

# Valoración del potencial antimicrobiano de extractos de hojas de mango y ajos como elementos integrales de biopelículas para recubrimiento de tomates

## Assessment of the antimicrobial potential of mango leaves and garlic extracts as integral elements of biofilms for tomato coating

Yaneris Velásquez<sup>1</sup>, Ricardo Wong<sup>1</sup> y Jhonny Correa<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ciencias y Tecnología, Panamá

**Fecha de recepción:** 28 de agosto de 2023. **Fecha de aceptación:** 10 de enero de 2024.

**\*Autor de correspondencia:** [jhonny.correa@utp.ac.pa](mailto:jhonny.correa@utp.ac.pa)

**Resumen.** El tomate es un fruto climatérico popular que tiene una vida útil corta y puede beneficiarse de métodos de preservación postcosecha por medio de bioplásticos que no contribuyan al incremento de desechos plásticos. La adición de extractos de hoja de árbol de mango y el ajo a las formulaciones de bioplástico se evaluaron en este estudio en busca de alternativas para ayudar a combatir el crecimiento de microorganismos y así contribuir a mejorar la preservación del tomate. Para esto, se elaboraron bioplástico a diferentes concentraciones a base de almidón y extractos acuosos y etanólicos de hoja de árbol de mango y de ajo. La efectividad de los recubrimientos sobre la preservación de los tomates se monitoreó siguiendo la pérdida de peso, los cambios en apariencia de la superficie y en la maduración a través de los días. Los resultados muestran que el recubrimiento con bioplástico crea una capa húmeda que no favorece la preservación del tomate, acelerando el deterioro por acción fúngica. Sin embargo, la presencia de extracto de hojas de árbol de mango en el bioplástico disminuyó el efecto negativo del recubrimiento e hizo posible apreciar un retardo en la maduración de los tomates; no obstante, el mejor aspecto de los tomates fue en ausencia de recubrimiento.

**Palabras clave.** Almidón, bioplástico, extracto de hoja de árbol de mango, tomate.

**Abstract.** Tomato is a popular climacteric fruit that has a short shelf life and can benefit from postharvest preservation methods using bioplastics that do not contribute to increased plastic waste. The addition of mango tree leaf and garlic extracts to the bioplastic is presented as an alternative to combat the growth of microorganisms in the preservation of tomato. The present study seeks to evaluate the effect of the incorporation of mango leaves and garlic in the formulation of a bioplastic that, when applied as a coating to tomatoes, contributes to their preservation. For this, bioplastic, based on starch and aqueous or ethanolic extracts of mango tree leaves and garlic, were made at different concentrations. The effectiveness of the coatings on the preservation of tomatoes was monitored by following the weight loss, the changes in their surface appearance and ripening, over the days. The results show that the coating with bioplastic develops a humidity reach layer that does not favor the preservation of tomato, does accelerating the fungal mediated deterioration. However, the presence of mango tree leaves extract in the bioplastic decreases the negative effect of the coating and made it possible to appreciate a delay in the ripening of tomatoes; nevertheless, the best appearance of the tomatoes was in the absence of coating.

**Keywords.** Starch, bioplastic, mango leaf extract, tomato.

## 1. Introducción

La producción mundial en peso de tomate le resalta entre los primeros lugares comparado con las demás frutas y vegetales, lo que indirectamente es indicativo de su importancia en la nutrición y en la economía [1]. La última década se ha caracterizado por múltiples esfuerzos dirigidos al incremento de la producción de tomate y aunque la producción aumentó, el beneficio esperado no tuvo la efectividad prevista debido a las pérdidas postcosecha de tomate. Esto ha resaltado la necesidad de investigaciones enfocadas en extender la vida útil del tomate cosechado [2]. En 2016 se reportó en Panamá que, en los mercados de abastos de San Felipe Neri y en el de Mariscos, se generó un total aproximado de 47 toneladas de desechos por día (aproximadamente 14% de todos los desechos alimentarios de la ciudad de Panamá) [3], mientras que, algunos comerciantes de Merca Panamá, consultados el año 2021 por los autores de este artículo, destacaron el tomate como uno de los productos que más se pierde en estas instalaciones, resaltando la necesidad de una mejor estrategia de preservación de este producto.

El empaquetamiento de frutas y vegetales en plásticos sintéticos derivados del petróleo ayuda a que se conserven por más tiempo; sin embargo, estos plásticos contribuyen a la contaminación debido al extenso periodo (50 años o más) requerido para su completa degradación [4], un problema muy preocupante sustentado por hechos como el que, en el 2019, la producción global de plástico alcanzó aproximadamente 370 millones de toneladas [5].

Como respuesta al problema de contaminación con los materiales plásticos, se han realizado estudios sobre la elaboración de plásticos biodegradables (bioplásticos) de fuentes orgánicas. Se han realizado bioplásticos a base de almidón de distintas fuentes, como de semillas de mango [6], de cáscara de plátano [7], de cáscara de papa [8], y de yuca [9]. En particular, se ha elaborado bioplástico a base de almidón, arcilla y ajo para preservar papaya [10]. En relación al foco de investigación en este estudio, se han publicado análisis sobre películas biodegradables para recubrimiento del tomate a base de ácido poliláctico, almidón, celulosa, quitosano y proteínas; de éstos, los componentes varían la versatilidad de las películas para la correcta homogeneidad y laminación del recubrimiento, influyen en la detección de su deterioro, en su capacidad de inhibición de la actividad microbiana, de resistencia al calor, de permeación a electrolitos y humedad, de reducción de la oxidación, en la biocompatibilidad, y en otros aspectos indispensables a considerar para la utilización de estos bioplásticos en el recubrimiento de tomates [11].

Diversos estudios han demostrado el potencial farmacológico de algunas de las partes del árbol de *M. indica* L. (hojas, cortezas, cáscara y pulpa de frutas, semilla, raíces y flores), ya que estas poseen propiedades

anticancerígenas, antiinflamatorias, antidiabéticas, antioxidantes, antibacterianas, antifúngicas, antihelmínticas, gastroprotectoras, hepatoprotectoras, inmunomoduladoras, antiplasmodiales, antihiperlipémicas, inmunoestimulantes y antihiperalgésicas. Con relación a la composición química de *M. indica* L., se han reportado varios constituyentes bioactivos como polifenoles, terpenos, esteroides, carotenoides, vitaminas y aminoácidos, entre otros [12]. Olasehinde [13], demostraron una importante actividad antimicrobiana de extractos acuosos y etanólicos de hojas de mango contra bacterias y hongos patógenos a humanos y el potencial del extracto en alimentos bien acogido por su uso en la medicina tradicional lo que implica una baja toxicidad [14].

Siendo que la actividad antimicrobiana de las hojas de mango está bien documentada, el presente estudio busca ensayar la manera de aprovechar esa actividad mediante la incorporación de extractos de hojas de mango en materiales bioplásticos a base de almidón y utilizarlos para el recubrimiento de tomates, a fin de valorar su efectividad en la preservación del fruto, con la menor cantidad de pasos posibles para disminuir los costos y así obtener luces acerca del potencial de estas metodologías en aplicaciones industriales de bajo costo.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Materia prima

Los tomates verdes (32 unidades, tamaño 3x3, grado de maduración: *green* o 1 de acuerdo con la escala de color para denotar el grado de maduración de tomates de la USDA [15], y los ajos (300 g) se obtuvieron del Mercado de Abastos de Panamá. Las hojas del árbol de mango se obtuvieron de los árboles de la localidad de la ciudad. Los ajos son utilizados como control positivo, por su efectividad como agente antimicrobiano [10].

Los tomates y las hojas fueron desinfectadas utilizando lejía marca Clorox que contiene hipoclorito de sodio al 3.5% e hidróxido de sodio al 0.3%. De acuerdo con las indicaciones del fabricante: se lavaron las frutas y hojas con agua a fondo; se preparó una solución de una cucharadita y media (7.5 ml) de Clorox en 10 litros de agua; se remojaron las frutas y hojas por dos minutos; se enjuagaron; y se secaron al aire.

### 2.2 Obtención de extractos

#### 2.2.1 Extracción acuosa

Extracto de hojas de mango: Las hojas de mango frescas (420 g) se fragmentaron poco a poco en tandas de 60 g en agua hasta alcanzar un total de 800 ml, mediante una licuadora (Black & Decker, BL2352P). El licuado fue filtrado a través de un filtro de tela, y los residuos de las hojas retenidos en el filtro fueron recuperados para una segunda extracción con

etanol. El extracto fue nuevamente filtrado al vacío con un filtro de papel para café (Durán Café Puro, Filter Pure, tamaño 3.25 pulgadas, base: 8-12).

Extracto de ajo: Para el extracto de ajo, se pesaron 300 g de ajos pelados y se licuaron a temperatura ambiente con 575 ml de agua. El extracto obtenido se filtró primero utilizando filtro de tela y luego se le aplicó también filtración al vacío.

### 2.2.2 Extracción con etanol

El residuo de hojas de árbol de mango retenidos en la tela durante la extracción acuosa se mezcló con etanol al 70% (600 ml) en la licuadora (BLACK & DECKER, BL2352P). El licuado fue filtrado primero a través de un filtro de tela, y posteriormente, aplicando vacío, por un filtro de papel para café (Durán Café Puro, Filter Pure, tamaño 3.25 pulgadas, base: 8-12). A continuación, el etanol fue removido por evaporación al vacío a 66°C utilizando un evaporador rotatorio (BÜCHI, R-210 con baño B-491).

### 2.3 Determinación de concentración de extractos

De cada extracto obtenido, 50 ml fueron transferidos a vasos químicos previamente pesados en una balanza analítica. Los vasos con los extractos fueron expuestos al calor de platoscalientes (IKA, C-MAG HS 7) hasta completa evaporación de la fase líquida. La masa en 50 ml de extracto fue obtenida por diferencia de pesos y las concentraciones expresadas en porcentaje de masa total de extracto/volumen.

### 2.4 Elaboración de bioplástico y recubrimiento

Se realizaron los siguientes bioplásticos para cada ensayo: el ensayo denotado **A** no contiene bioplástico; el **B** contiene bioplástico simple sin extracto; el bioplástico **C** contiene extracto acuoso diluido de hoja de árbol de mango; el bioplástico **D** contiene extracto acuoso no diluido de hoja de árbol de mango; el bioplástico **E** contiene extracto con etanol diluido de hoja de árbol de mango; el bioplástico **F** contiene extracto con etanol no diluido de hoja de árbol de mango; el bioplástico **G** contiene extractoacuoso diluido de ajo; y el bioplástico **H** contiene extracto acuoso no diluido de ajo. La composición de todos los ensayos se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Componente de los bioplásticos en 300 ml de formulación

Ensayo	A	B	C	D	E	F	G	H
Almidón (g)	0	9	9	9	9	9	9	9
Glicerol (ml)	0	15	15	15	15	15	15	15
Agua hasta 300 ml	0	285	185	0	185	0	185	0
V <sub>extracto</sub> (ml)*	0	0	100	285	100	285	100	285
Concentración final Extracto (mg/ml)	0	0	13	38	12	35	48	136

Nota: \*El tipo de extracto se detalla en el párrafo que precede la Tabla 1.

Se colocaron los líquidos de cada bioplástico descrito arriba, en distintos vasos químicos y se calentaron en platos. Al alcanzar los 75°C aproximadamente, se incorporó el almidón. Cuando la mezcla alcanzó los 95°C aproximadamente, se incorporó el glicerol. Se siguió mezclando y calentando hasta adquirir una consistencia viscosa. Luego, fueron removidos del plato caliente y se dejaron enfriar hasta temperatura ambiente. Para su aplicación como recubrimiento, los bioplásticos fueron enfriados por unos minutos en el congelador, incrementando así su viscosidad. Posteriormente, fueron vertidos en platos hondos. Para cada bioplástico elaborado, cuatro tomates fueron introducidos en cada formulación de bioplástico, girándoles, procurando que la superficie completa quedase cubierta. Una vez cubiertos, fueron colocados con la sección del pedúnculo hacia abajo en bandejas y se dejaron secar por 24 horas, al cabo de las cuales se realizó una inspección, se voltearon, y se continuó el secado por dos días más.

Por cada grupo de bioplástico a investigar, 4 tomates fueron recubiertos y denotados por la misma letra del bioplástico aplicado (tabla 1).

### 2.5 Determinación de cambios físicos de los tomates

Los tomates recubiertos se mantuvieron en un espacio con aire acondicionado a una temperatura aproximada de 22°C y fueron pesados con una balanza (OHAUS, Valor 1000 V11P15), por un periodo de nueve días, tomando el día de recubrimiento con bioplástico como día cero. La pérdida de masa se calculó en base a la ecuación 1.

$$\% \text{ pérdida de masa} = \frac{m_0 - m_i}{m_0} \times 100\% \quad (1)$$

Donde la variable  $m_0$  indica la masa inicial del tomate con recubrimiento, y la variable  $m_i$  indica la masa del tomate en el día  $i$ .

La apariencia superficial de los tomates fue evaluada visualmente por cambios de coloración y en aspectos como crecimiento de microorganismos, hundimiento de la piel, y aparición de manchas.

## 3. Resultados y discusión

### 3.1 Concentraciones de extractos

Las concentraciones resultantes en los extractos de hojas de mango y ajo utilizadas en la formulación de los bioplásticos de la tabla 1 se indican en la tabla 2.

Tabla 2. Solutos extraídos de 420 g de hojas de mango y 300 g de ajo.

Extracto	Hoja de mango		Ajo
	Acuoso	Etanol	Acuoso
Masa (g) en 50 ml	2.0	1.9	7.2
Concentración (%m/v)	4.0	3.7	14.4

La masa extraída de las hojas con agua es similar a la masa de metabolitos extraída con etanol. Sin embargo, la masa extraída del ajo es más de 3.5 veces mayor que la masa obtenida de las hojas, lo que nos indica que el ajo es más rico en compuestos hidrosolubles que las hojas de mango. Esta diferencia influyó en la cantidad de masa de solutos aportada por los extractos presentes al momento de la elaboración del bioplástico (tabla 1), los cuales resultaron en las siguientes concentraciones finales (mg/ml): **A** (0, sin bioplástico), **B** (0, bioplástico simple), **C** (13), **D** (38), **E** (12), **F** (35), **G** (48), y **H** (136). En consecuencia, al tener más sólidos disueltos, los bioplásticos **G** y **H** mostraron una viscosidad notablemente mayor, comparado con las formulaciones del bioplástico simple o con extracto de hoja de mango.

### 3.2 Facilidad de aplicación de los recubrimientos

Los bioplásticos **B**, **C** y **E** presentaron mayor dificultad para mantener el recubrimiento. La dificultad consistía en la poca adherencia entre el material bioplástico y la superficie del tomate (epicarpio). Esto se puede explicar en función de la baja densidad de sólidos disueltos presentes en las formulaciones (0 mg/ml, 13 mg/ml y 12 mg/ml, respectivamente). Al contrario, el recubrimiento con bioplásticos fue más sencillo en los otros casos, debido a su mayor adhesión al epicarpio.

### 3.3 Cambios en los tomates

La apariencia de los tomates durante el periodo de estudio con recubrimiento se muestra en la figura 1. Como se puede apreciar los tomates se preservaron en mejor estado en ausencia de recubrimiento (figura 1A).

Ensayos	Días		
	1	5	9
<b>A</b>			
<b>B</b>			
<b>C</b>			
<b>D</b>			
<b>E</b>			
<b>F</b>			
<b>G</b>			
<b>H</b>			

Figura 1. Apariencia en el tiempo registrada en tomates recubiertos con los bioplásticos generados con las formulaciones indicadas en la tabla 1.

Como se mencionó en la sección 3.2, los recubrimientos con la formulación **B**, bioplástico simple, la cual fue la menos efectiva en aplicarse, resultó en una mejor preservación en comparación con los tomates recubiertos con las otras formulaciones (figura 1B vs figura 2C-H). El bioplástico simple **B** no mostró un efecto en mantener la coloración verde debido a la dificultad en la adherencia a la superficie de los tomates, que generó un recubrimiento casi nulo, y en cuyo caso mostró gran similitud con los controles sin recubrimiento, **A**. La aplicación de los recubrimientos **C** a **H** (figura 1) evaluados el día cinco sugieren un ligero retardo en la maduración debido a la prevalencia del color verde, lo cual está de acuerdo con los efectos reportados para los recubrimientos en papayas [10]; particularmente las formulaciones **G** y **H**, que, aunque fueron las que se mantuvieron más verdes (green 2), sorpresivamente fueron las primeras en deteriorarse. Aparentemente, por el crecimiento de microorganismos en la zona del pedúnculo, posiblemente favorecido por la humedad generada en esta zona por el recubrimiento. Entre estos microorganismos, la presencia de hongos fue fácilmente deducida por la presencia de filamentos blanquecinos en la zona, como se ilustra en la figura 2.



Figura 2. Ejemplar de tomate de ensayo **G** transcurridos cinco días de recubrimiento.

En cuanto a la pérdida de peso, los tomates recubiertos con bioplástico mostraron mayores pérdidas en relación con el control negativo, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Pérdida de peso transcurridos nueve días de recubrimiento

Ensayos	A	B	C	D	E	F	G	H
%	2.3± 0.2	3.1± 0.8	2.7± 0.2	3.4± 0.5	3.4± 0.6	3.2± 0.7	ND*	ND*
N	4	2	3	4	3	3	ND*	ND*

\*ND: No determinado.

No se apreció una diferencia de peso importante entre los ensayos con recubrimiento. La mayor pérdida de peso está asociada al agua en formulaciones bioplásticas al momento de la aplicación, las cuales al secarse durante el periodo de monitoreo pierden agua, por lo que se propone que no es pérdida de peso asociada a humedad de los frutos.

Se observó que el recubrimiento de los tomates con bioplásticos con mayor cantidad de extractos de todos los tipos se mantenía con un aspecto pegajoso al contacto con superficies luego de pasado los nueve días. Sin embargo, en los tomates con extractos diluidos esta característica era menos perceptible, y la pérdida por desprendimiento de bioplástico en superficies era menor. Esto nos sugiere que la incorporación de mayor cantidad de extractos presenta dificultades al momento de obtener un recubrimiento adecuado ya que mantiene mayor cantidad de humedad, en comparación con los que tenían extractos diluidos.

Al noveno día, los tomates **C** y **D** presentaron crecimiento de puntos blancos semejantes a colonias de hongos. Sin embargo, tal crecimiento no se observó en tomates **E** y **F**. Esto sugiere la presencia de metabolitos efectivos incorporados a los bioplásticos con formulación de extracto etanólico que ayudan en la preservación contra microorganismos. Así pues, se concluye el estudio motivando a ampliar las investigaciones para optimizar el proceso de recubrimiento enfocándose en los extractos etanólicos como parte de la formulación.

Otro crecimiento de hongo se observó al transcurrir el quinto día en un tomate recubierto con **E**, mostrado en la figura 3, y uno de estos también fue retirado por hundimiento y pérdida de firmeza al sexto día. Un tomate recubierto con **F** presentó crecimiento de hongo en el séptimo día, como se ve en la figura 4.



Figura 3. Crecimiento de hongo en tomate con recubrimiento **E**.

En el caso de tomates recubiertos con bioplástico simple, figura 2B, al transcurrir seis días, un tomate fue retirado por presentar hendidura y pérdida de firmeza en una región del tomate; y al séptimo día, se retiró otro por tener una apariencia no aceptable. Para el caso de los tomates recubiertos con **C**, un tomate fue retirado en el quinto día por presentar una abertura, donde se salía el líquido del fruto.

En la apariencia interna del fruto al noveno día, como se muestra en la figura 5, los frutos de los ensayos A-F mantuvieron



**Figura 4.** Crecimiento de hongo en tomate con recubrimiento F.



**Figura 5.** Aspecto interno de tomates, en la fila superior están los tomates A, y B; en la fila intermedia, C y D; y en la fila de abajo, E y F, izquierda y derecha, respectivamente.

#### 4. Conclusiones

Los extractos de hojas de mango mostraron proporcionar antimicrobianos al recubrimiento, entendiéndose que el extracto etanólico tiene mejor prospectiva en la preservación de tomates. No obstante, ninguno de los extractos utilizados, ni de hojas de mango ni de ajos, fue convincente en propiedades antifúngicas y es claro que es necesario incorporar sustancias antifúngicas potentes en estos procedimientos de recubrimientos con bioplásticos de gran humedad, en consecuencia, una concentración alta de extracto en el bioplástico lleva a la degradación fúngica de los tomates. El incremento en la concentración de extractos resulta en bioplásticos con mayor viscosidad, adhesión y retienen mayor humedad. Se motiva continuar estudios para optimizar el proceso de recubrimiento enfocándose en los extractos etanólicos, en combinación con antifúngicos como parte de la formulación.

buena integridad y no hubo diferencias significativas en apariencia o firmeza al tacto entre los tomates.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores extienden un profundo agradecimiento al personal encargado del manejo de laboratorios para Ingeniería en Alimentos y Química, de la Facultad de Ciencias y Tecnología, por facilitar el acceso y el uso de estos en el desarrollo de esta investigación.

#### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

#### REFERENCIAS

- [1] I. Kojo Arahm G. K. Ahorbo, E. Kosi Anku, E. Kodzo Kumah, and H. Amglo, "Postharvest handling practices and treatment methods for Tomato handlers in developing countries: A mini review," *Advances in Agriculture*, vol. 2016, pp. 1-8, 2016, doi: 10.1155/2016/6436945.
- [2] O.B. Ayomide, O.O. Ajayi, and A.A. Ajayi, "Advances in the development of a tomato postharvest storage system: Towards eradicating postharvest losses," *J. Phys: Conf. Ser.*, vol. 1378, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1378/2/022064.
- [3] H. Bird, and K. Patterson, "Plan de acción de desechos alimentarios en la ciudad de Panamá," WRAP, RCY116, 2016. [Online]. Available: <https://basuracero.mupa.gob.pa/wp-content/uploads/2018/03/Plan-de-accion-de-residuos-de-alimentos.pdf>
- [4] H. K. Webb, A. Arnott, R.J. Crawford, and E.P. Ivanova, "Plastic Degradation and Its Environmental Implications with Special Reference to Poly(ethylene terephthalate)," *Polymers*, vol. 5, no. 1, pp. 1-18, 2012, doi: 10.3390/polym5010001.
- [5] Plastics Europe, "Plastics – the Facts 2020: An analysis of European plastics production, demand and waste data," 2020. [Online]. Available: [www.plasticseurope.org/en/resources/publications/4312-plastics-facts-2020](http://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/4312-plastics-facts-2020)
- [6] I. Ruiloba, M. Li, R. Quintero, and J. Correa, "Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango," *RIC*, vol. 4, pp. 28-32, 2016, doi: 10.33412/rev-ric.v4.0.1815.
- [7] G. V. Iber, "Determinación de concentración óptima de ácido acético – glicerol en la elaboración de plástico biodegradable a partir de almidón de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en Pucallpa," tesis, Escuela Académico Profesional de Ing. Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Univ. Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú, 2017.
- [8] J. M. Guamán, "Obtención de bioplástico biodegradable a partir de almidón de cascara de papa para su aplicación industrial," tesis, Escuela de Ing. Química, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2019.
- [9] G. R. Avilés, "Polímeros biodegradables a partir de almidón de yuca," tesis, ICIPC, Univ. EAFTI, Medellín, Colombia, 2005.

- [10] M. Batista, N. Aldonado, Y. Moreno, L. Solís, R. Quintero, and J. Correa, "Preservación postcosecha de *Carica papaya* L. por recubrimiento con bioplástico desarrollado a partir de almidón, arcilla y ajo," *RIC*, vol. 5, pp. 9-13, 2019, doi: 10.33412/rev-ric.v5.0.2362.
- [11] S.M., Chisenga, G.N. Tolesa, and T.S. Workneh, "Biodegradable food packaging materials and prospects of the fourth industrial revolution for Tomato fruit and product handling," *Int. J. of Food Science*, vol. 2020, pp. 1-17, doi: 10.1155/2020/8879101.
- [12] R. Aparicio, J. Velasco, R. Paredes, and L. Rojas, "Caracterización química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Mangifera indica* L. de tres regiones de Venezuela," *Rev. Colomb. Quim.* vol. 48, no. 3, pp. 13-18, 2019.
- [13] Olasehinde, G. I., Sholotan, K. J., Ajayi, A. A., Ayepola, O. O., Ajayi, J. B., Bello, O. A., Taiwo, O. S., & Openibo, J. O. (2018, July). *Phytochemical and antimicrobial properties of Mangifera indica leaf extracts*. *Covenant Journal of Physical and Life Sciences*. Consultada el 23 de abril, 2023, de <https://journals.covenantuniversity.edu.ng/index.php/cjpls/article/view/934>
- [14] Ouf, S. A., Galal, A. M., Ibrahim, H. S., Hassan, A. Z., Mekhael, M. K., El-Yasergy, K. F., El-Ghany, M. N., Rizk, M. A., & Hanna, A. G. (2021). Phytochemical and antimicrobial investigation of the leaves of five Egyptian mango cultivars and evaluation of their essential oils as preservatives materials. *Journal of Food Science and Technology*, 58(8), 3130–3142. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04816-5>
- [15] USDA, "Index of Official Visual Aids," Jan 2017. [Online]. Available: <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Official%20Inventory%20of%20FV%20Inspection%20Aids.pdf>