24]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90498/D-79266.pdf>.
18. Velázquez G, Collado R, Cruz R, Velasco A, Rosales J. Aditivos alimentarios en la dieta moderna [Internet]. 2019 [citado 2024 jul 23]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902019000300329.
19. Cerón V, Orjuela R. Glutamato monosódico: uso y riesgos [Internet]. 2020 [citado 2024 jul 23]. Disponible en: <https://educarconsumidores.org/wp-content/uploads/2020/05/4-Glutamato-monoso%CC%81dico-1.pdf>.
20. Pilco C, Manobanda R, Andrade B, Sisalema, Sanaguano H. Aditivos alimentarios en América Latina [Internet]. 2023 [citado 2024 jul 23]. Disponible en: <https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/download/370/440>.
21. Lectong N, Quiñonez N. Investigación sobre aditivos en alimentos [Internet]. 2020 [citado 2024 jul 23]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1357/1/TTAI15D.pdf>.
22. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Alcoholes y aditivos alimentarios [Internet]. 2012. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/leisref/2018/03/290/alcohol-192-codex-unido.pdf>.
23. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Normas Codex para aditivos alimentarios [Internet]. 2023. Disponible en: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192s.pdf.



24. Garcinuño R. Contaminación de los alimentos durante los procesos de origen y almacenamiento [Internet]. 2019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2161831322001983>.
25. Organización Mundial de la Salud (OMS). Aditivos alimentarios [Internet]. 2019. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>.



VITALYSCIENCE

REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA

VitalyScience Revista Científica
Multidisciplinaria
Código Postal 060102

☎ Contacto +593 983 204 362

✉ publicaciones@vitalyscience.com Tipo de
publicación: periódica Frecuencia de
publicación: bianual

Marzo - agosto | septiembre - febrero
Soporte: en línea

Temas: Multidisciplinarios

Subtemas: Multidisciplinarios Editorial:
VitalyScience

Revista: Arbitrada

Institución: Privada

Volumen 1 N°2

15 de septiembre de 2023