

ELABORACIÓN DE SORBETES BIODEGRADABLES A BASE DE CÁSCARA DE
PLÁTANO (MUSA PARADISIACA) Y MARACUYÁ (PASSIFLORA EDULIS)
PREPARATION OF BIODEGRADABLE SORBETS BASED ON BANANA PEEL (MUSA
PARADISIACA) AND PASSION FRUIT (PASSIFLORA EDULIS)

Autores: ¹Alexsander Alexis Vargas Mamani, ²Fabiola del Rocío Apaza Paredes, ³Henry Francisco García Ninaja y ⁴Yessenia Danidtzta Gomez Aguilar.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4207-3000>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-3829-7655>

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-5877-5227>

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-8468-1877>

¹E-mail de contacto: aavargasm@unjbg.edu.pe

²E-mail de contacto: fdapazap@unjbg.edu.pe

³E-mail de contacto: hfgarcian@unjbg.edu.pe

⁴E-mail de contacto: ygomez@unjbg.edu.pe

Afiliación: ¹²³⁴Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, (Perú)

Artículo recibido: 30 de Julio del 2024

Artículo revisado: 3 de Agosto del 2024

Artículo aprobado: 10 de Septiembre del 2024

¹Estudiante de la carrera profesional de Ingeniera Ambiental de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, (Perú).

²Estudiante de la carrera profesional de Ingeniera Ambiental de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, (Perú).

³Estudiante de la carrera profesional de Ingeniera Ambiental de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, (Perú).

⁴Catedrática de la carrera profesional de Ingeniera Ambiental de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, (Perú).

Resumen

En la presente investigación se realizaron sorbetes biodegradables a base cáscara de plátano y maracuyá, como una propuesta de solución a la contaminación ambiental que está originando el uso desmedido de sorbetes de plástico. En la elaboración de los sorbetes biodegradables se utilizó ingredientes como la glicerina, agua, almidón de maíz, ácido acético, cáscara de plátano y maracuyá. Los factores evaluados fueron la glicerina y la cantidad de mezcla, que viene siendo la proporción en gramos del producto obtenido de los ingredientes. Los tratamientos usados fueron de 7, 14 y 21 ml de glicerina y en el caso de la cantidad de mezcla fue de 7, 14, 21 y 28 g. Los resultados demostraron que los sorbetes de maracuyá son los que mejor durabilidad tienen con una duración máxima de 1967 segundos con 7 ml de glicerina y 28 g de mezcla, seguido del plátano 1847 segundos con la misma cantidad de glicerina y mezcla, además mediante uso del software Statgraphics se demostró que en el caso de la cáscara de plátano hay una diferencia significativa entre los tratamientos de la cantidad de mezcla, pero no en la cantidad de glicerina. En la cáscara de

maracuyá tanto la cantidad de mezcla como la cantidad de glicerina tienen un efecto significativo en la durabilidad del sorbete. Además, en las pruebas de uso del sorbete se corroboró que los sorbetes de maracuyá alteran el sabor de las bebidas a un sabor cítrico y levemente ácido, pero en la cáscara del plátano no, esta mantiene el sabor original de la bebida.
Palabras clave: Glicerina, Ácido acético, Biodegradable, Sorbetes, Plástico.

Abstract

In this research, biodegradable straws were made from banana peel and passion fruit, as a proposed solution to the environmental pollution caused by the excessive use of plastic straws. Ingredients such as glycerin, water, corn starch, acetic acid, banana peel and passion fruit were used in the preparation of biodegradable straws. The factors evaluated were glycerin and the amount of mixture, which is the proportion in grams of the product obtained from the ingredients. The treatments used were 7, 14 and 21 ml of glycerin and in the case of the amount of mixture it was 7, 14, 21 and 28 g. The results showed that the passion fruit straws had the best durability, with a maximum duration of 1967 seconds with 7 ml of glycerin and 28 g of

mixture, followed by the banana, with 1847 seconds with the same amount of glycerin and mixture. In addition, using the Statgraphics software, it was shown that in the case of the banana peel there was a significant difference between the treatments in the amount of mixture, but not in the amount of glycerin. In the case of the passion fruit peel, both the amount of mixture and the amount of glycerin had a significant effect on the durability of the straw. In addition, in the use tests of the straw, it was confirmed that the passion fruit straws altered the flavor of the drinks to a citrus and slightly acidic flavor, but not in the case of the banana peel, which maintained the original flavor of the drink.

Keywords: Glycerin, Acetic acid, Biodegradable, Straws, Plastic.

Sumário

Nesta pesquisa foram confeccionados canudos biodegradáveis à base de casca de banana e maracujá, como proposta de solução para a poluição ambiental que está causando o uso excessivo de canudos plásticos. Na elaboração dos sorvetes biodegradáveis foram utilizados como materiais glicerina, água, amido de milho, ácido acético, casca de banana e maracujá, mas os fatores avaliados foram a glicerina e a quantidade de mistura, que é a proporção em gramas que será utilizada da mistura resultante de todos os materiais. Os tratamentos utilizados foram 7, 14 e 21 ml de glicerina e no caso da mistura a quantidade foi de 7, 14, 21 e 28 g. Os resultados mostraram que os sorvetes de maracujá apresentam a melhor durabilidade com duração máxima de 1967 segundos com 7 ml de glicerina e 28 g de mistura, seguido do de banana 1847 segundos com a mesma quantidade de glicerina e mistura, também utilizando o software Statgraphics mostrou que no caso da casca de banana há diferença significativa entre os tratamentos na quantidade de mistura mas não na quantidade de glicerina. Na casca do maracujá, tanto a quantidade da mistura quanto a quantidade de glicerina têm efeito significativo na durabilidade do sorvete. Além disso, nos testes de utilização do sorvete, foi confirmado que os sorvetes de maracujá

alteram o sabor das bebidas para um sabor cítrico e levemente ácido, mas não na casca da banana, mantém o sabor original da bebida.

Palavras-chave: Glicerina, Ácido acético, Biodegradável, Canudos, Plástico.

Introducción

A lo largo del tiempo, la contaminación ambiental ha ido en aumento debido a múltiples factores, lo que ha impactado negativamente la calidad del aire, el suelo y el agua. Uno de los principales contaminantes son los hidrocarburos como es el petróleo, del cual se generan diversos productos, entre ellos el plástico. Este material se presenta en diversas formas, como bolsas, recipientes, sorbetes, etc. (López et al., 2020).

Muchos de estos productos están diseñados para un solo uso, y tras ser desechados, a menudo van al ecosistema marino, donde los animales son los más afectados. Los sorbetes de plástico, siendo un producto derivado del petróleo, contribuye al incremento de la contaminación, ya que su proceso de degradación es de cientos de años (Gallardo, 2021). A nivel mundial se utilizan 500 millones de sorbetes y una persona puede usar 38.000 en toda su vida (Almonacid et al., 2019)

Los plásticos y sorbetes derivados del petróleo también están relacionados con los gases de efecto invernadero (GEI) que favorece al calentamiento global que afronta la humanidad en la reciente década, por lo tanto, es importante medir el uso de plásticos a base de petróleo y así minimizar los efectos colaterales que estos conllevan (Márquez y Ortiz, 2023).

En Perú en promedio se usan aproximadamente 30 kilogramos de plástico por ciudadano al año. Asimismo, en Lima Metropolitana y el Callao se generan 886 toneladas de residuos plásticos al día (Moncada et al., 2021)

Además, la administración de residuos sólidos en Perú enfrenta serios desafíos, dado que entre el 65% y el 70% de los residuos municipales recolectados van a los botaderos, mientras que solo alrededor del 20% se envía a rellenos sanitarios. Este manejo inadecuado de desechos se traduce en que muchos de ellos lleguen a las playas, lo que representa un impacto negativo muy visible de la acción humana sobre los ecosistemas marinos (Palomino, 2020).

Una de las formas de amortiguar tal contaminación es utilizando bioplásticos que se pueden reducir por biodegradación, química, fotodegradación o una combinación de algunos de ellos (Nair y Laurencin, 2007). Su fabricación ha ido en aumento ya que hasta 2020, la producción mundial de bioplásticos alcanzó alrededor de 2 mil millones de toneladas, de las cuales 663 millones de toneladas se destinaron a envases y embalajes flexibles (Carrasco, 2021).

Por consiguiente, el objetivo de la presente investigación es elaborar sorbetes biodegradables a base de plátano y maracuyá, y cuantificar su durabilidad en un medio acuoso hasta que se descompongan. Se tendrán en cuenta como factores que alteran su durabilidad la cantidad de glicerina y la proporción de la mezcla.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio de tipo aplicado con un enfoque cuantitativo, en el cual se aplicaron diferentes dosis de glicerina y proporciones de mezcla para medir la durabilidad de los sorbetes en un medio acuoso, como el agua a temperatura ambiente.

El diseño del estudio es experimental, puesto a que la variable independiente es manipulable (cáscara de plátano y cáscara de maracuyá) para elaborar los sorbetes biodegradables,

correspondiendo a una relación de causa y efecto). El cual se llevó a cabo utilizando el software Statgraphics.

Se recolectaron las cáscaras de maracuyá y plátano de las juguerías del mercado de Tacna. Posteriormente, se adquirieron glicerina, maicena y ácido acético en una repostería. Cabe mencionar que la glicerina es de uso alimentario, por lo que los sorbetes que se elaboren serán aptos para el consumo. El procedimiento de elaboración de los sorbetes fue el siguiente: Primeramente, se añadió a la licuadora 130 g de cáscara de (plátano o maracuyá) junto con 250 ml de agua. Luego, en una olla, se incorporaron 50 g de almidón de maíz (maizena), glicerina (7, 14 y 21 ml, según cada tratamiento) y 7 ml de ácido acético (vinagre). Posteriormente se calentó la mezcla a fuego medio durante aproximadamente 5 minutos, moviéndola constantemente. A continuación, se vertió la mezcla de la olla en la licuadora y se licuó durante un minuto. La mezcla resultante se esparció en papel aluminio de acuerdo con las proporciones de 7, 14, 21 y 28 g para la obtención de los sorbetes. Este mismo procedimiento se aplicó tanto para la cáscara de plátano como para la de maracuyá, asegurando la consistencia en la elaboración de los sorbetes.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos de durabilidad con diferentes cáscaras de frutas en base a la glicerina y proporción de mezcla son las siguientes

Tabla 1: Análisis de varianza para la durabilidad (s) de los sorbetes con cascara de plátano.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Cantidad de mezcla (g)	4.20238E6	1	4.20238E6	556.76	0.0000
B: Cantidad de glicerina (ml)	21424.5	1	21424.5	2.84	0.1430
AA	1.09022E6	1	1.09022E6	144.44	0.0000
AB	31809.6	1	31809.6	4.21	0.0859
BB	1700.17	1	1700.17	0.23	0.6518
Error total	45287.2	6	7547.87		
Total (corr.)	5.39282E6	11			

Fuente: Elaboración propia

Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada

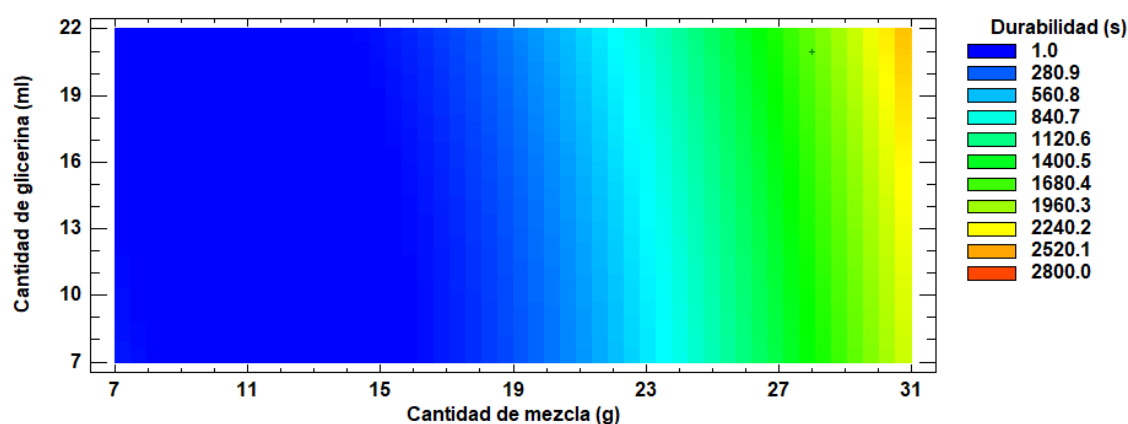


Figura 1. Superficie de respuesta estimada para la durabilidad (s) de los sorbetes con la cáscara de plátano

Fuente: Elaboración propia

Procesamiento de análisis

En la tabla 1, se muestra un análisis de varianza (ANOVA) que evalúa la durabilidad de un producto en función de la cantidad de mezcla y glicerina, así como sus interacciones. Los resultados indican que la cantidad de mezcla (g) tiene un efecto significativo en la durabilidad del sorbete con cascara de plátano, con un valor-P de 0.0000, mientras que la cantidad de glicerina (ml) no es significativa, con un valor-P de 0.1430. Además, la interacción entre las variables muestra un valor-P de 0.0000, sugiriendo que también es relevante. En resumen, la cantidad de mezcla es notable para la durabilidad del producto, mientras que la cantidad de glicerina no parece influir notablemente.

En la figura 1, las áreas de color azul representan las durabilidades bajas, mientras que los colores más cálidos, como el amarillo y el rojo, representan durabilidades más altas. Se observa que a medida que aumenta la cantidad de mezcla y, en menor medida, la cantidad de glicerina, la durabilidad tiende a incrementarse. Esto sugiere que una mayor cantidad de mezcla contribuye significativamente a la durabilidad de las cáscaras, alineándose con los resultados del análisis de varianza. La información visualizada en el gráfico permite identificar las combinaciones óptimas de estos dos factores para maximizar la durabilidad.

Tabla 2 Análisis de varianza para la durabilidad (s) del sorbete con cascara de maracuyá

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Cantidad de mezcla (g)	4.30087E6	1	4.30087E6	976.93	0.0000
B: Cantidad de glicerina (ml)	193442.	1	193442.	43.94	0.0006
AA	609301.	1	609301.	138.40	0.0000
AB	179024.	1	179024.	40.67	0.0007
BB	37.5	1	37.5	0.01	0.9295
Error total	26414.5	6	4402.42		
Total (corr.)	5.30909E6	11			

Nota. Elaboración propia

Diagrama de Pareto Estandarizada para Durabilidad (s)

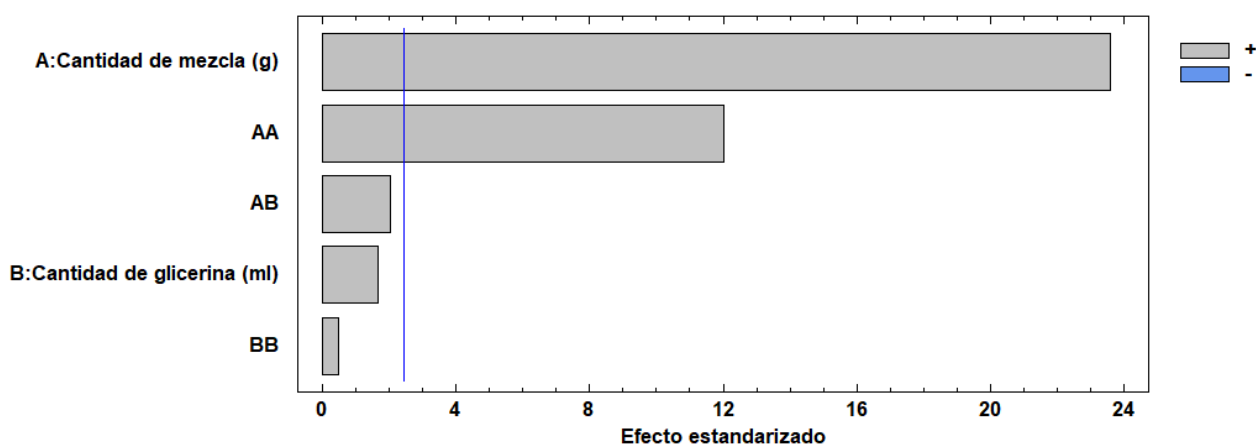


Figura 2. Diagrama de Pareto estandarizada para la durabilidad (s) de los sorbetes con la cáscara de plátano

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2, presentada corresponde a un análisis de varianza (ANOVA) realizado para evaluar la durabilidad del sorbete elaborado con cáscara de maracuyá. Se analizan dos factores: la cantidad de mezcla (g) y la cantidad de glicerina (ml). Se muestran las sumas de cuadrados, grados de libertad, cuadrados medios, razones F y valores P para cada factor y su interacción. Los resultados muestran que tanto la cantidad de mezcla (Valor P = 0.0000) como la cantidad de glicerina (Valor P = 0.0006) tienen un efecto significativo en la durabilidad del sorbete, lo que indica que las variaciones en estos factores impactan de manera notable en la calidad del producto final. La tabla también incluye un total de errores, proporcionando un contexto completo del análisis realizado.

En la figura 2, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado que representa la influencia significativa de la cantidad de mezcla en la durabilidad de las cáscaras de plátano. La barra correspondiente a este factor es la más larga, indicando que su aumento puede mejorar notablemente la durabilidad. Aunque las interacciones específicas (AA y AB) también muestran un impacto, son menos relevantes en comparación con la cantidad de mezcla. Por otro lado, la cantidad de glicerina presenta un efecto mínimo, sugiriendo que no es un factor crítico en este contexto. La línea de referencia en el gráfico destaca que solo la cantidad de mezcla y sus interacciones son significativas, lo que proporciona una guía clara para optimizar la durabilidad en futuras formulaciones.

Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada

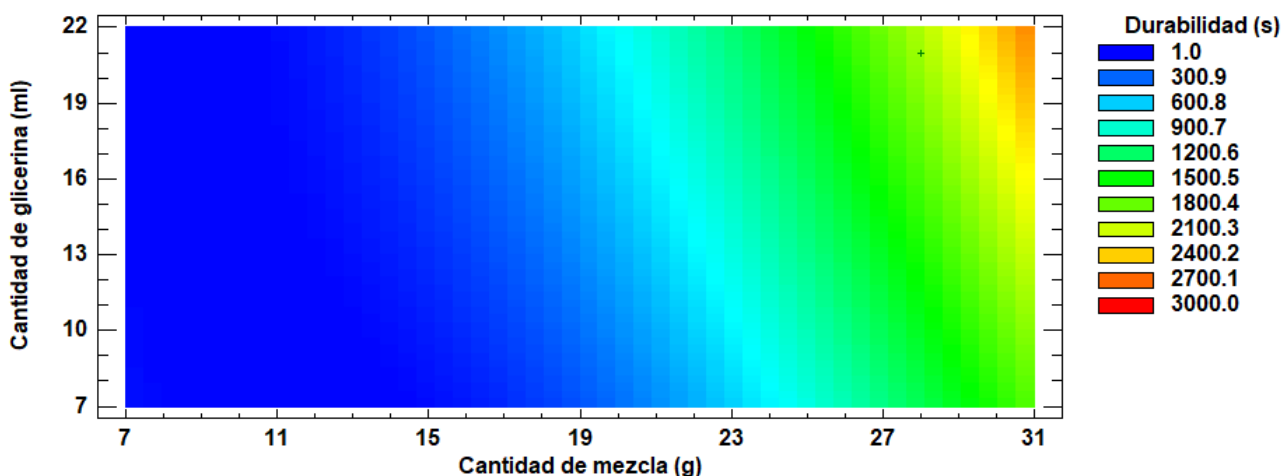


Figura 3 Superficie de respuesta estimada para la durabilidad (s) de los sorbetes con la cáscara de maracuyá
Fuente: Elaboración propia

Diagrama de Pareto Estandarizada para Durabilidad (s)

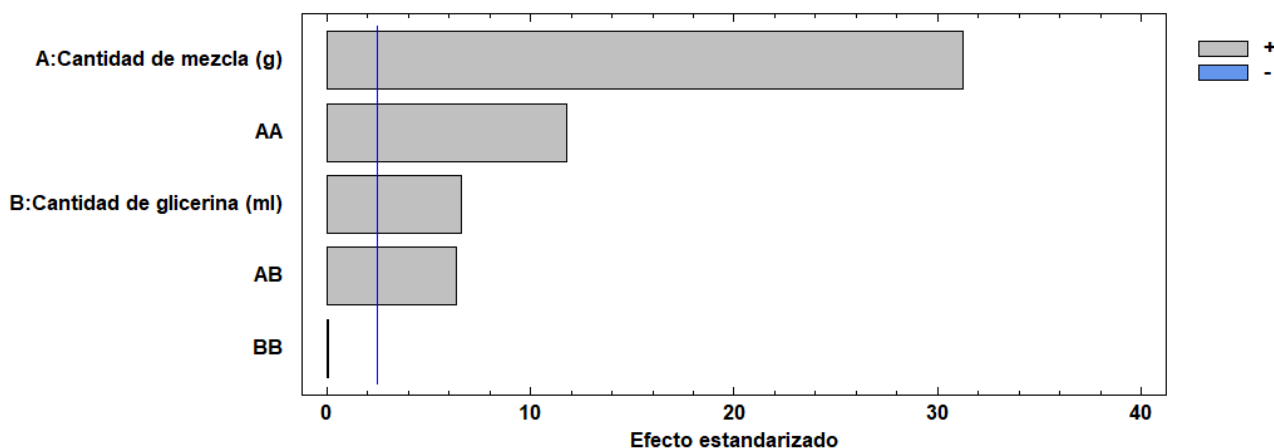


Figura 4 Diagrama de Pareto estandarizada para la durabilidad (s) de los sorbetes con la cáscara de maracuyá
Fuente: Elaboración propia

En la figura 3, presenta una superficie de respuesta estimada que muestra la durabilidad de los sorbetes elaborados con cáscara de maracuyá, en función de la cantidad de mezcla (7 a 31 g) y la cantidad de glicerina (7 a 22 ml). Los colores indican que las durabilidades más bajas se encuentran en las áreas azules, mientras que las más altas se reflejan en tonos cálidos,

como el rojo y el amarillo, sugiriendo que a medida que aumentan tanto la mezcla como la glicerina, la durabilidad del sorbete también incrementa. Las líneas de contorno facilitan la visualización de estas relaciones, lo que puede ser clave para optimizar la formulación y mejorar la calidad del producto.

En la figura 4, se muestra el diagrama de pareto estandarizado para la durabilidad de los sorbetes elaborados con cáscara de maracuyá muestra que la cantidad de mezcla (g) tiene el mayor efecto positivo en la durabilidad, superando significativamente a otros factores, como la cantidad de glicerina (ml). Los efectos estandarizados indican que la variación en la cantidad de mezcla es el principal contribuyente a mejorar la durabilidad de los sorbetes, mientras que la cantidad de glicerina tiene un impacto menor.

Huayhua, et al. (2019) menciona que los sorbetes al estar elaborados con materiales orgánicos son una fuente renovable, ya que al final de su vida útil son biodegradados en un corto periodo por microorganismos, y pueden, ser utilizados como abono orgánico para las plantas de tal manera que, se minimiza los impactos de nuestro ambiente.

Según Carrasco (2021), en su estudio titulado "Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*", se determina que la composición óptima para la elaboración de bioplásticos en sorbetes incluye 20 g de residuos lignocelulósicos, 30 g de pectina, 6 g de maicena, 6 ml de vinagre blanco, 6 ml de glicerina, 130 ml de agua destilada, 0.50 g de canela en polvo y 1.2 g de colorante en polvo. Esta formulación cumple con las propiedades necesarias para un sorbete, lo que demuestra que es posible elaborar sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*.

En nuestra investigación, se utilizó 7, 14 y 21 ml de glicerina, 130 g de cáscara de plátano o maracuyá, 250 ml de agua, 50 g de maicena y 7 ml de ácido acético. Esto confirma que la elaboración de sorbetes biodegradables es

viable tanto con la cáscara de maracuyá como con la de plátano.

La cáscara de plátano es biodegradable, como demuestra la investigación de Chuquista et al. (2020), que buscó desarrollar bioplásticos a partir de la cáscara de *Musa paradisiaca*. En su estudio, recolectaron 2,5 kg de plátano, obteniendo 468 gramos de cáscara, que se combinó con glicerina, agua, maicena, vinagre blanco y, opcionalmente, colorante. Esta mezcla se secó durante 24 horas en una malla de serigrafía. Para evaluar la biodegradabilidad, se colocaron tres muestras de 5 cm en agua, suelo húmedo y temperatura ambiente. Al séptimo día, la muestra en agua se rompió, la de suelo húmedo mostró una degradación mínima y la de temperatura ambiente no presentó signos de degradación.

Conclusiones

La investigación realizada ha demostrado la viabilidad de elaborar sorbetes biodegradables a partir de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) y maracuyá (*Passiflora edulis*), contribuyendo a la búsqueda de alternativas sostenibles frente a la creciente contaminación plástica. Los resultados indican que los sorbetes de maracuyá presentan una durabilidad superior en comparación con los de plátano, alcanzando un tiempo máximo de 1,967 segundos, lo que sugiere que la elección de ingredientes y sus proporciones son factores determinantes en la calidad del producto final.

Además, se observó que el sorbete de maracuyá altera el sabor de las bebidas, aportando un toque cítrico, mientras que el sorbete de plátano mantiene el sabor original, lo que puede influir en la aceptación del consumidor. Este estudio no solo resalta la importancia de desarrollar productos biodegradables, sino que también promueve el uso responsable de residuos orgánicos, contribuyendo a la reducción del

impacto ambiental asociado con los plásticos de un solo uso. La elaboración de sorbetes biodegradables a partir de cáscaras de frutas representa una solución innovadora y sostenible que puede ser implementada en la industria alimentaria, fomentando prácticas más responsables hacia el medio ambiente.

Referencias Bibliográficas

- Almonacid Ayala, A., Avellaneda Gonzalo, D., Ramos Herrera, M., Riveros Rojas, J., Soras Cuyutupa, M., & Suaña Ramos, K. (2019). La mala costumbre del uso de los sorbetes de plástico en el distrito de Huancayo. *Recopilado de* https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7515/1/DO_UC_CE_INF_2019.pdf
- Carrasco Palma, L. (2021). Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de residuos lignocelulósicos de *Bertholletia excelsa*, Lima, 2021. *Recopilado de* <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85138>
- Chuquista Gutiérrez, A., & Uriarte Chapañan, J. (2020). Elaboración de bioplástico usando la cáscara de *Musa*× *paradisiaca* (plátano) recolectada del mercado Modelo, Chiclayo. *Recopilado de* <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50267>
- Gallardo Bravo, V., & Velásquez Ruiz, A. (2021). Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de cáscara de *Mangifera indica* y *Vitis vinífera*. *Recopilado de* <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67476>
- Huayhua Flores, A., Juárez Aguilar, L., Salazar Ostos, E., & Suarez Gutiérrez, R. (2020). Fabricación y comercialización de sorbetes biodegradables a base de almidón de papa. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/public>

[ation/4eb49c9b-d692-45a1-94592dbfcb8f1be2](https://repositorio.usil.edu.pe/entities/public/4eb49c9b-d692-45a1-94592dbfcb8f1be2)

- López Aguirre, J., Pomaquero Yuquilema, J., y López Salazar, J. (2020). Análisis de la contaminación ambiental por plásticos en la ciudad de Riobamba. [Online]. 2020. Vol. 5, 12, págs. 725-742.
- Márquez Villar, J., & Ortiz Pardo, A. (2023). Elaboración de sorbetes biodegradables a base de cáscara de *Solanum tuberosum* y bagazo de *Glycine max*. *Recopilado de* <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112260>
- Moncada, L., & Janeth, A. (2021). Elaboración y caracterización de biopelículas a base de una mezcla de almidón de maíz-papa, sorbitol y aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). *Recopilado de* <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/9f9d025c-8daa-4610-aafe-3c6fc572b54b/content>
- Nair, S., Laurencin, T. (2007). Biodegradable polymers as biomaterials. *Prog Polym Sci.* 32(8): 762-798. *Recopilación de* https://yunus.hacettepe.edu.tr/~damlacetin/kmu407/index_dosyalar/4.%20makale.pdf
- Palomino, C. (2020). Contaminación por microplásticos un problema invisible. *Recopilado de* <https://blogs.usil.edu.pe/sostenibilidad/contaminacion-por-microplasticos-un-problema-invisible#:~:text=La%20gesti%C3%B3n%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos,tiene%20como%20destinos%20rellenos%20sanitarios>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Alexsander Alexis Vargas Mamani, Fabiola Del Rocio Apaza Paredes Henry Francisco García Ninaja y Yessenia Danidtzá Gómez Aguilar.

