

**Artículo de Revisión**

**EXTRACTO ETANÓLICO DE PROPÓLEO COMO  
RECUBRIMIENTO ANTIOXIDANTE EN AGUACATES:  
UNA REVISIÓN**

**ETHANOLIC EXTRACT OF PROPOLIS AS ANTIOXIDANT COATING  
IN AVOCADOS: A REVIEW**

Manuel Mendoza-Intriago<sup>1,2\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8731-8809>

Ronald Zavala-Murillo<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3550-6709>

Daniel Toala-Franco<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7797-1169>

Juan Pablo Dueñas-Rivadeneira<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7673-089X>

Marcelo Edmundo Matute-Zeas<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8484-4267>

Alex Alberto Dueñas-Rivadeneira<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8603-0694>

<sup>1</sup> Estudiante de Maestría Académica con Trayectoria de Investigación en Ingeniería Química. Instituto de Posgrado. Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

<sup>2</sup> Facultad Ciencias de la Vida y Tecnologías, Universidad Laica Eloy Alfaro del Ecuador ULEAM, Manabí, Ecuador.

<sup>3</sup> Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Zootécnicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

<sup>4</sup> Departamento de Procesos Agroindustriales, Facultad de Ciencias Zootécnicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Recibido: Noviembre 2, 2022; Revisado: Noviembre 17, 2022; Aceptado: Diciembre 1, 2022

**RESUMEN**

**Introducción:**

El aguacate (*Persea americana Mill*) es un fruto tropical milenario perteneciente a la familia Lauraceae. Su naturaleza climática lo convierte en un alimento de vida útil relativamente corta. El extracto etanólico de propóleo se emplea activamente como recubrimiento comestible en múltiples frutas y verduras, incluido el aguacate, para retrasar su senescencia y conservar su calidad postcosecha.

**Objetivo:**

Analizar la evidencia científica disponible sobre la actividad antioxidante del extracto etanólico de propóleo en aguacates.



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

\* Autor para la correspondencia: Manuel Mendoza, Email: [manu.intriagoteacher@gmail.com](mailto:manu.intriagoteacher@gmail.com)



### **Materiales y Métodos:**

Se realizó una búsqueda exhaustiva de publicaciones científicas en bases de datos con amplia cobertura y se adoptó una metodología por etapas para una revisión sistemática de síntesis cualitativa.

### **Resultados y Discusión:**

Se detectó que la actividad respiratoria, la pérdida de peso fresco y el potencial de hidrógeno, son las principales variables influenciadas por la actividad antioxidante del extracto sobre el aguacate. Tales parámetros son afectados mayoritariamente por la creación de una atmósfera modificada generada por la película comestible en torno al fruto, lo que reduce su tasa respiratoria retardando su oxidación y la evolución de su madurez.

### **Conclusiones:**

La aplicación de extracto etanólico de propóleo como agente enriquecedor de recubrimientos comestibles es efectiva para mejorar determinados parámetros fisicoquímicos del aguacate y prolongar su vida útil postcosecha. El porcentaje de concentración influye en la bioactividad del extracto, siendo los tratamientos con menor concentración los que ofrecen mayor cantidad de resultados beneficiosos.

**Palabras clave:** aguacate; antioxidante; extracto etanólico de propóleo; recubrimientos comestibles.

## **ABSTRACT**

### **Introduction:**

The avocado (*Persea americana Mill*) is an ancient tropical fruit belonging to the Lauraceae family. Its climacteric nature makes it a food with a relatively short shelf life. The ethanolic extract of propolis is actively used as an edible coating on many fruits and vegetables, including avocado, to delay their senescence and preserve their post-harvest quality.

### **Objective:**

To analyze the available scientific evidence on the antioxidant activity of the ethanolic extract of propolis in avocados.

### **Materials and Methods:**

An exhaustive search of scientific publications was carried out in databases with wide coverage and a methodology on stages was adopted for a systematic review of qualitative synthesis.

### **Results and Discussion:**

Respiratory activity, fresh weight loss and hydrogen potential were found to be the main variables influenced by the antioxidant activity of the extract on avocado. Such parameters are mainly affected by the creation of a modified atmosphere generated by the edible film around the fruit, which reduces its respiratory rate, delaying its oxidation and the evolution of its maturity.

### **Conclusions:**

The application of ethanolic propolis extract as an enriching agent for edible coatings is effective in improving certain physicochemical parameters of avocado and prolonging

---

its postharvest shelf life. The percentage of concentration influences the bioactivity of the extract, with the treatments with the lowest concentration being the ones that offer the greatest number of beneficial results.

**Keywords:** avocado; antioxidant; ethanolic extract of propolis; edible coatings.

## 1. INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill) es un fruto tropical milenario perteneciente a la familia Lauraceae, cuyo origen geográfico se establece entre México y Mesoamérica (Pérez-Álvarez y col., 2015). Es conocido como el “oro verde” de los productos hortofrutícolas y se comercializa como un superalimento debido a su composición nutricional rica en aceites saludables, antioxidantes y otros compuestos bioactivos (Bhuyan et al., 2019).

La naturaleza climatérica del aguacate lo convierte en un alimento de vida útil relativamente corta con un rápido deterioro postcosecha por pardeamiento enzimático (Pedreschi et al., 2019). Este proceso químico involucra enzimas como la polifenol oxidasa que oxida los compuestos fenólicos en quinonas, las cuales generan pigmentos marrones llamados melaninas que degradan el producto (Cardona-Serrate, 2020).

El propóleo es una sustancia resinosa elaborada por las abejas (*Apis mellifera*) a partir de especies vegetales, cuyo alto contenido en polifenoles le confiere propiedades antioxidantes y antimicrobianas (Vargas-Sánchez y col., 2014; Pobiega et al., 2019; Carvalho y Sodré, 2021; Ibrahim y Alqurashi, 2022). El extracto etanólico de propóleo (EEP) se emplea activamente como recubrimiento comestible en múltiples frutas y verduras para retrasar su senescencia (Al-Qurashi y Awad, 2018; Munhuweyi et al., 2020; Pobiega et al., 2020). Aunque es un preservante natural calificado como GRAS - *generally regarded as safe*- (Palou et al., 2016), se conoce que tratamientos aplicados en determinadas dosis (0,75 y 1,0% EEP) pueden causar fitotoxicidad y efectos indeseados en ciertos frutos (Zahid et al., 2013).

Varios autores han revisado las investigaciones sobre la aplicación de EEP para preservar la calidad comestible del aguacate (Figuroa y col., 2011; García y Davidov-Pardo, 2021; Sivakumar et al., 2021), sin embargo, la mayoría de estudios se centran especialmente en los efectos antimicrobianos y biofungicidas del compuesto, tratando de manera superficial la capacidad antioxidante del mismo.

Considerando lo anterior, el objetivo del presente trabajo es analizar la evidencia científica disponible sobre la actividad antioxidante del extracto etanólico de propóleo en aguacates.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda exhaustiva de publicaciones científicas desde junio a octubre de 2022, a través de la metodología por etapas definida por Uman (2011) para una revisión sistemática cualitativa: 1) formular la pregunta de revisión, 2) definir los criterios de inclusión y exclusión, 3) desarrollar la estrategia de búsqueda y localizar estudios, 4) seleccionar estudios, 5) extraer datos, 6) evaluar la calidad de los estudios, 7) analizar e interpretar los resultados y 8) difundir los hallazgos.

---

## 2.1 Pregunta de revisión

¿El extracto etanólico de propóleo es efectivo como recubrimiento antioxidante para prolongar la vida útil postcosecha del aguacate?

## 2.2 Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron las publicaciones en formato electrónico sin límite de fecha referentes al tema elegido. La jerarquía de búsqueda por idiomas tuvo al inglés en primer lugar por ser el idioma en el cual se publica la mayor parte de los trabajos científicos de alto nivel (Tahamtan et al., 2016), seguido del español y finalmente el portugués. Se priorizó los artículos científicos empíricos de revistas indexadas en bases de datos reconocidas, sin excluir las tesis o los libros electrónicos relativos a la investigación. En la Tabla 1 se detallan los criterios de inclusión y exclusión.

**Tabla 1.** Criterios de inclusión y exclusión para la selección de trabajos

<i>Elemento</i>	<i>Criterio</i>	<i>Inclusión</i>	<i>Exclusión</i>
Fecha de publicación	Sin límite	X	
Formato del artículo	Electrónico	X	
	Impreso		X
Idioma	Inglés	X	
	Español	X	
	Portugués	X	
	Otro		X
País de publicación	Cualquier país	X	
Selección de variable	Título	X	
	Abstract o resumen	X	
Tipo de publicación	Artículos científicos indexados	X	
	Tesis	X	
	Libros	X	
	Otros		X
Tipo de investigación	Empírica	X	
	Teórica		X
Bioactividad	Antioxidante	X	
	Antimicrobiana		X
	Antifúngica		X

## 2.3 Estrategia de búsqueda y localización de estudios

La estrategia de búsqueda incluyó las palabras clave en inglés: *Ethanollic extract propolis, avocado, edible coating, antioxidant, enzymatic browning, shelf-life, postharvest treatments* y *biopolymer packaging*. Esta estrategia se adaptó a los idiomas español y portugués a través del uso de filtros de idioma. La sintaxis de búsqueda se potenció mediante el uso de los operadores booleanos “AND” y “OR” (Bramer et al., 2018). Los ejemplos de descripción del algoritmo utilizado para las búsquedas se indican en la Tabla 2, todos en inglés.

**Tabla 2.** Ejemplos de la descripción del algoritmo de búsqueda

<b><i>Palabras clave</i></b>
Ethanollic extract propolis
Avocado
Edible coating
Antioxidant
Enzymatic browning
(1 OR 2) AND (3 OR 4) AND 5
shelf-life
postharvest treatments
biopolymer packaging
6 AND (7 OR 8) AND 9
6 AND 10

#### ***2.4 Selección de estudios***

La selección de estudios fue realizada en las bases de datos: Web of Science, Scopus, PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, Latindex, SciELO y Redalyc. A través del algoritmo de búsqueda se eligieron únicamente aquellos trabajos (artículos científicos, tesis y libros) que evaluaban la actividad antioxidante del extracto de propóleo, excluyendo los otros tipos de bioactividad.

#### ***2.5 Extracción de datos***

Se compiló toda la información de búsqueda en un archivo Excel, para organizar, analizar y discernir el contenido válido de los trabajos preseleccionados. Dicho registro fue categorizado con los siguientes ítems: año de publicación, título y autores, nombre de la revista, tipo de artículo, objetivo, técnicas de extracción, país e idioma.

#### ***2.6 Evaluación de la calidad de los estudios***

Para evaluar la calidad científica de los artículos elegidos se utilizaron los criterios del Índice de Calidad Independiente del Factor de Impacto propuesto por Buena-Casal, (2003) que se compone de 20 ítems, de los cuales se aplicaron aquellos parámetros concretos en función del campo de conocimiento revisado en este trabajo.

#### ***2.7 Análisis e interpretación de resultados***

Se examinaron los artículos seleccionados desde un enfoque cualitativo/comparativo tomando en consideración el tipo de investigación, técnicas aplicadas y resultados correspondientes al objetivo formulado por la pregunta de revisión.

#### ***2.8 Difusión de hallazgos***

Se buscó una revista científica de revisión por pares especializada en el tema, para la difusión de las contribuciones realizadas por este estudio.

---

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

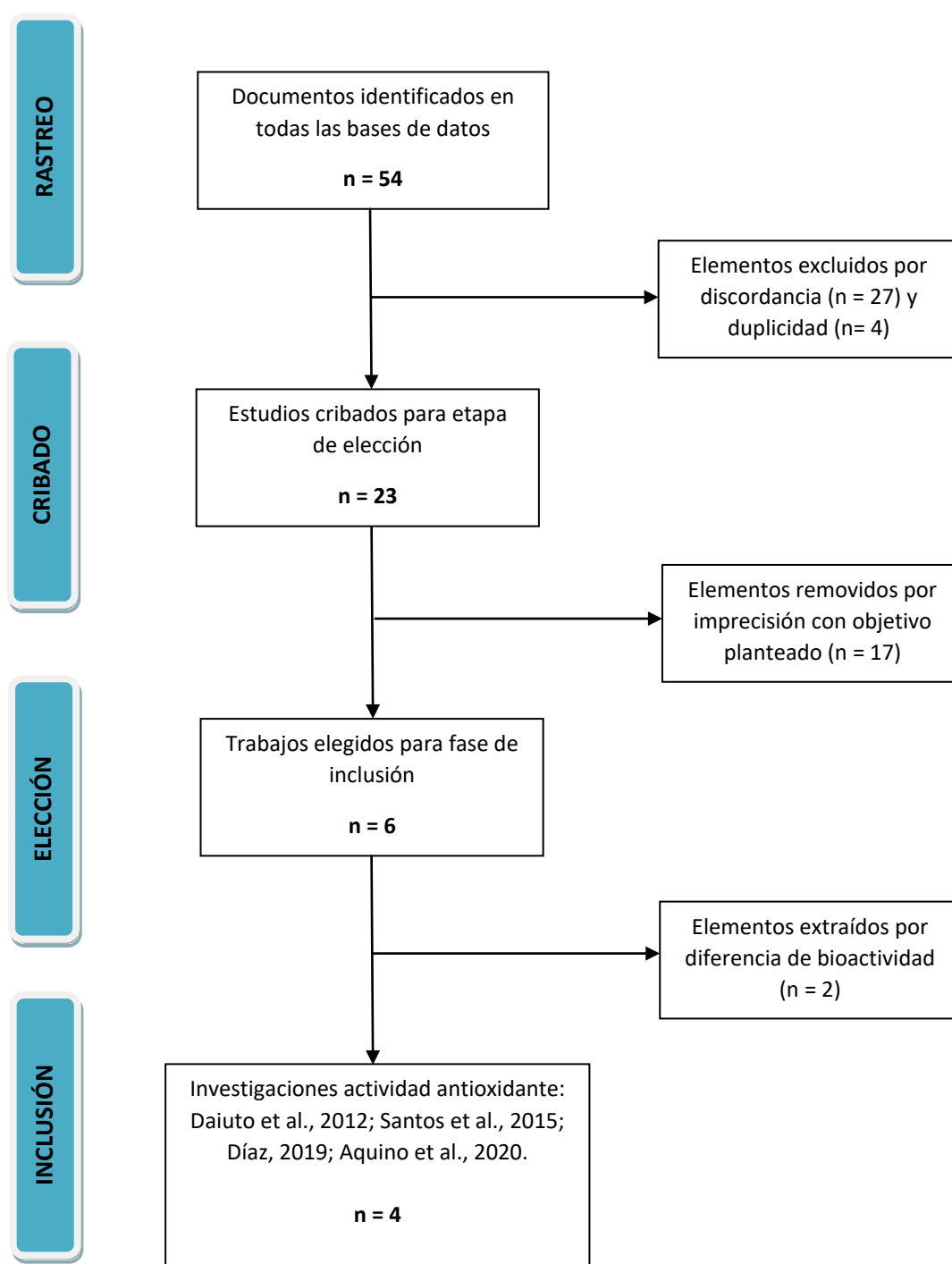
#### ***3.1 Calidad de los estudios***

Los trabajos revisados cumplieron con al menos siete ítems de evaluación en la escala de Buena-Casal (2003), incluyendo validez de la investigación por metodología adecuada, resultados generalizables, garantía científica de instrumentación y utilidad social. Los trabajos de Santos et al., (2015), Díaz (2019) y Aquino et al., (2020), fueron los mejor valorados al cumplir con 9 de los 10 criterios evaluados independientemente del factor de impacto de la revista elegida.

#### ***3.3 Selección de estudios***

Se definieron un total de 54 artículos para el análisis de revisión. De estos, cuatro cumplieron específicamente con el objetivo planteado. Tres de ellos fueron redactados en portugués y uno en español. Web of Science, Scopus y Latindex fueron las bases de datos de indexación de tres investigaciones publicadas en tres revistas de Brasil, mientras que una tesis de pregrado fue recuperada de Google Scholar. La investigación más antigua fue publicada en el año 2012 y la más actual en el 2020.

Las limitaciones del presente trabajo proceden de los elementos de exclusión diseñados en la metodología, los que pueden provocar un sesgo analítico al quedar restringidos a ciertos formatos de artículo, tipos de publicación o preferencia de idioma. No obstante, la consideración al completo de estos criterios comprende recursos de búsqueda que exceden el alcance de esta revisión, por lo que su descarte justifica un trabajo más preciso. En la Figura 1 se muestra el flujograma del procedimiento selectivo.



**Figura 1.** Diagrama de flujo del procedimiento de selección de estudios por fases

### **3.4 Análisis e interpretación de los estudios**

#### **3.4.1 Actividad antioxidante del EEP como recubrimiento comestible**

Los resultados de las investigaciones estuvieron condicionados a tres factores transversales: origen fitogeográfico de la variedad frutal, forma de aplicación del extracto (individual o agregada) y concentración del tratamiento (% EEP). Se detecta, al igual que García y Davidov-Pardo, (2021) y Sivakumar et al., (2021), que la evaluación de la actividad antioxidante del EEP fue explicada mayoritariamente con base en la

creación de una atmósfera modificada proporcionada por la cubierta comestible al fruto con relación al entorno y como esta reduce su tasa respiratoria, retardando su oxidación y la evolución de su madurez. La actividad respiratoria ( $\text{TCO}_2$ ), la pérdida de peso fresco (%) y el potencial de hidrógeno (pH), fueron las principales variables afectadas por la actividad antioxidante del EEP analizadas en un total de cuatro variedades de aguacate. Yong y Liu, (2021) coinciden en que la pérdida de peso, la oxidación y la tasa de respiración, son las variables de efecto central sobre las que actúan los recubrimientos comestibles enriquecidos con propóleo. Los demás parámetros analizados por las cinco investigaciones son resumidos en la Tabla 3.

---



**Tabla 3.** Resumen de los resultados de las investigaciones revisadas sobre recubrimientos comestibles con extracto etanólico de propóleo EEP

<i>Referencia</i>	<i>Variables de medición</i>	<i>Tratamientos</i>	<i>Resultados</i>	<i>Conclusiones</i>
Daiuto et al., (2012)	Pérdida de peso (%), actividad respiratoria (TCO <sub>2</sub> ), pH, firmeza (g.f <sup>1</sup> ), acidez titulable (g de ácido cítrico.100g pulpa <sup>-1</sup> ), sólidos solubles (°Brix) y <i>ratio</i> (SS/AT).  Variedad: “Hass”	(T1) sin cera y sin propóleo (T2) con cera vegetal Waterwax-UE (T3) EEP al 100% (T4) cera y etanol al 70% (T5) EEP al 2 % y cera (T6) EEP al 4 % y cera (T7) EEP al 6 % y cera (T8) EEP al 8 % y cera (T9) EEP al 10 % y cera	<b>Pérdida de peso:</b> T4 y T5 produjeron pérdidas significativamente menores en comparación con el testigo. <b>Actividad respiratoria:</b> T6 y T9 originaron baja producción de CO <sub>2</sub> . <b>pH:</b> Valores promedio entre 6 y 7,4. <b>Firmeza:</b> T5 generó valores altos de firmeza por mayor tiempo. <b>Acidez titulable:</b> Interacción entre tratamientos y días de almacenamiento (p <0,001). <b>Sólidos solubles:</b> T7 mantuvo los valores más altos. <b>ratio (SS/AT):</b> La diferencia entre tratamientos se observó en los días 6, 9 y 12 de evaluación.	Los frutos tratados con T5 presentaron los mejores resultados para pérdida de peso, producción de CO <sub>2</sub> y firmeza.
Santos et al., (2015)	Pérdida de peso fresco (%), rendimiento de pulpa (%), acidez titulable (%), sólidos solubles (°Brix), SS/AT y pH.  Variedad: “cv. Manteiga”	T1 testigo (agua destilada) T2 cera de carnauba al 100% T3 EEP al 30% T4 EAP al 30%.	<b>Pérdida de peso fresco:</b> T1 y T3 fueron más eficientes en mantener la pérdida de peso frutal, al día 8 y al 12. <b>Rendimiento de pulpa:</b> No hubo interacción significativa (p<0,01) entre tratamientos y días de almacenamiento. <b>Acidez titulable:</b> Acidez reducida de los frutos hasta el día 4 de almacenamiento, incrementándose a partir del día 8. <b>Sólidos solubles:</b> Los frutos del grupo T1 y T4 presentaron promedios de SS de 9,32 y 8,76 °Brix, respectivamente. <b>ratio (SS/AT):</b> Hubo aumento de acidez y reducción de SS. <b>pH:</b> Promedios superiores al control para T2, T3 y T4, con valores de 6,52; 6,41 y 6,23 respectivamente.	El EEP y la cera de carnauba fueron más efectivos en la conservación del peso fresco de la palta a partir del sexto día de almacenamiento.
Díaz (2019)	pH, textura, acidez titulable (%), humedad (%), aceites (%), pérdida de peso (%), atributos sensoriales.  Variedad: “Palta Fuerte”	Con recubrimiento comestible (CR) HMM:P (80:20) y sin recubrimiento comestible (SR) a temperatura ambiente (TA) y temperatura de refrigeración (TR) en períodos de 35 y 72 días, respectivamente.	<b>pH:</b> CR-TA=6,58; SR-TA=6,68 y CR-TR=6,28; SR-TR=6,41. (ANOVA p <0,05). <b>Acidez titulable:</b> Disminución de la acidez durante el almacenamiento. <b>Humedad:</b> Sin recubrimiento comestible la pérdida de humedad fue más rápida debido a una alta tasa de respiración. <b>Pérdida de peso:</b> CR-TA=19,68%; SR-TA=31,24%; y CR-TR=12,97%; SR-TR=16,01%. Diferencias significativas <b>Aceites:</b> El contenido de aceites insaturados aumentó al avanzar el tiempo de almacenamiento. <b>Atributos sensoriales:</b> Los recubrimientos comestibles mejoraron la calidad sensorial de la palta fuerte.	Las paltas CR-TA mejoraron la pérdida de peso, de humedad y la vida útil hasta 30 días en relación a las paltas SR-TA que fue de 15 días. Las paltas CR-TR permanecieron sin madurar hasta los 72 días y las paltas SR-TR hasta los 56 días.
Aquino et al., (2020)	Acidez (% en ácido cítrico), azúcares reductores y no	C2 control T4 EEP al 0,5 %	<b>Acidez:</b> C2=0,049%; T4=0,048%; T5=0,044% y T6=0,042% (ANOVA p > 0,05).	El EEP no fue eficiente para retrasar la

	reductores, pérdida de peso, pH, sólidos solubles (°Brix) y *análisis microbiológicos.  Variedad: "Geda"	T5 EEP al 1,0% T6 EEP al 1,5%	<b>Azúcares reductores:</b> C2=5,30%; T4=5,26%; T5=5,22% y T6=5,18% (ANOVA p > 0,05). <b>Azúcares no reductores:</b> C2=1,44%; T4=1,46%; T5=1,47% y T6=1,47% (ANOVA p > 0,05). <b>Pérdida de peso:</b> C2=6,30%; T4=6,24%; T5=6,22% y T6=6,16% (ANOVA p > 0,05). <b>Sólidos solubles:</b> C2=8,71; T4=8,64; T5=8,61 y T6=8,59 (ANOVA p > 0,05). *Resultados de análisis microbiológicos no mostrados aquí.	senescencia del aguacate, ya que los valores de pérdida de peso, azúcares reductores, azúcares no reductores, SS, acidez y pH no difirieron significativamente.
--	--	----------------------------------	--	---

**Abreviaturas:** AT (acidez titulable), CR-TA (con recubrimiento-temperatura ambiente), CR-TR (con recubrimiento-temperatura refrigeración), EAP (extracto acuoso de propóleo), EEP (extracto etanólico de propóleo), HMM-P (harina de maíz morado-propóleo), MP (muestra patrón), pH (potencial de hidrógeno), SR-TA (sin recubrimiento-temperatura ambiente), SR-TR (sin recubrimiento-temperatura refrigeración) SS (sólidos solubles).

### **3.4.2 Efecto sobre la actividad respiratoria ( $TCO_2$ )**

Daiuto et al., (2012) informaron que los aguacates de la variedad “Hass” sometidos al tratamiento con EEP al 2% y cera sintética, presentaron el pico respiratorio más tardío el día 13 de almacenamiento aunque con mayor producción de  $CO_2$  (~ 0,85 ml de  $CO_2 \cdot Kg^{-1} \cdot h^{-1}$ ; testigo (T1): ~ 0,50 ml de  $CO_2 \cdot Kg^{-1} \cdot h^{-1}$ ), en comparación con la mayoría de tratamientos que lo obtuvieron el día 9. Sin embargo, los tratamientos con cera y EEP al 4% y EEP al 10%, presentaron menor producción de  $CO_2$  (~ 0,05 ml de  $CO_2 \cdot Kg^{-1} \cdot h^{-1}$ ), con un ligero aumento de la intensidad respiratoria el día 15, de un total de 18 días.

De acuerdo a Ortolá (2020), el cociente respiratorio (CR) en las frutas se define como la relación entre la tasa de  $CO_2$  producido y la de  $O_2$  consumido, que en condiciones aerobias abarca un rango entre 0,7 y 1,5. Kaleda-Marino et al., (2018), evidenciaron reducción de la tasa respiratoria en aguacates “Hass” aplicando una cubierta de quitosano más propóleo (1,5% + 1,5%). En frutos climatéricos, Mariano-Nasser et al., (2020) informaron que las manzanas sometidas a tratamientos de inmersión a 1,5% de EEP obtuvieron el pico más bajo de producción de  $CO_2$ , probablemente por reducción del intercambio de gases con el ambiente externo; mientras que Pobiega et al., (2021) descubrieron que los revestimientos hechos de pululano P+5% EEP y P+10% EEP ralentizan el proceso respiratorio en arándanos. En tal sentido, los resultados de Daiuto et al., (2012) parecen indicar una correlación positiva entre el aumento de la concentración de EEP y la eficiencia permeable de la cubierta protectora, logrando que el pico climatérico de los aguacates se retrase por disminución de la tasa respiratoria.

Los autores afirman que tratar aguacates con EEP al 2% y cera presenta mejores resultados para disminuir pérdida de peso, producción de  $CO_2$  y extender la firmeza, pero para el parámetro de respiración los frutos tratados con EEP al 4% y EEP al 10% destacan un mayor potencial de conservación. En el estudio de Reis et al., (2019) afirmaron que independientemente del origen geográfico y el método de extracción utilizado, el propóleo presenta alta actividad antioxidante. Por ende, se sospecha que la utilización de polímeros sintéticos (Felicia et al., 2022) con EEP, potencia la capacidad antioxidante de las coberturas comestibles a través del fortalecimiento fisicoquímico de la matriz polimérica.

### **3.4.3 Efecto sobre la pérdida de peso (%)**

Daiuto et al., (2012) evidenciaron que el empleo de EEP al 2% produjo pérdidas de peso fresco de aguacate significativamente menores (~ 9%) en comparación con el testigo (~ 14%), y que de forma general, en los tratamientos donde se utilizó EEP hubo menor pérdida de peso comparado con la aplicación única de cera, siendo la menor concentración de EEP la que obtuvo mejores resultados a los 18 días. Santos et al., (2015) en aguacates de la variedad “Manteiga” tratados con EEP 30% durante 12 días, destacaron que el EEP fue uno de los tratamientos más eficientes en mantener la pérdida de peso frutal al octavo (~ 21%) y duodécimo día (~ 23%), diferenciándose significativamente del control (d8 = ~ 32%; d12 = ~ 52%). Díaz (2019) reportó diferencias significativas respecto de los controles en los porcentajes de pérdida de peso para la variedad “Palta Fuerte” con recubrimiento de harina de maíz morado y propóleo (80:20) almacenados a temperatura ambiente (CR-TA=19,68%; SR-TA=31,24% a 21°C; y de refrigeración (CR-TR=12,97%; SR-TR=16,01% a 6°C) durante 30 días.

---

Aquino et al., (2020) no registraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) con relación al control ( $C=6,30\%$ ), para pérdida de peso en la variedad de aguacates “Geada” utilizando recubrimiento de almidón extraído de semillas de mango Palmer con la adición de EEP (0,5% EEP=6,24%; 1,0% EEP=6,22% y 1,5% EEP= 6,16%) durante seis días.

El estudio de Aquino et al., (2020) fue el único que no reportó diferencias de pérdida de peso para aguacates en ninguno de los tratamientos, casualmente también fue la investigación cuyos porcentajes de EEP fueron inferiores al 2%. En valores absolutos, los resultados de Díaz (2019) cuantificaron menor pérdida de peso frutal, pero Daiuto et al., (2012) obtuvieron asimismo bajos porcentajes de pérdida con concentraciones similares de EEP en menos días de almacenamiento. En aguacates “Hass”, Kaleda-Marino et al., (2018) obtuvieron pérdidas de masa fresca significativamente menores al aplicar quitosano más propóleo (1,5 % + 1,5%). Ali et al., (2014) trataron papayas con EEP al 1,5% más goma arábica al 10% y lograron retardar la pérdida de peso hasta por 28 días, lo que contrasta con lo observado por Aquino et al., (2020) para valores similares de EEP aplicado de forma única. Cunha et al., (2017) encontraron que al utilizar EEP al 2,5% (11% propóleo crudo) para recubrir maracuyá amarilla, hubo una menor pérdida de masa debido a que el EEP redujo las reacciones de oxidación. Para guayabas de la variedad “Maamoura”, El-Gawad, (2021) concluyó que el EEP 4% redujo significativamente la pérdida de peso y el porcentaje de descomposición para frutas almacenadas en frío. Cedeño-Cruzati y Párraga-Álava, (2021) en su revisión de biopelículas de propóleo para alargar el tiempo de consumo de guayabas, también determinaron su viabilidad. En mangos de la variedad “Palmer”, Guimarães et al., (2017) hallaron que los frutos tratados con cera y propóleo (2% y 2,5%) presentaron menores pérdidas de peso a los 15 días de almacenamiento, tal vez porque una mayor concentración de propóleo genera una barrera más gruesa frente al intercambio gaseoso. Según Maftoonazad et al., (2008) se considera que la actividad respiratoria postcosecha contribuye a la pérdida de peso en frutas debido a la descomposición de azúcares como la glucosa en  $CO_2$  y agua. Por esta razón, aplicar una cubierta semipermeable puede alterar el funcionamiento de este proceso y mermar la pérdida de peso fresco en frutos almacenados (Saucedo-Pompa et al., 2009). Conforme a los resultados, el efecto sinérgico del EEP unido a otros compuestos ofrece resultados sólidos para evitar la pérdida de peso frutal, y aunque la efectividad del %EEP empleado en los recubrimientos parece funcionar desde bajas concentraciones, aparentemente no demuestra eficacia si se lo administra de forma individual.

#### ***3.4.4 Efecto sobre el potencial de hidrógeno (pH)***

Daiuto et al., (2012), apreciaron diferencias significativas de pH (ANOVA  $p < 0,05$ ) entre tratamientos y días de almacenamiento. Santos et al., (2015) encontraron diferencias estadísticamente significativas (Tukey  $< 0,05$ ) entre el valor promedio de  $pH=6,23$  del tratamiento con EEP al 30%, respecto del valor  $pH=6,19$  del tratamiento testigo. Díaz (2019) notificó varianzas significativas (ANOVA  $p < 0,05$ ) entre los promedios de pH en aguacates a temperatura ambiente (CR-TA=6,58; SR-TA=6,68) y refrigerados (CR-TR=6,28; SR-TR=6,41), comparados con los controles. Aquino et al., (2020) en cambio, no evidenciaron variabilidad significativa en los valores de pH de los

---

tratamientos EEP a diferentes concentraciones (0,5% EEP=6,59; 1,0% EEP=6,59 y 1,5% EEP=6,60), en relación al control (C=6,58).

Aún cuando los valores promediados difieren estadísticamente del control en la mayoría de los casos, se evidencia que el efecto del EEP no modifica cuantiosamente el valor normal del pH del aguacate calculado en 6,24 (Casaubon-Garcín et al., 2018). Awad y Al-qurashi, (2019) reportaron que las bananas sometidas a inmersión en EEP (2,5%; 3,5% y 4,5%) no fueron afectadas significativamente por los tratamientos aplicados después de seis días de vida útil, coincidiendo con lo expuesto por Aquino et al., (2020) en similares condiciones experimentales. El análisis de efecto combinado entre pululano enriquecido con EEP llevado a cabo por Pobiega et al., (2020), reveló que ni el tipo de recubrimiento, ni el tiempo de almacenamiento tuvieron efecto significativo sobre el pH de tomates Cherry, a diferencia de lo mostrado en el presente artículo para la mayoría de trabajos.

Bajo esta premisa, es importante enfatizar lo discutido por Díaz (2019) a través de Soliva et al., (2000), quienes resaltan que tanto el pH como el oxígeno influyen sobre la actividad de la polifenol oxidasa y que para controlar el pardeamiento enzimático se debe ajustar el pH a un valor igual o menor a 4, mediante el uso de ácidos orgánicos. Este último es un enfoque interesante frente al pardeamiento enzimático en estadios maduros del aguacate, para abordar en próximos trabajos.

### **3.5 Perspectivas de estudio**

Los compuestos antioxidantes del propóleo otorgan a las películas de EEP la característica de *recubrimiento activo*, lo que aporta funciones complementarias más allá de la barrera física (Barbosa et al., 2022; Fernández-Valdés et al., 2015; García y Davidov-Pardo, 2021; Miteluț et al., 2021; Valdés et al., 2017). La exploración de los mecanismos bioquímicos funcionales de sus principales componentes como los ácidos ferúlico, gálico y cafeico (Ibrahim y Alqurashi, 2022), emerge como una alternativa de investigación necesaria a fin de optimizar la capacidad antioxidante del recubrimiento comestible a escala molecular (Correa-Pacheco et al., 2019; Kahramanoğlu et al., 2020). La evaluación del EEP sobre los atributos de calidad del aguacate recién cortado, precisa una aproximación imperativa para prolongar la vida útil del fruto en esta fase crítica (García, 2020; Maringgal et al., 2020). El planteamiento pudiera complementarse con tratamientos innovadores como el ultrasonido, el tratamiento térmico, la microencapsulación, las nanoestructuras, el electrohilado y la electropulverización (Álvarez et al., 2017; Herrera-González et al., 2021; Iñiguez-Moreno et al., 2021; Maroof et al., 2020; Martínez-González et al., 2020).

Los resultados de la aplicación individual del EEP en comparación con su impacto sinérgico al mezclarlo con polímeros, siguen estando en desventaja en el total de las investigaciones. Por ello, futuros análisis en aguacates postcosecha deben centrarse en calcular el rendimiento de conservación del extracto sujeto a su efecto único.

## **4. CONCLUSIONES**

Se verificó que la aplicación de extracto etanólico de propóleo (EEP) como agente enriquecedor de recubrimientos poliméricos comestibles, es efectiva para mejorar

---

determinados parámetros fisicoquímicos del aguacate y prolongar su vida útil postcosecha. Tal efectividad viene dada por la creación de una atmósfera modificada entre la superficie del fruto y su entorno, lo que ralentiza su actividad respiratoria responsable de afectar indicadores fisiológicos cuantitativos como la pérdida de peso, producción de CO<sub>2</sub> y el potencial de hidrógeno. La aplicación individual de EEP no obtiene resultados prometedores, al contrario que su efecto sinérgico cuando es mezclado con diferentes compuestos. El porcentaje de concentración (%EEP) influye en la bioactividad del extracto, siendo los tratamientos con menor concentración los que ofrecen mayor cantidad de resultados beneficiosos. No se encontraron estudios que evalúen el empleo de recubrimientos comestibles a base de propóleo en aguacates recién cortados, lo que abre nuevas e importantes perspectivas de investigación. Esta revisión sintetiza resultados valiosos acerca de la actividad antioxidante del EEP utilizado como preservante natural y contribuye con análisis cualitativos de la producción científica enfocada a la conservación del aguacate.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen al Biólogo Jesús Briones Mendoza, por sus valiosos aportes dentro de su campo de conocimiento.

## **REFERENCIAS**

- Ali, A., Cheong, C., & Noosheen, Z., Composite Effect of Propolis and Gum Arabic to Control Postharvest Anthracnose and Maintain Quality of Papaya during Storage., *International Journal of Agriculture and Biology*, Vol. 16, No. 6, 2014, pp. 1117-1122. [http://www.fspublishers.org/published\\_papers/49098..pdf](http://www.fspublishers.org/published_papers/49098..pdf)
- Al-Qurashi, A.D., & Awad, M.A., Postharvest ethanolic extract of propolis treatment affects quality and biochemical changes of 'Hindi-Besennara' mangos during shelf life., *Scientia Horticulturae*, Vol. 233, 2018, pp. 520-525. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.030>
- Álvarez, M.V., Ponce, A.G., Goyeneche, R., & Moreira, M.R., Physical Treatments and Propolis Extract to Enhance Quality Attributes of Fresh-Cut Mixed Vegetables., *Journal of Food Processing and Preservation*, Vol. 41, No. 5, 2017, e13127. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13127>
- Aquino, A.A. de, Rodrigues, R. da S., Donato, I.A., Brandão, M.R.S., Moreira, E. de S., Costa, M.L.X., Santos, H.C., & da Silva, S.L., Revestimento à base de amido extraído da semente de Manga Palmer com adição de extrato de própolis na conservação de Abacate Geada., *Brazilian Journal of Development*, Vol. 6, No. 9, 2020, pp. 71116–71135. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-526>
- Awad, M., & Al-qurashi, A., Quality and Biochemical Changes of 'Sukkari' Bananas during Shelf Life as Affected by Postharvest Dipping in Ethanolic Extract of Propolis., *Philippine Agricultural Scientist*, Vol. 102, No. 2, 2019, pp. 132-140. <https://pas.cafs.uplb.edu.ph/download/quality-and-biochemical-changes-of-sukkari-bananas-during-shelf-life-as-affected-by-postharvest-dipping-in-ethanolic-extract-of-propolis/>
- Barbosa, C.H., Andrade, M.A., Vilarinho, F., Fernando, A.L., & Silva, A.S., Edible
-

- Active Coating Systems for Food Purposes., Releasing Systems in Active Food Packaging: Preparation and Applications, Springer International Publishing, 2022, pp. 253-299. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-90299-5\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-90299-5_10)
- Bhuyan, D.J., Alsherbiny, M.A., Perera, S., Low, M., Basu, A., Devi, O.A., Barooah, M.S., Li, C.G., & Papoutsis, K., The Odyssey of Bioactive Compounds in Avocado (*Persea americana*) and Their Health Benefits., Antioxidants, Vol. 8, No. 10, 2019, 426. <https://doi.org/10.3390/antiox8100426>
- Bramer, W.M., de Jonge, G.B., Rethlefsen, M.L., Mast, F., & Kleijnen, J., A systematic approach to searching: An efficient and complete method to develop literature searches., Journal of the Medical Library Association: JMLA, Vol. 106, No. 4, 2018, pp. 531-541. <https://doi.org/10.5195/jmla.2018.283>
- Buela-Casal, G.B., Evaluación de la calidad de los artículos y de las revistas científicas: Propuesta del factor de impacto ponderado y de un índice de calidad., Psicothema, Vol. 15, No. 1, 2003, pp. 23-35. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=310229>
- Cardona-Serrate, F., Alteraciones enzimáticas en alimentos: El pardeamiento, el enranciamiento y la reacción de Maillard., Objetos de aprendizaje-Artículos docentes 1190., València, España, Departamento de Tecnología de Alimentos, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, Universitat Politècnica de València., 2020, pp. 1-8. <https://riunet.upv.es/handle/10251/147166>
- Carvalho, G.J.L. de, & Sodré, G. da S., Application of propolis in agriculture. Arquivos Do Instituto Biológico, Vol. 88, 2021, pp. 1-8. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000632019>
- Casaubon-Garcín, P., Lamshing-Salinas, P., Isoard-Acosta, F., Lemen-Meyer, S.C., Delgado-Franco, D., & Pérez-Lizaur, A.B., pH de los alimentos: ¿una herramienta para el manejo de los pacientes con reflujo gastroesofágico?., Revista Mexicana de Pediatría, Vol. 85, No. 3, 2018, pp. 89-94. <https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2018/sp183c.pdf>
- Cedeño-Cruzati, E.V., & Párraga-Álava, R.C., Biopelícula de propóleo en la etapa de postcosecha de la guayaba (*Psidium guajava*)., CIENCIAMATRIA, Vol. 8, No. 14, 2021, Art. 14. <https://doi.org/10.35381/cm.v7i3.626>
- Correa-Pacheco, Z.N., Bautista-Baños, S., Ramos-García, M. de L., Martínez-González, M. del C., & Hernández-Romano, J., Physicochemical characterization and antimicrobial activity of edible propolis-chitosan nanoparticle films., Progress in Organic Coatings, Vol. 137, 2019, 105326. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.105326>
- Cunha, M.C. da, Passos, F.R., Mendes, F.Q., Silva, S.A. da, Almeida, W.L. de, & Nasser, V.G., Extrato de própolis na conservação pós-colheita de maracujá-amarelo., Interciencia, Vol. 42, No. 5, 2017, pp. 320-323. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/08/320-5838-PASSOS-42-5.pdf>
- Daiuto, E., Minarelli, P., Vieites, R., & Orsi, R., Própolis e cera vegetal na conservação de abacate Hass., Semina: Ciências Agrárias, Vol. 33, No. 4, 2012, pp. 1463-1474. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n4p1463>
- Díaz, R., Evaluación de películas comestibles de harina de maíz morado (*Zea mays* L.) y propóleo en la conservación de palta fuerte (*Persea americana*)., Tesis presentada
-

- en opción al Título Académico de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú, 2019. [https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/728/T\\_0441.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/728/T_0441.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- El-Gawad, M., Influence of propolis extract and oxalic acid on preserving quality of guava fruits during postharvest cold storage., *Plant Archives*, Vol. 21, (Supplement-1), 2021, pp. 127-138. <https://doi.org/10.51470/PLANTARCHIVES.2021.v21.S1.024>
- Felicia, W.X.L., Rovina, K., Nur'Aqilah, M.N., Vonnice, J.M., Erna, K.H., Misson, M., & Halid, N.F.A., Recent Advancements of Polysaccharides to Enhance Quality and Delay Ripening of Fresh Produce: A Review., *Polymers*, Vol. 14, No. 7, 2022, 1341. <https://doi.org/10.3390/polym14071341>
- Fernández-Valdés, D., Bautista, S., Fernández, D., Ocampo, A., García, A., & Falcón, A., Películas y recubrimientos comestibles: Una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas., *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 24, No. 3, 2015, pp. 52-57. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542015000300008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000300008)
- Figuroa, J., Salcedo, J., Aguas, Y., Olivero, R., & Narváez, G.J., Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate, y perspectiva, al uso del propóleo en su formulación., *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, Vol. 3, No. 2, 2011, pp. 386-400. <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/414/456>
- García, F., Modern Treatments for Preservation of Whole and Cut Avocados: A Review., Tesis presentada en opción al Grado Científico de Máster en Nutrición. University of Cal Poly Pomona, California, EE.UU., 2020. <https://scholarworks.calstate.edu/concern/theses/w0892d17z>
- García, F., & Davidov-Pardo, G., Recent advances in the use of edible coatings for preservation of avocados: A review., *Journal of Food Science*, Vol. 86, No. 1, 2021, pp. 6-15. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15540>
- Guimarães, J.E., Silva, J.P., Fernandes, J.D.R., Marques, K.M., Galati, V., Muniz, A.C.C., & Mattiuz, B.-H., Use of green propolis extract in controlling of anthracnose in 'Palmer' mangoes., *Acta Horticulturae*, Vol. 1178, No. 26, 2017, pp. 147-154. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1178.26>
- Herrera-González, J.A., Bautista-Baños, S., Serrano, M., Romanazzi, G., & Gutiérrez-Martínez, P., Non-Chemical Treatments for the Pre- and Post-Harvest Elicitation of Defense Mechanisms in the Fungi-Avocado Pathosystem., *Molecules (Basel, Switzerland)*, Vol. 26, No. 22, 2021, 6819. <https://doi.org/10.3390/molecules262268199>
- Ibrahim, M.E.E.-D., & Alqurashi, R.M., Anti-fungal and antioxidant properties of propolis (bee glue) extracts., *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 361, 2022, 109463. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109463>
- Iñiguez-Moreno, M., Ragazzo-Sánchez, J.A., & Calderón-Santoyo, M., An Extensive Review of Natural Polymers Used as Coatings for Postharvest Shelf-Life Extension: Trends and Challenges., *Polymers*, Vol. 13, No. 19, 2021, Art. 19. <https://doi.org/10.3390/polym13193271>
- Kaleda-Marino, J.S.P.J., Magalhães, K.M., & Mattiuz, B.-H., Chitosan-propolis
-



- combination inhibits anthracnose in «Hass» avocados., *Emirates Journal of Food and Agriculture*, Vol. 30, No. 8, 2018, pp. 681-687.  
<https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i8.1764>
- Kahramanoğlu, İ., Okatan, V., & Wan, C., Biochemical Composition of Propolis and Its Efficacy in Maintaining Postharvest Storability of Fresh Fruits and Vegetables., *Journal of Food Quality*, Vol. 2020, 2020, e8869624.  
<https://doi.org/10.1155/2020/8869624>
- Maftoonazad, N., Ramaswamy, H.S., & Marcotte, M., Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings., *International Journal of Food Science & Technology*, Vol. 43, No. 6, 2008, pp. 951-957.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01444.x>
- Mariano-Nasser, F. de C., Dominguez, M., Arruda, J., Aparecida, K., Alencar, G., Kawahata, M., Lopes, R., & de Oliveira, R., Modified atmosphere using propolis in post-harvested 'Eva' organic apple., *Emirates Journal of Food and Agriculture*, Vol. 32, No. 3, 2020, pp. 172-180. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i3.2084>
- Maringgal, B., Hashim, N., Mohamed Amin Tawakkal, I.S., & Muda Mohamed, M.T., Recent advance in edible coating and its effect on fresh/fresh-cut fruits quality., *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 96, 2020, pp. 253-267.  
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.024>
- Maroof, K., Lee, R.F.S., Siow, L.F., & Gan, S.H., Microencapsulation of propolis by spray drying: A review., *Drying Technology*, Vol. 40, No. 6, 2020, pp. 1083-1102.  
<https://doi.org/10.1080/07373937.2020.1850470>
- Martínez-González, M. del C., Bautista-Baños, S., Correa-Pacheco, Z.N., Corona-Rangel, M.L., Ventura-Aguilar, R.I., Del Río-García, J.C., & Ramos-García, M. de L., Effect of Nanostructured Chitosan/Propolis Coatings on the Quality and Antioxidant Capacity of Strawberries During Storage., *Coatings*, Vol. 10, No. 2, 2020, Art. 2. <https://doi.org/10.3390/coatings10020090>
- Miteluț, A.C., Popa, E.E., Drăghici, M.C., Popescu, P.A., Popa, V.I., Bujor, O.-C., Ion, V.A., & Popa, M.E., Latest Developments in Edible Coatings on Minimally Processed Fruits and Vegetables: A Review., *Foods*, Vol. 10, No. 11, 2021, Art. 11.  
<https://doi.org/10.3390/foods10112821>
- Munhuweyi, K., Mpai, S., & Sivakumar, D., Extension of Avocado Fruit Postharvest Quality Using Non-Chemical Treatments., *Agronomy*, Vol. 10, No. 2, 2020, Art. 2.  
<https://doi.org/10.3390/agronomy10020212>
- Ortolá, M.D., Determinación de la tasa respiratoria de frutas., *Objetos de aprendizaje- Artículos docentes 1190.*, València, España, Departamento de Tecnología de Alimentos, Universitat Politècnica de València., 2020, pp. 1-8.  
<https://riunet.upv.es/handle/10251/145648>
- Palou, L., Ali, A., Fallik, E., & Romanazzi, G., GRAS, plant-and animal-derived compounds as alternatives to conventional fungicides for the control of postharvest diseases of fresh horticultural produce., *Postharvest Biology and Technology*, Vol. 122, 2016, pp. 41-52. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.04.017>
- Pedreschi, R., Uarrota, V., Fuentealba, C., Alvaro, J.E., Olmedo, P., Defilippi, B.G., Meneses, C., & Campos-Vargas, R., Primary Metabolism in Avocado Fruit., *Frontiers in Plant Science*, Vol. 10, 2019, 795.
-

- <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00795>
- Pérez-Álvarez, S., Ávila-Quezada, G., & Coto-Arbelo, O. El Aguacatero (*Persea americana* Mill)., *Cultivos Tropicales*, Vol. 36, No. 2, 2015, pp. 111-123. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362015000200016](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000200016)
- Pobiega, K., Kraśniewska, K., & Gniewosz, M., Application of propolis in antimicrobial and antioxidative protection of food quality – A review., *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 83, 2019, pp. 53-62. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.007>
- Pobiega, K., Przybył, J.L., Żubernik, J., & Gniewosz, M., Prolonging the Shelf Life of Cherry Tomatoes by Pullulan Coating with Ethanol Extract of Propolis During Refrigerated Storage., *Food and Bioprocess Technology*, Vol. 13, No. 8, 2020, pp. 1447-1461. <https://doi.org/10.1007/s11947-020-02487-w>
- Pobiega, K., Igielska, M., Włodarczyk, P., & Gniewosz, M., The use of pullulan coatings with propolis extract to extend the shelf life of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit., *International Journal of Food Science & Technology*, Vol. 56, No. 2, 2021, pp. 1013-1020. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14753>
- Reis, J.H. de O., Barreto, G. de A., Cerqueira, J.C., Anjos, J. P. dos, Andrade, L.N., Padilha, F.F., Druzian, J.I., & Machado, B.A.S., Evaluation of the antioxidant profile and cytotoxic activity of red propolis extracts from different regions of northeastern Brazil obtained by conventional and ultrasound-assisted extraction., *PLOS ONE*, Vol. 14, No. 7, 2019, e0219063. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219063>
- Santos, J.L.F. dos, Ataíde, E.M., Santos, A.K.E. dos, & Silva, M. de S., Recobrimentos comestíveis na conservação pós-colheita de abacate., *Scientia Plena*, Vol. 11, No. 12, 2015, pp. 1-7. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2015.120201>
- Saucedo-Pompa, S., Rojas-Molina, R., Aguilera-Carbó, A.F., Saenz-Galindo, A., Garza, H. de L., Jasso-Cantú, D., & Aguilar, C.N., Edible film based on candelilla wax to improve the shelf life and quality of avocado., *Food Research International*, Vol. 42, No. 4, 2009, pp. 511-515. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.02.017>
- Sivakumar, D., Tuna Gunes, N., & Romanazzi, G., A Comprehensive Review on the Impact of Edible Coatings, Essential Oils, and Their Nano Formulations on Postharvest Decay Anthracnose of Avocados, Mangoes, and Papayas., *Frontiers in Microbiology*, Vol. 12, 2021, 711092. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2021.711092>
- Soliva, R.C., Elez, P., Sebastián, M., & Martín, O., Evaluation of browning effect on avocado purée preserved by combined methods., *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Vol. 1, No. 4, 2000, pp. 261-268. [https://doi.org/10.1016/S1466-8564\(00\)00033-3](https://doi.org/10.1016/S1466-8564(00)00033-3)
- Tahamtan, I., Safipour Afshar, A., & Ahamdzadeh, K., Factors affecting number of citations: A comprehensive review of the literature., *Scientometrics*, Vol. 107, No. 3, 2016, pp. 1195-1225. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-1889-2>
- Uman, L.S., *Systematic Reviews and Meta-Analyses.*, *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, Vol. 20, No. 1, 2011, pp. 57-59. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3024725/>
- Valdés, A., Ramos, M., Beltrán, A., Jiménez, A., & Garrigós, M.C., State of the Art of Antimicrobial Edible Coatings for Food Packaging Applications., *Coatings*, Vol. 7,
-

- No. 4, 2017, Art. 4. <https://doi.org/10.3390/coatings7040056>
- Vargas-Sánchez, R.D., Torrescano-Urrutia, G.R., Mendoza-Wilson, A.M., Vallejo-Galland, B., Acedo-Félix, E., Sánchez-Escalante, J.J., Mc, M.C.P.-G., & Sánchez-Escalante, A., Mecanismos involucrados en la actividad antioxidante y antibacteriana del propóleo., *Biotecnia*, Vol. 16, No. 1, 2014, pp. 32-37. <https://doi.org/10.18633/bt.v16i1.31>
- Yong, H., & Liu, J., Active packaging films and edible coatings based on polyphenol-rich propolis extract: A review., *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 20, No. 2, 2021, pp. 2106-2145. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12697>
- Zahid, N., Ali, A., Siddiqui, Y., & Maqbool, M., Efficacy of ethanolic extract of propolis in maintaining postharvest quality of dragon fruit during storage., *Postharvest Biology and Technology*, Vol. 79, 2013, pp. 69-72. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.01.003>

## **CONFLICTO DE INTERÉS**

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

## **CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES**

- M.Sc. Manuel Mendoza-Intriago. Análisis formal, conceptualización, redacción - primera redacción, redacción - revisión y edición, investigación, metodología, supervisión.
  - M.Sc. Ronald Zavala-Murillo. Análisis formal, conceptualización, redacción - revisión y edición, investigación, metodología, supervisión.
  - Blgo. Daniel Toala-Franco. Conceptualización, redacción - revisión y edición, investigación, metodología.
  - M.Sc. Juan Pablo Dueñas-Rivadeneira. Conceptualización, redacción - revisión y edición, investigación.
  - Ing. Marcelo Edmundo Matute-Zeas. Conceptualización, redacción - revisión y edición, investigación.
  - Dr.C. Alex Alberto Dueñas-Rivadeneira. Conceptualización, redacción - revisión y edición, supervisión.
-