



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

IDENTIFICACIÓN DE LAS REACCIONES QUÍMICAS QUE OCASIONAN
CAMBIOS DE COLOR INDESEABLES EN UNA MERMELADA DE
BANANO

VALAREZO CRUZ LIZBETH ABIGAIL
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

IDENTIFICACIÓN DE LAS REACCIONES QUÍMICAS QUE
OCASIONAN CAMBIOS DE COLOR INDESEABLES EN UNA
MERMELADA DE BANANO

VALAREZO CRUZ LIZBETH ABIGAIL
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

EXAMEN COMPLEXIVO

IDENTIFICACIÓN DE LAS REACCIONES QUÍMICAS QUE OCASIONAN CAMBIOS
DE COLOR INDESEABLES EN UNA MERMELADA DE BANANO

VALAREZO CRUZ LIZBETH ABIGAIL
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

MALDONADO GUERRERO EMERSON ARMANDO

MACHALA, 01 DE MARZO DE 2023

MACHALA
01 de marzo de 2023

IDENTIFICACIÓN DE LAS REACCIONES QUÍMICAS QUE OCASIONAN CAMBIOS DE COLOR INDESEABLES EN UNA MERMELADA DE BANANO

por Lizbeth Abigail Valarezo Cruz

Fecha de entrega: 20-feb-2023 10:29a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2018862454

Nombre del archivo: VALAREZO_CRUZ_LIZBETH_ABIGAIL_0706631082.docx (28.48K)

Total de palabras: 1896

Total de caracteres: 10538

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, VALAREZO CRUZ LIZBETH ABIGAIL, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Identificación de las reacciones químicas que ocasionan cambios de color indeseables en una mermelada de banano, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 01 de marzo de 2023



VALAREZO CRUZ LIZBETH ABIGAIL
0706631082

RESUMEN

El banano (*Musa paradisiaca L.*), es una planta herbácea monocotiledónea que se originó en el sudeste de Asia. Contiene sacarosa, glucosa, fibra, fructosa, potasio, vitamina B6, etc. Por sus diferentes componentes ha sido diferenciado como una fruta con gran valor energético. El banano es una fruta muy nutritiva y normalmente es consumida directamente, quiere decir al momento de quitar su cascara, puede ser usado en postres como tortas, gelatinas, batidos, y en especial las mermeladas. Sin embargo, cuando se hace uso del banano para mermeladas, no hay muchas existentes o que lleguen a ser comercializadas por su dificultad en el control de la reacción de pardeamiento que suele ocurrir en el procesamiento y almacenamiento, lo que hace que tenga poca aceptación del consumidor. El objetivo de este caso práctico es identificar las dichas reacciones que intervienen para que se presente un cambio de color indeseable y que soluciones existen para evitar este fenómeno, en el cual se aplicó un método descriptivo-investigativo, método científico que permitió tener una literatura veraz donde se pueda identificar los diferentes procesos que intervienen. Las reacciones que se presentan son pardeamiento enzimático donde interviene la enzima polifenol oxidasa y no enzimático donde mecanismos como reacción de Maillard y caramelización son visibles. En diferentes estudios se concluyó como el metabisulfito de sodio + ácido ascórbico resultó ser un tratamiento efectivo, que inhibió el pardeamiento enzimático, aunque sin dejar atrás los otros métodos existentes que también la literatura los recomienda.

Palabras claves: Banano, fruta, calidad, mermelada, reacciones químicas

ABSTRACT

Banana (*Musa paradisiaca* L.), is a monocotyledonous herbaceous plant that originated in Southeast Asia. Contains sucrose, glucose, fiber, fructose, potassium, vitamin B6, etc. Due to its different components, it has been differentiated as a fruit with great energy value. The banana is a very nutritious fruit and is normally consumed directly, which means when removing its peel, it can be used in desserts such as cakes, jellies, smoothies, and especially jams. However, when bananas are used for jams, there are not many that exist or are commercialized due to their difficulty in controlling the browning reaction that usually occurs during processing and storage, which means that they have little acceptance of the product. consumer. The objective of this practical case is to identify these reactions that intervene to cause an undesirable color change and that there are solutions to avoid this phenomenon, in which a descriptive-investigative method was applied, a scientific method that helped to have a truthful literature. where the different processes involved can be identified. The reactions that occur are enzymatic browning where the polyphenol oxidase enzyme intervenes and non-enzymatic where mechanisms such as the Maillard reaction and caramelization are visible. In different studies it was concluded that sodium metabisulfite + ascorbic acid turned out to be an effective treatment, which inhibited enzymatic browning, although without leaving behind the other existing methods that are also recommended in the literature.

Keywords: banana, fruit, quality, jam, chemical reactions

INDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETIVOS	5
Objetivo general:.....	5
3. DESARROLLO	6
3.1. Banano (<i>Musa paradisiaca L.</i>)	6
3.2. Mermelada	6
3.3. Reacciones químicas de pardeamiento en los alimentos.....	6
3.3.1. Pardeamiento enzimático	6
3.3.2. Pardeamiento no enzimático	7
4. MÉTODOLÓGÍA.....	9
5. CASO PRÁCTICO	10
5.1. Problema a resolver	10
6. CONCLUSIÓN	4
7. BIBLIOGRAFÍA	5

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Aspectos Generales de las reacciones de pardeamiento	8
Tabla 2 Reacciones químicas que afectan el banano en la industria alimentaria	1
Tabla 3 Tratamientos físicos y químicos	2

1. INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa paradisiaca L.*), se cultiva extensamente en muchos países en desarrollo y se considera una de las fuentes de energía más importantes en la dieta de personas que viven en regiones tropicales húmedas¹. Los bananos requieren temperaturas relativamente altas por eso lo producen en regiones tropicales, las temperaturas pueden variar de 18°C a 30°C, así como también es esencial unas grandes cantidades de agua durante todo el año². Es una fruta fácilmente perecedera, sin embargo, resulta muy favorable su procesamiento industrial debido a su contenido rico en sólidos solubles, minerales y su baja acidez³. Sin embargo, cuando se habla del banano, hay menos cantidad de mermeladas que son comercializadas por su dificultad en el control de la reacción de pardeamiento durante el procesamiento y almacenamiento, lo que hace que tenga poca aceptación del consumidor⁴.

Debido a las características propias del banano y su actividad enzimática dada por la presencia de la enzima conocida como polifenol oxidasa, los productos derivados a partir del banano poseen una tendencia a ser afectados por cambios de color indeseables que afecten su calidad final. Para identificar las respectivas causas y efectos de dicha enzima, algunos investigadores han realizado estudios sobre el manejo y post cosecha de varios frutos como lo son las peras, uvas, manzanas, donde se ha analizado el efecto que produce la polifenol oxidasa, y se detalla como los bananos son vulnerables al daño mecánico durante la cosecha, transporte, almacenamiento y procesamiento, los cuales producen un malestar físico que daña tejidos de la planta y puede alterar el metabolismo fenólicos. Por esta razón en el siguiente caso práctico se analizarán los cambios químicos que afectan al banano durante su procesamiento y se establecerán posibles soluciones para evitar la aparición de reacciones que puedan afectar la calidad sensorial de la mermelada de banano¹.

2. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Identificar las reacciones químicas que ocasionan cambios de color indeseables en una mermelada de banano, mediante una revisión bibliográfica que permita entender sus causas y posibles soluciones.

3. DESARROLLO

3.1. Banano (*Musa paradisiaca L.*)

El banano (*Musa paradisiaca L.*), es una planta herbácea monocotiledónea que viene su origen del sudeste de Asia. El contenido de esta fruta es basado en sacarosa, glucosa, fructosa, fibra, Vitamina B6, etc., por sus componentes es clasificada como una fruta que aporta un gran valor energético⁵. Es una fruta muy nutritiva y comúnmente se la consume directamente quitando su cascara, puede ser incluida en postres como gelatinas, tortas, batidos, y mermeladas⁵.

3.2. Mermelada

La mermelada es un producto que lleva una consistencia semisólida, la cual se puede obtener a través de la cocción de la pulpa de ciertas frutas, aumentándole otros ingredientes como lo son el azúcar, pectina y ácido cítrico. En términos generales la mermelada se compone por un 65% de sólidos solubles y no menos de 45 % de pulpa⁶.

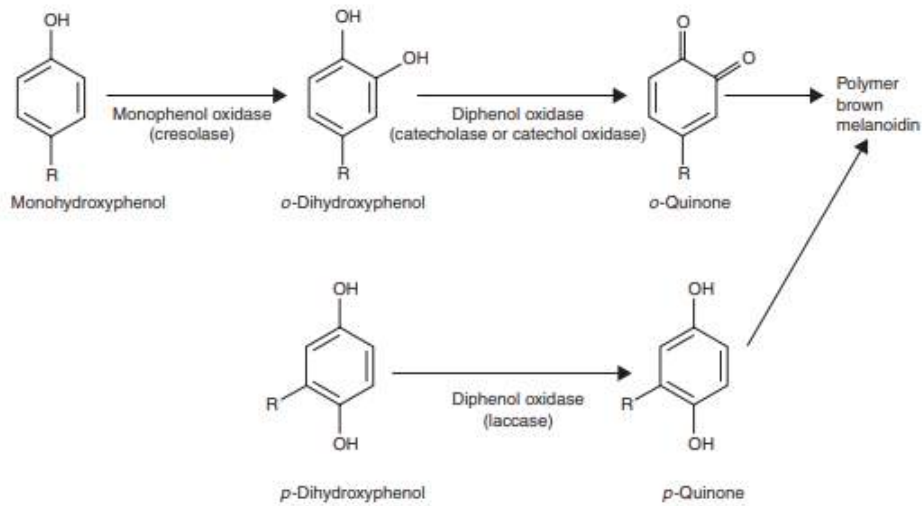
3.3. Reacciones químicas de pardeamiento en los alimentos

Durante el proceso de fabricación, almacenamiento y otros donde la materia prima está en transformación puede que ocurra la aparición de coloraciones que, en función del producto, otorgan propiedades organolépticas deseables, mientras que en otras situaciones puede ocurrir lo contrario, como afectar de manera significativa la calidad sensorial del producto ya final. Así resulta necesario conocer a fondo las condiciones que provocan estas reacciones para poder controlarlas⁷. Referente a esto las reacciones en las cuales se sintetizan compuestos que producen una coloración que va desde un amarillo ligero hasta café oscuro, lo cual se han dividido en reacciones de tipo enzimático y no enzimático⁷.

3.3.1. Pardeamiento enzimático

El pardeamiento enzimático es una de las reacciones más devastadoras para muchas frutas, siendo especialmente indeseable durante el procesamiento de frutas y sus derivados⁸. El pardeamiento enzimático inicia cuando se da la oxidación de compuestos fenólicos en quinonas que se polimerizan en otros metabolitos llamados melanoidinas lo cual es un pigmento rojo, marrón y negro. Actúan enzimas oxidativas como por ejemplo la polifenol oxidasa y peroxidasa lo que conlleva a un pardeamiento indeseable⁹.

Ilustración 1 Mecanismo de reacción de la polifenol oxidasa



Fuente: ⁸

La polifenol oxidasa (PPO), conocida como catecol oxidasa, fenolasa, o o-difenol oxígeno oxireductasa, cataliza la oxidación de difenoles en presencia de oxígeno molecular⁷.

Los compuestos fenólicos que se encuentran presentes en el banano son, entre otros, 3,4-dihidroxifeniletamina (dopamina), leucodelfinidina y leucocianidina, siendo compuestos como estos junto a la PPO, en general, responsables directos de las reacciones de pardeamiento enzimático en la fruta durante su manejo y procesamiento poscosecha⁸.

3.3.2. Pardeamiento no enzimático

El pardeamiento no enzimático involucra tres tipos diferentes de mecanismos de reacción, los cuales se efectúan en función del sustrato y de las condiciones a las que se someta un alimento. Estos mecanismos de reacción son, la reacción de Maillard que ocurre por la interacción de un grupo amino libre y azúcares reductores; la caramelización de los azúcares por tratamientos térmicos intensos y la oxidación del ácido ascórbico¹⁰.

Las reacciones más comunes en el banano y durante su procesamiento para la obtención de derivados como mermeladas, jugos, pure, entre otros, son la reacción de Maillard y la caramelización.

Tabla 1 Aspectos Generales de las reacciones de pardeamiento

	<i>Mecanismo</i>	<i>O₂ necesario</i>	<i>Grupos aminos necesarios</i>	<i>Temp. elevada</i>	<i>pH óptimo</i>	<i>Azúcares reductores</i>
NO ENZIMATICO	Caramelización	no	No	si	alcalino/ácido	si
	Maillard	no	Si	no	alcalino	si
OXIDACIÓN	Ácido ascórbico	si	No	no	ligeramente ácido	no
	Polifenol oxidasa	si	No	no	ligeramente ácido	no

Fuente: ⁷

4. MÉTODOLÓGÍA

Para desarrollar el siguiente caso práctico, se usó herramientas bibliográficas, una búsqueda exhaustiva, donde se tomó en cuenta bases de datos científicos alto impacto como Google Académico, Mendeley y revistas indexadas como Dialnet, Scielo y Redalyc, al igual que la revisión de tesis y artículos electrónicos de repositorios de diferentes Universidades para comparar y demostrar la veracidad de la información acotada en el contenido caso práctico

Se hizo uso de una metodología basado en un estudio descriptivo-investigativo, método científico, en el cual permitió seleccionar información confiable y conocer las diferentes reacciones químicas que dan lugar a problemas de calidad en la mermelada de banano, para así encontrar posibles soluciones ya sean físicos y químicos.

5. CASO PRÁCTICO

La industria BANANITO S.A. que se dedica a la elaboración de mermelada de banano de tres diferentes variedades, en el último mes de producción presenta problemas de calidad en el producto terminado por el cambio de color, teniendo una tonalidad más oscura de lo habitual, esto traería problemas de aceptación por parte de los consumidores.

5.1. Problema a resolver

Analiza que tipo de reacciones bioquímicas pueden ocurrir en el banano que este causando el cambio de color en el producto terminado, que compuestos químicos reaccionan para efectuarse las mismas y cuáles serían las posibles soluciones físicas y químicas, para evitar este problema de calidad.

¿Qué reacciones químicas pueden ocurrir en el banano que estén afectando el color del producto final?

Tabla 2 Reacciones químicas que afectan el banano en la industria alimentaria

REACCIONES DE PARDEAMIENTO			
AUTORES	PRODUCTO	PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO	
		PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO	PARDEAMIENTO NO ENZIMÁTICO
<i>Yupangui, M²</i>	Pure de banano	Se presentó la acción de polifenoloxidasas que actúa sobre sustratos como los polifenoles, así produciendo las quinonas que se polimerizan, dando un color marrón.	Los azúcares están reaccionando con grupos aminos. El alimento es sometido a temperatura alta y produce coloración oscura.
<i>Garay, M³</i>	Pure de banano	Acción de enzima polifenol oxidasa los sustratos fenólicos en contacto con el oxígeno del ambiente, toman color marrón.	Reacción de Maillard: Reacción de grupos aminos con azúcares reductores, aldehídos y cetonas por exposición a temperatura, como consecuencia coloración café oscuro.
<i>Parrales, R⁴</i>	Mermelada de banano	Oxidación del producto una vez maduro, siendo de fácil deterioro de su coloración.	Reacción de Millard: fenómeno de caramelización del azúcar
<i>Suárez & Crespo⁵</i>	Jalea de banano	Ocurre un contacto del tejido de la fruta con el oxígeno, y un sustrato fenólico, y están catalizadas por polifenol-oxidasas, lo cual ocurre su oscurecimiento.	Reacción de Millard: Fenómeno de caramelización e interacción de proteínas o aminos con carbohidratos.

Fuente: ², ³, ⁴, ⁴

El banano es una fruta rica en compuestos fenólicos que sirven como sustrato para reacciones de tipo enzimático, razón por la cual, se puede observar a menudo que el banano se pardea como resultado de la exposición de su pulpa con el oxígeno durante operaciones como el pelado, rebanado y pulpeado, operaciones que tienen lugar antes de continuar a un siguiente proceso o etapa, como es el caso de la elaboración de mermelada¹²

En el procesamiento que recibe el banano para su transformación en mermelada se puede detectar tres puntos de control (PC) donde pueden darse reacciones químicas que podrían causar cambios de coloración, dichas etapas son: Pelado/desemillado, licuado/pulpeado y cocción. Estas etapas ofrecen condiciones que pueden propiciar cambios de color que afecten negativamente al producto final.

En las dos primeras etapas, este tipo de reacciones implican la acción enzimática y se considera un indicador de la pérdida de calidad responsable de muchas frutas y verduras frescas y procesadas, como dátiles, el durazno, la papa y el plátano. (Amrani, Mariam Al, & Al, 2020) nos dice que este proceso ocurre naturalmente debido a la acción de la enzima polifenol oxidasa con compuestos fenólicos en presencia de oxígeno dando como resultado productos de color marrón llamados o-Quinonas⁶.

¿Cuáles serían las posibles soluciones para evitar cambios de color en la mermelada de banano?

Considerando lo descrito, entre las distintas técnicas usadas para controlar este tipo de reacciones, la reacción de pardeamiento enzimático se puede ralentizar o detener inactivando la enzima mediante métodos específicos como calor, reduciendo el pH en la superficie de la fruta (aplicando jugo de limón u otros ácidos), reduciendo la cantidad de oxígeno disponible (colocando fruta cortada bajo el agua o aplicando mecanismos de vacío) o agregando otros productos químicos conservantes como el dióxido de azufre⁴.

Tabla 3 Tratamientos físicos y químicos

TRATAMIENTOS FISICOS Y QUIMICOS		
AUTORES	FISICO	QUIMICOS
	ESCALDADO	ACIDO ASCORBICO METABISULFITO DE SODIO
<i>Peña, C⁷</i>		Actúa como agente reductor de quinonas a difenoles, lo que evita la formación de pigmentos oscuros. Produce efecto inhibitor de competitivo sobre la enzima polifenoloxidasa al atrapar los grupos sulfhidrilos del sitio activo de esta enzima. (ácido ascórbico + metabisulfito de sodio) fueron los mejores recibidos en el análisis sensorial
<i>Kaewjumbo & Gerad⁸</i>	Proceso térmico cuyo fin es la inactivación de enzimas que puedan estar presentes en una matriz alimentaria.	Ssolución de 1,5% de ácido ascórbico a 80 °C y 0,1% de metabisulfito de sodio son capaces de reducir la reacción de pardeamiento en la mermelada de plátano durante su almacenamiento
<i>Cortés & Pinto⁴</i>		El metabisulfito de sodio es un conservante químico que evita oxidación, oscurecimiento, pérdida de vitamina C, entre otras cosas, y con almacenamiento a 4° C de temperatura produce muchos meses de vida útil.

(Kaewjumbo & Gerada, 2021) nos dice en su estudio donde evaluaron el efecto de tratamientos físicos (escaldado) y químicos (ácido ascórbico y metabisulfito de sodio) para reducir la reacción de pardeamiento y mantener la calidad de la mermelada de banano durante el almacenamiento, determinó que una combinación de ambos tratamientos mostró los mejores resultados, con los siguientes parámetros: solución de 1,5% de ácido ascórbico a 80 °C y 0,1% de metabisulfito de sodio son capaces de reducir la reacción de pardeamiento en la mermelada de plátano durante su almacenamiento⁸

Considerando lo antes mencionado, el metabisulfito resulta un aditivo práctico y con buenos resultados a la hora de controlar las reacciones de pardeamiento enzimático, sin embargo, es importante considerar que este aditivo, en función de la normativa alimentaria de cada país estará o no permitido su uso en alimentos. Sin embargo, existen alternativas como los ácidos orgánicos que se consideran seguros y se utilizan ampliamente como agentes anti pardeamiento poscosecha⁸.

Por otro lado, el escaldado es un proceso térmico cuyo fin es la inactivación de enzimas que puedan estar presentes en una matriz alimentaria. En la producción de derivados a partir de frutas y hortalizas, es un recurso de gran resultado para conseguir la inactivación de enzimas como la polifenol oxidasa, misma que se encuentra en el banano. En general varios autores como (Righetti, Giorgio, Boschetti, & Egisto, 2014) consideran que el escaldado con agua caliente y los tratamientos químicos eran capaces de reducir significativamente la reacción de pardeamiento en la mermelada de banano⁹.

6. CONCLUSIÓN

El color de cualquier producto es un rasgo de calidad imperativo que atrae al consumidor reflejando el grado de preferencia del comprador y finalmente la aceptación. Así mismo, es una de las propiedades de calidad importantes de las frutas frescas utilizadas en la fabricación de mermeladas. Por lo tanto, se debe tener el respectivo control durante el procesamiento como el almacenamiento.

Considerando que las características intrínsecas del banano hacen más difícil el manejo y procesamiento del banano para su aprovechamiento y obtención de una mermelada, existen métodos físicos y químicos con los cuales se puede prevenir la aparición de posibles defectos de coloración en el producto terminado y durante su almacenamiento, que afecten su calidad sensorial.

En la tabla 2 se detalla como varios autores realizaron diferentes productos usando como materia prima el banano, donde todos ellos coincidieron en que se presentó reacciones de pardeamiento ya sea en el proceso, o en almacenamiento y envasado. En varios artículos detallaron como existen métodos físicos y químicos que pueden solucionar la consecuencia del cambio de color, se llegó a la conclusión que entre los diversos tratamientos químicos que aplicaron para prevenir oscurecimiento en la pulpa de banano, el metabisulfito de sodio resultó ser el tratamiento más efectivo, que inhibió el pardeamiento enzimático y previno cambios en todos los atributos de color evaluados instrumentalmente

Por lo tanto, es importante conocer la composición fisicoquímica del banano, el proceso y las condiciones a las cuales va a ser sometido y bajo las cuales se efectúan las reacciones químicas causantes de problemas organolépticos en una mermelada, de manera que estos puedan ser prevenibles y controlables.

7. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Esteve, C.; D'Amato, A.; Marina, M. L.; García, M. C.; Righetti, P. G. In-Depth Proteomic Analysis of Banana (*Musa Spp.*) Fruit with Combinatorial Peptide Ligand Libraries. *Electrophoresis* **2013**, *34* (2), 207–214. <https://doi.org/10.1002/elps.201200389>.
- (2) Elbehri, A.; Calberto, G.; Staver, C.; Hospido, A.; Roibas, L.; Skully, D.; Siles, P.; Arguello, J.; Sotomayor, I.; Bustamante, A. *Cambio Climático y Sostenibilidad Del Banano En El Ecuador: Evaluación de Impacto y Directrices de Política. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura (FAO)*; Roma, Italia, 2015.
- (3) Genitha I, S. P. Comparative Study of Ripe and Unripe Banana Flour during Storage. *J. Food Process. Technol.* **2014**, *5* (11). <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000384>.
- (4) Aimi Azira, S.; Wan Zunairah, W. I.; Nor Afizah, M.; Nor-Khaizura, M. A. R.; Radhiah, S.; Ismail Fitry, M. R.; Nur Hanani, Z. A. Prevention of Browning Reaction in Banana Jam during Storage by Physical and Chemical Treatments. *Food Res.* **2021**, *5* (5), 55–62. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(5\).046](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(5).046).
- (5) Kaur, L.; Dhull, S. B.; Kumar, P.; Singh, A. Banana Starch: Properties, Description, and Modified Variations - A Review. *Int. J. Biol. Macromol.* **2020**, *165*, 2096–2102. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.10.058>.
- (6) Ullah, N.; Ullah, S.; Khan, A.; Ullah, I.; Badshah, S. Preparation and Evaluation of Carrot and Apple Blended Jam. *J. Food Process. Technol.* **2018**, *09* (04), 6. <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000725>.
- (7) Salvador Badui Dergal. *Química de Los Alimentos*, 4th ed.; México, 2006.
- (8) Martinez, Corzo, M.; Corzo, N.; Villamiel, M.; Castillo, M.Dolores, D. *Reacciones de Pardeamiento. Bioquímica Alimentaria y Procesamiento de Alimentos*; 2012. <https://doi.org/doi:10.1002/9781118308035.ch4>.
- (9) Arora, S.; Goraya, R. K.; Siddiqui, S.; Gehlot, R. Influence of Anti-Browning Treatments on Enzymatic Browning, Distinctive Properties, and Microbiological Characteristics of Banana Pulp during Short-Term Frozen Storage. *J. Food Process. Preserv.* **2021**, *45* (3), 1–

15. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15259>.
- (10) Brousse, M.; Linares, R.; Nieto, A. Efecto de La Temperatura de Secado y Concentración Del Inhibidor de Pardeamiento En Purés de Mandioca Deshidratados. *Rev. Cienc. y Tecnol.* **2019**, *31* (31), 89–98.
- (11) Kanwal, N.; Randhawa, M. A.; Iqbal, Z. Influence of Processing Methods and Storage on Physico-Chemical and Antioxidant Properties of Guava Jam. *Int. Food Res. J.* **2017**, *24* (5), 2017–2027.
- (12) Cano, M. P.; De Ancos, B.; Lobo, M. G.; Santos, M. Improvement of Frozen Banana (*Musa Cavendishii*, Cv. Enana) Colour by Blanching: Relationship between Browning, Phenols and Polyphenol Oxidase and Peroxidase Activities. *Eur. Food Res. Technol.* **1997**, *204* (1), 60–65. <https://doi.org/10.1007/s002170050038>.