

Evaluación de tecnologías poscosecha de mango variedad Tommy Atkins en su calidad y vida útil¹

María Yaneth Palacios Palacios², Gustavo Adolfo Hincapié Llanos³

Resumen

Introducción: el mango *mangifera indica* L. es un fruto climatérico que después de cosechado continúa el proceso de respiración y maduración lo que hace que se vaya degradando. **Objetivo:** identificar las diferentes tecnologías poscosecha utilizadas en frutos de mango, analizando la calidad de la fruta después de su aplicación para proponer las tecnologías de poscosecha de mango más adecuadas para Colombia. **Materiales y métodos:** la estrategia metodológica fue una vigilancia tecnológica a partir de fuentes secundarias y terciarias, realizando análisis de minería de texto en el *software* Vantage Point. **Resultados:** se identificaron sesenta y

un artículos de tecnologías poscosecha a nivel mundial aplicadas a frutos de mango, Brasil es el país con más investigaciones con treinta y seis publicaciones. La variedad en la que más estudios se han realizado es la Tommy Atkins y el año con más publicaciones fue el 2010 con siete trabajos, seguido por 2008, 2011, 2015 al 2017 con cinco cada uno. **Conclusiones:** las tecnologías poscosecha más estudiadas fueron los recubrimientos comestibles a base de aceites esenciales —carnauba, almidón de yuca, uso de etefón 1-MCP—; atmósferas controladas; radiación gamma; refrigeración; temperatura ambiente; temperatura ambiente más humedad relativa (HR); empaque en cajas de cartón; escaldado; radiación UV-C;

- 1 Artículo original derivado del proyecto de investigación *Evaluación de las tecnologías aplicadas en la poscosecha de mango (Mangifera indica L.), variedad Tommy Atkins y los efectos en su calidad y vida útil. Una revisión sistemática de literatura*, de la Maestría en Poscosecha Hortofrutícola de la Unilasallista Corporación Universitaria, Colombia, ejecutado entre 2021 y 2023.
- 2 Especialista en Formulación y Evaluación de Proyectos Agropecuarios de la Universidad de Medellín, administradora de empresas agropecuarias de la Corporación Universitaria Lasallista. Instructora SENA. Correo: mypalacios5@gmail.com. Orcid: 0009-0006-9126-7289.
- 3 Magíster en Ingeniería y especialista en Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana, químico de la Universidad del Quindío. Docente investigador y miembro del Grupo de Investigaciones Agroindustriales de la Universidad Pontificia Bolivariana. Correo: gustavo.hincapie@upb.edu.co. Orcid: 0000-0002-5375-4776.

Autor para Correspondencia: mypalacios5@gmail.com
Recibido: 20/04/2023 Aceptado: 10/11/2023

*Los autores declaran que no tienen conflicto de interés

refrigeración más recubrimiento comestible y tratamiento hidrotermal. Se recomienda para Colombia aplicar tecnologías como los recubrimientos comestibles a base de quitosano y la temperatura ambiente y humedad relativa, dado los beneficios que

otorgan en la conservación de la calidad de los frutos de mango, vida útil y parámetros físico químicos.

Palabras clave: mango; tecnologías poscosecha; recubrimientos; calidad; vida útil.

Evaluation of postharvest technologies of Mango variety Tommy Atkins on its quality and shelf life

Abstract

Introduction. Mango (*mangifera indica* L.) is a climacteric fruit that after harvesting continues the process of respiration and ripening, which causes it to degrade. **Objective.** Identify the different post-harvest technologies used in mango fruits, analyzing the quality of the fruit after their application, proposing the most appropriate mango post-harvest technologies for Colombia. **Materials and methods.** The methodological strategy was a technology watch based on secondary and tertiary sources, performing text mining analysis in Vantage Point software. **Results.** Sixty-one articles on postharvest technologies applied to mango fruits were identified worldwide, with Brazil being the country with the most

research with 36 publications. The variety with the most studies was Tommy Atkins and the year with the most publications was 2010 with seven (7), followed by 2008, 2011, 2015 to 2017 with five (5) each. **Conclusions.** The most studied postharvest technologies were edible coatings based on essential oils, carnauba, cassava starch, use of ethephon; 1-MCP; controlled atmospheres; gamma radiation; refrigeration; ambient temperature; ambient temperature plus relative humidity (RH); packing in cartons; blanching; UV-C radiation; refrigeration plus edible coating and hydrothermal treatment. It is recommended for Colombia to apply technologies such as chitosan-based edible coatings and room temperature and relative humidity, given the benefits they provide in the preservation of mango fruit quality, shelf life and physicochemical parameters.

Keywords: mango; postharvest technologies; coatings; quality; shelf life.

Avaliação das tecnologias de pós-colheita da variedade Manga Tommy Atkins sobre a sua qualidade e prazo de validade.

Resumo

Introdução: A manga *mangifera indica* L. é um fruto climatérico que após a colheita continua o processo de respiração e amadurecimento, o que provoca a sua degradação. **Objectivo.** Identificar as diferentes tecnologias pós-colheita utilizadas na manga, analisando a qualidade do fruto após a sua aplicação, propondo as tecnologias pós-colheita de manga mais adequadas para a Colômbia. **Materiais e métodos:** A estratégia metodológica foi uma vigilância tecnológica baseada em fontes secundárias e terciárias, realizando análises de mineração de texto em software Vantage Point. **Resultados.** Foram identificados sessenta e um artigos sobre tecnologias pós-colheita aplicadas à fruta da manga em todo o mundo, onde o Brasil é o país com mais investigação com 36 publicações.

A variedade com mais estudos foi Tommy Atkins e o ano com mais publicações foi 2010 com sete (7), seguido por 2008, 2011, 2015 a 2017 com cinco (5) cada. **Conclusões:** As tecnologias pós-colheita mais estudadas foram os revestimentos comestíveis à base de óleos essenciais, carnaúba, amido de mandioca, utilização de etefão; 1-MCP; atmosferas controladas; radiação gama; refrigeração; temperatura ambiente; temperatura ambiente mais humidade relativa (RH); embalagem em caixas de cartão; branqueamento; radiação UV-C; refrigeração mais revestimento comestível e tratamento hidrotérmico. Recomenda-se à Colômbia a aplicação de tecnologias tais como revestimentos comestíveis à base de quitosano e temperatura ambiente e humidade relativa, dados os benefícios que proporcionam na preservação da qualidade da fruta da manga, do prazo de validade e dos parâmetros físico-químicos.

Palavras-chave: manga; tecnologias pós-colheita; revestimentos; qualidade; prazo de validade.

Introducción

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en Colombia hay aproximadamente 35.000 hectáreas sembradas en frutos de mango distribuidas en veintidós departamentos, de los cuales Cundinamarca es el de mayor producción, seguido por Antioquia y Norte de Santander. En 2021 Colombia, por su parte, exportó al mundo cerca de USD 2 millones, principalmente a Aruba, Curazao y Panamá

(Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2021).

El mango (*Mangifera indica* L.), por su sabor agradable y altos contenidos nutricionales, es un fruto muy apetecido a nivel mundial para consumo fresco (Chiumarelli *et al.*, 2011). Además, es una fuente importante de compuestos fitoquímicos, entre ellos los polifenoles, como galato de metilo, ácido gálico y ácido digálico, ácido ascórbico, flavonoides; principalmente mangiferina

e isómeros, quercetina y derivados de kaempferol y carotenoides (Pierson *et al.*, 2014). La madurez organoléptica o de consumo la adquiere después de cosechado, entre los días seis y diez, por ser un fruto climatérico, en función del medio ambiente, la variedad y la clase de almacenamiento. Su principal pico respiratorio se presenta en este período y se identifica por el aumento de la actividad respiratoria, lo que desencadena una serie de cambios en el sabor, textura, olor y color (Pérez *et al.*, 2004; Estrada-Mesa *et al.*, 2015).

Cuando el fruto es almacenado a temperaturas inferiores a 13 °C, es susceptible a daños por frío y a enfermedades, características que lo hacen un producto perecedero, es decir, con vida útil corta, esto limita su capacidad de manipulación, conservación, almacenamiento, transporte y comercialización (Baldwin *et al.*, 1999). Con relación a la vida útil del fruto, se han puesto en práctica diferentes técnicas para mejorar esta situación y aumentar la vida poscosecha, entre estas técnicas: tratamientos hidrotérmicos, almacenamiento en refrigeración, atmósferas modificadas y controladas, irradiación y formulaciones con agentes biológicos entre otras sustancias (Liu *et al.*, 2014). Las técnicas descritas anteriormente ayudan a prevenir el daño de características fisicoquímicas, microbiológicas, fisiológicas y sensoriales.

La utilización de los recubrimientos comestibles es una alternativa para conservar la calidad de los frutos de mango, porque pueden influir positivamente sobre las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, microbiológicas y fisiológicas,

en consecuencia, extienden la vida útil de las frutas y mejoran la probabilidad de su comercialización (Hoa y Ducamp, 2008). Además, forma una barrera semipermeable de los gases involucrados en el proceso respiratorio, tales como: oxígeno, vapor de agua y dióxido de carbono, resultado de la transpiración de los vegetales, debido a esta alteración fisiológica, se retrasa el metabolismo y la producción de etileno (Sothornvit y Rodsamran, 2008).

El uso de recubrimientos comestibles ha sido positivo en algunos frutos, como mango, manzana; recubrimiento a base de almidón de papa sobre guayaba (Sothornvit y Rodsamran, 2008); mediante el uso de recubrimiento a base de quitosán en fresa almacenada a 10 °C y 70 ± 5 % de HR, se consiguió retardar los cambios en las propiedades fisicoquímicas con relación a las muestras sin tratamiento (Hernández-Muñoz *et al.*, 2008). En níspero japonés se emplearon soluciones de quitosán y de sucroester de ácidos grasos que demostraron efectividad para disminuir la producción de etileno, la tasa de respiración, la pérdida de peso y fueron útiles para conservar la firmeza en los frutos (Márquez *et al.*, 2009). Por medio de la aplicación de recubrimientos con base en quitosán y polifenoles en frutos de mango almacenados a 15 °C, se disminuyó el cambio en la acidez, el pH y el color (Zambrano *et al.*, 2011).

Materiales y métodos

Para la realización de este estudio se utilizó la modalidad de investigación documental (Asociación Española de Normalización y

Certificación, 2018), se revisaron fuentes secundarias y terciarias pariendo de las categorías o factores claves de inspección sin delimitación geográfica. La principal estrategia metodológica para esta investigación fue la vigilancia tecnológica que abarca la definición de categorías, palabras claves, fuentes, definición del espacio temporal objeto de estudio, y el análisis de la información como se detalla a continuación.

La descripción de *factores claves de vigilancia* permitió determinar dos categorías de análisis: la categoría 1 fue publicaciones científicas sobre tecnologías poscosecha aplicada a frutos de mango y la categoría 2 fue publicaciones científicas sobre los efectos en la calidad de los frutos de mango después de la aplicación de las tecnologías poscosecha. Definidas las categorías, se plasmaron las palabras claves en español e inglés: poscosecha, “*mangifera indica*”, tecnología y “*postharvest technology*”, con las cuales se elaboraron posteriormente las ecuaciones de búsqueda.

Para la consulta de publicaciones científicas se emplearon las bases de datos Scopus y Scielo, la primera de ellas es un banco de datos de referencias bibliográficas y citas de la empresa Elsevier, de literatura *peer review* y contenido web de calidad, con herramientas para el seguimiento análisis y visualización de la investigación, y el ingreso se realizó por intermedio del portal Bibliotecas de la Universidad Pontificia Bolivariana (Scopus, 2023). Seguidamente, se consultó en Scielo, base de datos de acceso abierto a publicaciones electrónicas

de ediciones completas de las revistas científicas (Scielo, 2023).

La búsqueda se realizó de manera libre y fue de índole retrospectiva para abarcar un mayor número de artículos científicos, teniendo en cuenta todos los estudios realizados desde los más antiguos hasta le fecha del cierre de la búsqueda de información a nivel global.

El estudio de la información fue realizado por categorías. Categoría 1: luego de encontrada la información en las bases de datos se organizó y depuró. Se identificaron las siguientes variables: revista, resumen, autores, tecnología poscosecha, afiliación institucional, tipo de fruta y año. Posteriormente, la información se analizó en Vantage Point *software* de minería de texto para correlacionar las variables de una forma gráfica como: publicaciones año versus país de estudio, nube de palabras claves, nube de variedades de mangos, variedades versus país de estudio, tecnologías poscosecha versus variedad país de estudio, tecnología versus variedad y tecnología versus variable respuesta. Categoría 2: de los documentos (artículos) seleccionados de la categoría anterior, se leyó a profundidad de cada texto, se identificaron los efectos en la calidad de los frutos de mango luego de la aplicación de las tecnologías poscosecha identificadas y finalmente se agruparon las tecnologías poscosecha con efecto representativo en la vida útil de la fruta luego de su aplicación. La información organizada de esta manera fue la base para la presentación analítica de resultados. La categoría 1 da cumplimiento al objetivo 1 y la categoría 2 al objetivo 2.

Para el cumplimiento del objetivo 3, correspondiente a la identificación de la tecnología poscosecha más adecuada para Colombia, se reconocieron doce tecnologías poscosecha aplicadas al fruto de mango, se descartaron las que no estudiaron la variedad Tommy Atkins, que fue la que se seleccionó por ser la más producida y exportada en Colombia (G. Morales, de Fedemango, comunicación personal del

5 de octubre de 2022). Posteriormente se descartaron las tecnologías que tuvieron efectos negativos en la calidad del fruto de mango variedad Tommy Atkins. Con las tecnologías restantes se realizó una matriz de decisión que tuvo en cuenta los siguientes criterios: costos, disponibilidad, firmeza, aumento de vida útil y disminución de enfermedades. Los valores establecidos en la matriz se definieron en la **tabla 1**.

Tabla 1.
Criterios de puntuación

Valor	Alto	Medio	Bajo
Costos de instalación y operación	1	5	10
Disponibilidad de equipos y materiales	10	5	1
Firmeza	(10) Conservación		No conservación o no reporte
Aumento de vida útil	(10) 15 a 21 días	(5) 7 a 14 días	(1) 0 a 6 días
Disminución de enfermedades	(10) Efecto positivo		No reporta o no hubo efecto

Después de asignar los valores en la matriz, se sumaron para definir la(s) tecnología(s) que se sugieren se pueden aplicar en Colombia. Los valores más altos son los que se sugieren para su aplicar.

Resultados

Luego de definidas las bases de datos e identificadas las palabras claves, se elaboraron las ecuaciones de búsqueda presentadas en la **tabla 2**. Para cada de ellas se elaboró una ecuación, lo que permitió ampliar la investigación. El horizonte temporal estuvo comprendido entre los años 1995 y 2021. Se encontraron 63 artículos en la base de datos Scielo y 18 artículos en Scopus, obteniendo así un total de 81 publicaciones.

Tabla 2.

Ecuaciones de búsqueda por bases de datos.

Fecha	Bases de datos	Ecuación de búsqueda	# Resultados	Documentos seleccionados
19/09/2021	Scopus	TITLE-ABS-KEY (mango OR “mangifera indica”) AND TITLE-ABS-KEY (“postharvest technology*”)	18	10
19/09/2021	Scielo	(Mango OR “mangifera indica”) AND (postcosecha OR postharvest)	63	51

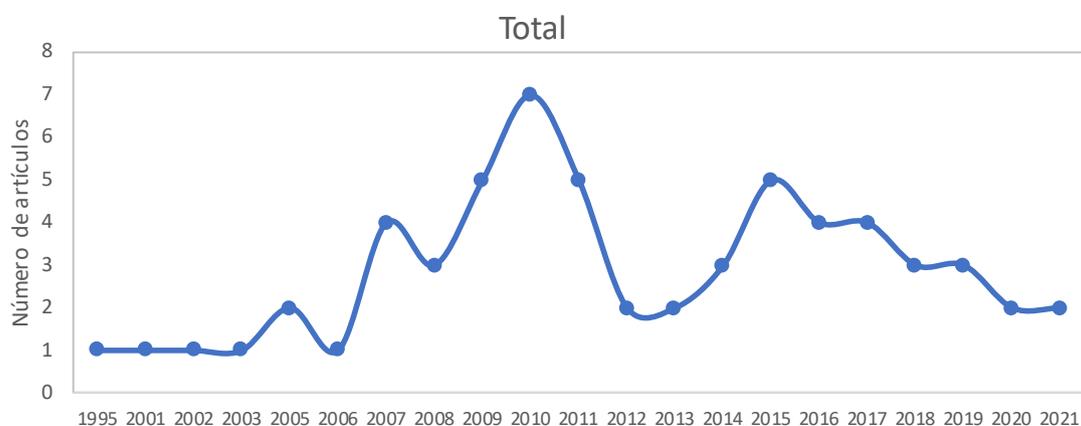
Una vez encontrada la información por cada una de las bases de datos con las ecuaciones de búsqueda y, realizada la organización y depuración de la información, se construyó la matriz en la que se correlacionaron las tecnologías poscosecha, afiliación, fruta y año. De los 81 documentos se llegó a un total de 61 artículos objeto de estudio, que en adelante se denominarán *publicaciones*. La depuración se dedicó a identificar exactamente cuáles eran las publicaciones que trataban sobre los objetivos de este estudio. Por ejemplo, existían artículos que hablaban de tratamientos en los cultivos de

los frutos de mango. De los veinte artículos descartados, de cuatro no se encontraron los textos completos disponibles en las bases de datos seleccionadas, dieciséis trataban temas diferentes a poscosecha de mango que es el principal objetivo de esta investigación.

En las publicaciones se encontró que a partir de 1995 se dio inicio a estudios relacionados con las tecnologías poscosecha aplicadas a los frutos de mango. La mayor relevancia que muestran estos estudios fue en el 2010 con siete publicaciones, mientras que en el último año (2021), las publicaciones disminuyeron a dos (ver **figura 1**).

Figura 1.

Años versus publicaciones



En la **figura 2** se observa la nube de palabras clave en donde se puede observar que la palabra que más sobresale es *Mangifera Indica L.*, seguida por las

palabras poscosecha, mango, calidad, almacenamiento, 1-metilciclopropeno, madurez, inhibidor de etileno, maduración y recubrimiento comestible.

Figura 2.

Nube de palabras claves



Nota. elaborada en Vantage Point versión 7.1.

En la **figura 3** se observa la nube de variedades de mangos analizados en las diferentes investigaciones encontradas, las que más se reportaron en este estudio

se encuentran de tamaño más grande. El nombre más visible es la variedad Tommy Atkins, seguido por las variedades Ataúlfo, Palmer y Haden.

Figura 3.

Nube de variedades de mango

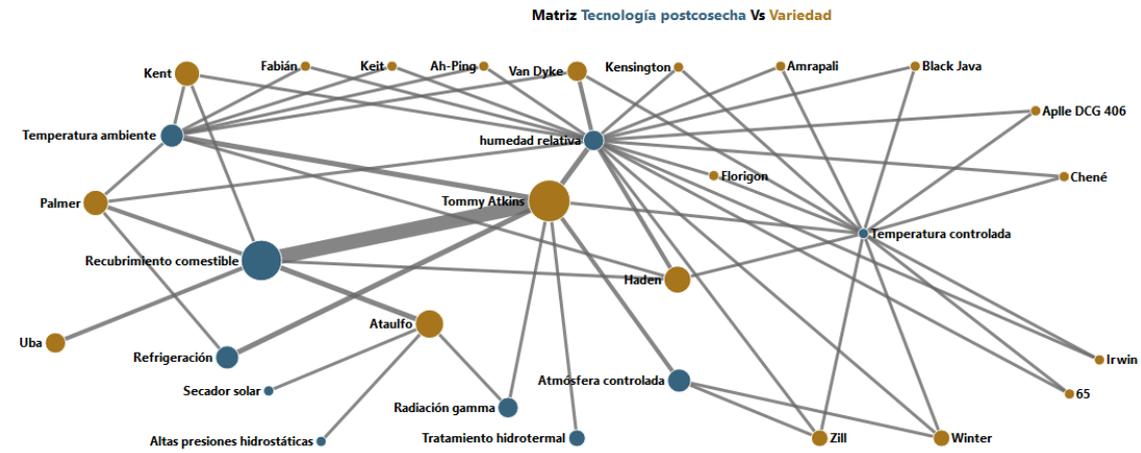


Nota. elaborada en Vantage Point versión 7.1.

De las investigaciones analizadas, el país dónde más variedades se han estudiado es Brasil y es la variedad Tommy Atkins la que presenta más estudios, seguido de las variedades Haden, Palmer, Uba, Winter, Zill, Van Dyke, Chené, Aplle DCG 406, Amrapali, 65, Black Java. El país que le sigue es México con las variedades Tommy Atkins

primero; seguida de las variedades Ataúlfo, Haden, Kent, Palmer, Van Dyke y Ah-Ping; continuando con Colombia, Kenia y Cuba que solo estudiaron la variedad Tommy Atkins, seguidos por Venezuela que estudió la variedad Haden y Singapur realizó estudios con la variedad Ataúlfo.

Figura 4.
Tecnologías versus variedades

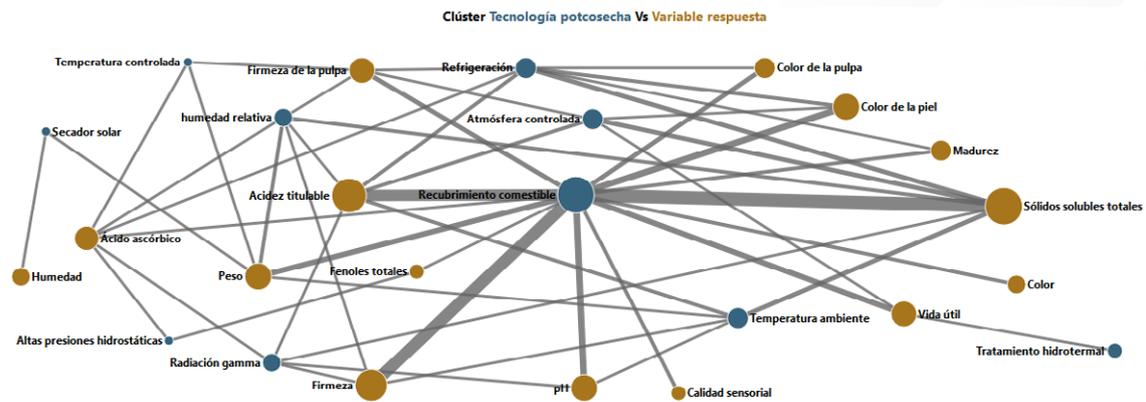


Nota. elaborada en Vantage Point versión 7.1.

De la figura anterior también se encontró el tratamiento hidrotermal con el que se evaluó solo la variedad Tommy Atkins, seguido por la temperatura controlada con el que se evaluaron las variedades Tommy Atkins, Kent, Haden, Palmer, Van Dyke, Winter, 65, Irwin, Chené, Aplle DCG406, Black Java, Amrapali, Kensiton, Ah-Ping, Keit, Fabian y Florigon, Zill. E.

En la **figura 5** se observa la relación tecnología poscosecha versus variable respuesta. Allí podemos confirmar que el recubrimiento comestible es la tecnología poscosecha más estudiada. En ella, las variables respuestas que más se identificaron son: sólidos solubles totales, acidez titulable, firmeza, pH, peso, ácido ascórbico, vida útil, calidad sensorial y firmeza de la pulpa.

Figura 5.
Tecnologías poscosecha versus variable respuesta



Nota. elaborada en Vantage Point versión 7.1.

La segunda tecnología poscosecha más identificada fue atmósfera controlada y la tercera fue la temperatura ambiente. Se puede observar que las variables respuestas que más se midieron fueron, en orden de frecuencia: sólidos solubles totales, acidez titulable—estas dos son las que componen el índice de madurez de un fruto climatérico—,

firmeza, pH, color de la piel, vida útil, peso, ácido ascórbico y humedad.

Para proponer las tecnologías poscosecha con aplicación en Colombia, se analizaron los efectos positivos y negativos y las variedades identificadas en el análisis de la categoría 1 (tabla 3).

Tabla 3.
Tecnologías poscosecha, variedades de mango, efectos y referencias

Tecnologías poscosecha	Variedades de mango	Efectos positivos	Efectos negativos	Referencia
Recubrimientos y películas comestibles				
	Tommy Atkins	Redujo la antracnosis y aumentó la calidad de los frutos de mango	Reducción del pH	(Cruz <i>et al.</i> , 2010)
Aceites esenciales	Tommy Atkins	Retraso de la maduración, conservación del color de la piel		(De Lima <i>et al.</i> , 2012)
	Tommy Atkins	Disminución de los microorganismos aerobios y mesófilos probados		(Medeiros <i>et al.</i> , 2011)

Tecnologías poscosecha	Variedades de mango	Efectos positivos	Efectos negativos	Referencia
Polisacáridos y ceras	Tommy Atkins	Retrasó el color de la cáscara y la piel, conservó los sólidos solubles totales, la acidez titulable y el pH, aumentó la vida útil en cinco días	Disminución de la firmeza	(Scanavaca <i>et al.</i> , 2007)
	Palmer	Disminución de fitopatógenos, no afectaron las características poscosecha		(Pereira <i>et al.</i> , 2014)
	Tommy Atkins	Conservación color y atributos fisicoquímicos	Pérdida de firmeza y pH	(Dussan-Sarria <i>et al.</i> , 2014)
	Criollo colombiano	Aumento de sólidos solubles, conservación del peso y de los mangos por doce días	Disminución de la firmeza, y la acidez	(Estrada-Mesa <i>et al.</i> , 2015)
	Tommy Atkins	Retrasó la maduración y aumento la calidad de los frutos de mango		(Amariz <i>et al.</i> , 2010)
	Tommy Atkins	Menos variación del pH, disminución de la antracnosis		(Cruz <i>et al.</i> , 2010)
	Tommy Atkins	Aumento de sólidos solubles totales y el pH	Disminución de la firmeza, pérdida de peso y cambio del color	(Pérez <i>et al.</i> , 2016)
	Haden	Aumento del contenido de fenoles totales		(Pérez <i>et al.</i> , 2016)
Quitosano	Ataúlfo y Tommy Atkins	Aumento de la firmeza, sólidos solubles totales, acidez titulable, aumento de vida útil por veintiún días	Disminución del peso	(Bello-Lara <i>et al.</i> , 2016)
	Tommy Atkins	Aumento de los sólidos solubles totales, la acidez titulable, firmeza, pH, el peso, la cáscara permaneció verde, aumento de la vida útil en tres días		(Vilar <i>et al.</i> , 2019)
Conservantes químicos				
1-MCP	Cloruro de calcio (CaCl ₂)	No especificada	Aumento de la vida útil en una semana, disminución de la pérdida de peso	(Zambrano y Manzano, 1995)
	Tommy Atkins		Conservación de la firmeza	(de Lima <i>et al.</i> , 2006)
	Tommy Atkins		Retrasó el ablandamiento de los frutos	(de Lima <i>et al.</i> , 2007)

Tecnologías poscosecha	Variedades de mango	Efectos positivos	Efectos negativos	Referencia
	Ataúlfo	Conservó la firmeza	Pérdida de peso	(Muy Rangel <i>et al.</i> , 2009)
	Kent	No se reportaron efectos positivos	Pérdida de firmeza, ablandamiento, reducción del ácido ascórbico	(Islas-Ozuna <i>et al.</i> , 2010)
	Tommy Atkins	Disminuyó el proceso de madurez, aumentó la vida útil		(Ambuko <i>et al.</i> , 2013)
	Palmer	Aumentó la firmeza, disminuyó la actividad de las enzimas poligalacturonasa y carboximetilcelulasa	Aplicación de 300 y 600 nL L ⁻¹ disminuyó la firmeza	(da Trindade <i>et al.</i> , 2015)
	Haden y Tommy Atkins	Conservación de las características cualitativas de los frutos		(Neves <i>et al.</i> , 2008)
	Van Dyke, Tommy Atkins, Haden, Kent, Palmer, Keitt, Espada y Rosa	Aumento de los sólidos solubles totales, baja acidez titulable	Residuos de sustancias pécticas, aumento del índice de maduración	(Ferreira <i>et al.</i> , 2015)
Etefón	Tommy Atkins y Uba	Fue eficiente en el proceso de maduración de los frutos Tommy Atkins, conservando la coloración de la piel y la pulpa, no hubo pérdida de masa fresca, firmeza de la pulpa, contenido de sólidos soluble, en la acidez titulable total	Disminución de la vida útil en mangos de la variedad Uba	(Barbosa <i>et al.</i> , 2008)
	Tommy Atkins	Retraso de la maduración, conservación de las características cualitativas, reducción del patógeno <i>Fusicoccum</i>		(Santos <i>et al.</i> , 2010)
Radiación gamma	Tommy Atkins	Conservación del pH, los sólidos solubles, ácido ascórbico, acidez titulable y disminución de la pudrición del pedúnculo		(Santos <i>et al.</i> , 2015)
	Ataúlfo	Conservación del olor, jugosidad y cremosidad del fruto de mango		(Cancino <i>et al.</i> , 2020)
Refrigeración	Tommy Atkins	12 °C, aumentó la firmeza, no hubo alteraciones del proceso metabólico de los frutos	Con temperaturas a 2 °C y 5 °C se presentaron daños en la coloración de la piel	(Almeida-Miguel <i>et al.</i> , 2011)

Tecnologías poscosecha	Variedades de mango	Efectos positivos	Efectos negativos	Referencia
	Manila	Aumento de la vida útil	Con refrigeración más CaCl ₂ se presentó colapso interno de la fruta	(Dirpan <i>et al.</i> , 2020)
Radiación UV-C	No especificada	UV-C mostró efecto germicida <i>in vitro</i> sobre el gloeosporioides	En dosis superiores a 0,2 kJm ² no fueron eficaces para suprimir la infección en frutos inoculados antes de la radiación	(Almeida-Miguel <i>et al.</i> , 2011)
Altas presiones hidrostáticas	Ataúlfo	60 y 30 MPa por 20 minutos indujeron la síntesis de ácido ascórbico durante el almacenamiento	Modificación estructural de las células	(Ortega <i>et al.</i> , 2013)
	Langra	Reducción de pérdidas poscosecha y aumento de la calidad y reducción en pérdidas poscosecha en un 72 %		(Rahman <i>et al.</i> , 2018)
Tratamiento hidrotermal	Tommy Atkins	Conservación de los parámetros de calidad	Cambios en la apariencia externa después del tratamiento y almacenados a 25 °C disminuyeron la vida útil	(Vilar <i>et al.</i> , 2019)
	Tommy Atkins	Aumento de la vida útil en veintiún días, disminución de la actividad metabólica, conservación de sólidos solubles totales, acidez titulable		(Yamashita <i>et al.</i> , 2001)
Empaques	Tommy Atkins	Firmeza, sólidos solubles totales, azúcares solubles totales y acidez titulable total, aumento de la vida útil por cuarenta y dos días		(de Sousa <i>et al.</i> , 2002)
	Palmer	Conservaron la calidad de los frutos		(Brecht and Yahia, 2017)
Temperatura ambiente y humedad relativa	Edward, Diplomático, Ah-Ping, Van Dyke, Haden, Manila Rosa, Tommy Atkins, Kent, Osteen, Palmer, Fabian, Keitt	Conservación de la firmeza, color, acidez titulable y sólidos solubles totales		(Siller-Cepeda <i>et al.</i> , 2009)

Tecnologías poscosecha	Variedades de mango	Efectos positivos	Efectos negativos	Referencia
	Tommy Atkins		Pudrición del tallo lo que disminuye la vida útil, aumentó el pH y disminuyó la acidez titulable (aumento de índice de maduración)	(Gomes <i>et al.</i> , 2010)
	Tommy Atkins, Florigón, Haden, 65, Irwin, M 13269, Momi-K, Scuper Many, Simmonds, Tommy Atkins, Van Dyke, Winter, Zill, Amrapali, Olour, Aplle DCG 406, Mon Amon DCG 407, Black Java, Kensington, Chené, Manila, Manzanillo y Maya	Aumentó la firmeza, sólidos solubles (SS), acidez y sólidos totales (AT) y carotenoides		(Ribeiro <i>et al.</i> , 2015)
	No especificada	Conservación de firmeza, actividad del agua y sólidos solubles totales		(Villamizar <i>et al.</i> , 2019)
Recubrimiento comestible y humedad relativa	Tommy Atkins	Menor incidencia de daño por antracnosis, aumento de la vida útil	Pérdida de masa	(Mulkay, 2017)
Radiación UV-C y tratamiento hidrotermal	No especificada	Control de patógenos	Dosis de radiación UV-C menos de 3,0 kJm ⁻² . El tratamiento a 50 °C no tuvo un buen resultado en el control de las enfermedades	(Nascimento <i>et al.</i> , 2014)
Refrigeración y conservantes químicos	Tommy Atkins		No conservó la calidad de los frutos ni aumentó la vida útil	(Da Silva e Menezes, 2009)

Al revisar las variedades estudiadas se resalta que la Tommy Atkins es la más recurrente como se describió y antes como se ve en la **tabla 3**, y es la variedad más producida en Colombia. Para las otras variedades producidas en Colombia (mango hilacha y mango azúcar) no se encontró evidencia de su estudio, por lo que el análisis

de la tecnología poscosecha sugerida para Colombia se hizo con Tommy Atkins. Se realizó la matriz de decisión (tabla 4), de acuerdo con lo expuesto en la metodología y que se relaciona a continuación, se calificaron los cinco criterios de selección que se deben tener en cuenta para aplicar una tecnología poscosecha.

Tabla 4.
Matriz de decisión

Tecnología	Costos	Disponibilidad	Firmeza	Aumento vida útil	Disminución de enfermedades	Total	Referencia
Recubrimientos y películas comestibles							
Aceites esenciales	10	10	1	1	10	32	(Cruz <i>et al.</i> , 2010).
	10	10	1	1	1	23	(De Lima <i>et al.</i> , 2012).
	10	10	1	1	10	32	(Medeiros <i>et al.</i> , 2011)
Polisacáridos y ceras	10	10	1	1	1	23	(Scanavaca <i>et al.</i> , 2007)
	10	10	1	1	1	23	(Dussan-Sarria <i>et al.</i> , 2014)
	10	10	1	1	1	23	(Amariz <i>et al.</i> , 2010)
	10	10	1	1	10	32	(Cruz <i>et al.</i> , 2010)
Quitosano	5	10	10	10	1	36	(Bello-Lara <i>et al.</i> , 2016)
	5	10	10	1	1	27	(Vilar <i>et al.</i> , 2019)
Conservantes químicos							
1-MCP	5	1	10	1	1	18	(de Lima <i>et al.</i> , 2006)
	5	1	10	1	1	18	(de Lima <i>et al.</i> , 2007)
	5	1	1	1	1	9	(Ambuko <i>et al.</i> , 2013)
	5	1	10	1	1	18	(Neves <i>et al.</i> , 2008)
	5	1	1	1	1	9	(Ferreira <i>et al.</i> , 2015)
Etefón	5	1	1	1	1	9	(Barbosa <i>et al.</i> , 2008)
Radiación gamma	1	1	1	1	10	14	(Santos <i>et al.</i> , 2010)

Tecnología	Costos	Disponibilidad	Firmeza	Aumento vida útil	Disminución de enfermedades	Total	Referencia
	1	1	1	1	10	14	(Santos <i>et al.</i> , 2015)
Empaque	1	1	1	10	1	14	(Yamashita <i>et al.</i> , 2001)
	1	1	10	10	1	23	(De Sousa <i>et al.</i> , 2002)
Temperatura ambiente y humedad relativa	10	10	10	1	1	32	(De Sousa <i>et al.</i> , 2002)
	10	10	10	1	1	32	(Ribeiro <i>et al.</i> , 2015)

Discusión

Se considera que han disminuido los estudios y las publicaciones científicas (**figura 1**) debido a las formas de consumo de los frutos de mango, este se consume en todos sus diferentes estados de madurez a nivel mundial siendo así una fruta que se comercializa sola. En algunos países se ha cuadruplicado su consumo, por ejemplo, en los Países Bajos se presentó un consumo per cápita de 5,5 kg/persona/año. Además, se observó que la producción mundial de mango es aproximadamente de 47 millones de toneladas, de las cuales son exportadas 1,7 millones, lo que significa que los países productores son a la vez consumidores de los frutos de mango (Redagráfica, 2021).

Al revisar los efectos negativos de las tecnologías que estudiaron la variedad Tommy Atkins (**tabla 3**), se descartaron las siguientes tecnologías poscosecha: i) refrigeración (con temperaturas de 2 °C y 5 °C): se presentó daño en la coloración de la piel (Almeida-Miguel *et al.*, 2011); ii) tratamiento hidrotermal: cambios en la

aparición externa después del tratamiento y almacenados a 25 °C **disminuyeron** la calidad de los frutos (Vilar *et al.*, 2019); iii) recubrimiento comestible y humedad relativa: pérdida de masa en los mangos (Mulkay, 2017); iv) refrigeración y conservantes químicos: en la variedad Tommy Atkins no aumentó la vida útil ni conservó la calidad de los frutos (Da Silva e Menezes, 2009).

Las tecnologías a las cuales se les hizo la matriz de decisión (**tabla 4**), son las que han estudiado la variedad Tommy Atkins y con las cuales se encontraron solo efectos positivos en todos los estudios, y son las siguientes:

- Recubrimientos y películas comestibles (aceites esenciales, polisacáridos, ceras y quitosano).
- Aceites esenciales: redujo la antracnosis y aumentó la calidad de los frutos (Cruz *et al.*, 2010).
- Retraso de la maduración y conservación del color de la piel (de Lima *et al.*, 2012).

- Disminución de los microorganismos aerobios y mesófilos probados (Medeiros *et al.*, 2011).
- Polisacáridos y ceras: conservaron los sólidos solubles, la acidez titulable, retraso el color de la cáscara, la piel y el pH. Aumentó la vida útil en cinco días (Scanavaca *et al.*, 2007). Conservación del color y atributos fisicoquímicos (Dussan-Sarria *et al.*, 2014), retrasó la maduración y aumentó la calidad de los frutos (Amariz *et al.*, 2010). Menos variación del pH, disminución de la antracnosis (Cruz *et al.*, 2010).
- Quitosano: aumentó la firmeza, sólidos solubles totales, aumento de vida útil por veintiún días, acidez titulable (Bello-Lara *et al.*, 2016). Aumento de los sólidos solubles totales, la acidez titulable, firmeza, pH, el peso. La cáscara permaneció verde, aumento de la vida útil en tres días (Vilar *et al.*, 2019).
- Conservantes químicos (1-MCP) (Etefón). 1-MCP: conservación de la firmeza en los frutos (ver **tabla 5**), (de Lima *et al.*, 2006). Conservación de las características cualitativas de los frutos (Neves *et al.*, 2008). Aumento de los sólidos solubles totales, baja acidez titulable (Ferreira *et al.*, 2015). Etefón: fue eficiente en el proceso de maduración de los frutos, conservando la coloración de la piel y la pulpa, no hubo pérdida de masa fresca, la firmeza de la pulpa, contenido de sólidos solubles y acidez titulable (Barbosa *et al.*, 2008).
- Radiación gamma: retraso de la maduración, conservación de las características cualitativas, reducción del patógeno *Fusicoccum* en los frutos (Santos *et al.*, 2010). Conservación del pH, los sólidos solubles, ácido ascórbico, acidez titulable y disminución de la pudrición del pedúnculo (Santos *et al.*, 2015).
- Empaques: aumento de la vida útil en veintiún días, disminución de la actividad metabólica, conservación de sólidos solubles totales, acidez titulable (Yamashita *et al.*, 2001). Firmeza, sólidos solubles totales, azúcares solubles totales y acidez titulable total, aumento de la vida útil por cuarenta y dos días (de Sousa *et al.*, 2002).
- Temperatura ambiente y humedad relativa: menor incidencia de daño por antracnosis aumentó de la vida útil, en los frutos de mango de la variedad Tommy Atkins (Mulkay, 2017).

Como se encontraron varios estudios en cada una de las tecnologías expuestas en la **tabla 4**, se seleccionaron las de mayor valor en cada una de ellas para la decisión. Las tecnologías poscosecha recomendadas para Colombia son, en primer lugar, el recubrimiento comestible a base de quitosano, ya que presentó el mayor puntaje (36), tiene costo medio, disponibilidad de conseguir la materia prima, aumentó la firmeza y la vida útil, no obstante, no presentó reporte de incidencia

en el control de enfermedades. La segunda tecnología para recomendar para Colombia es la temperatura ambiente con la humedad relativa que presentó un puntaje de 32 en la matriz de decisión, tiene costo bajo, alta disponibilidad, aumentó la firmeza, no presentó incremento de vida útil, tampoco hubo reporte en control de enfermedades, pero es interesante para los productores por tener costos bajos.

En Colombia se pueden implementar políticas de innovación que diseñen nuevas tecnologías y estas se puedan incorporar a las exigencias mundiales en la calidad de los frutos, como el irradiador que demostró ser una excelente opción en las tecnologías poscosecha, porque incrementa la vida útil de los mangos llevando a los productores a ser más competitivos y a mejorar su rentabilidad.

Es importante avanzar en un mayor aprovechamiento de los métodos disponibles, aprovechando la ventaja competitiva en el uso del quitosano, debido a la oferta disponible en el país, ya que los criaderos de crustáceos en la costa caribe son de fácil acceso a todos los departamentos productores de mango, con esto los productores pueden regular los precios mediante un buen manejo de la oferta de los frutos con el aumento en su vida útil.

Se descartaron las siguientes tecnologías en la matriz de decisión: conservantes químicos (1-MCP y etefón) porque presentaron costo medio, poca disponibilidad, no aumentan la firmeza, ni la vida útil y tampoco tuvieron incidencia en la disminución de enfermedades. La radiación gamma por sus altos costos, poca disponibilidad, tampoco hubo aumento de

firmeza ni de la vida útil, sin embargo, hubo una alta incidencia en la disminución de enfermedades. Los empaques presentaron altos costos porque se deben empacar de manera individual, poca disponibilidad, aumentó la vida útil, no hubo incidencia en el control de enfermedades.

Las tecnologías seleccionadas se ajustan a las buenas prácticas de poscosecha en Colombia (Gobernación del Tolima *et al.*, 2017), se pueden incorporar en los diferentes pasos descritos: cosecha del fruto, madurez de recolección, adecuación, selección, clasificación y empaque (cajas plásticas o de cartón), almacenamiento y luego el transporte y comercialización en los mercados mayoristas. Se podrían realizar en el momento de la adecuación o después de la selección y clasificación dependiendo del mercado al que se desea comercializar.

Conclusiones

Se encontraron diferentes estudios poscosecha en los que el país que más participa es Brasil con treinta y seis artículos y la variedad más estudiada es la Tommy Atkins. Las tecnologías más estudiadas son: recubrimientos comestibles a base de aceites esenciales (polisacáridos y ceras y quitosano), conservantes químicos (CaCl₂, 1-MCP y etefón), radiación gamma, refrigeración, radiación UV-C, altas presiones hidrostáticas (APH), tratamiento hidrotermal, empaques, temperatura ambiente y humedad relativa, recubrimiento comestible y humedad relativa, radiación UV-C y tratamiento hidrotermal, refrigeración y conservantes químicos.

Para realizar la matriz de decisión se descartaron las siguientes tecnologías que no estudiaron la variedad Tommy Atkins que es la más producida en Colombia: conservantes químicos (CaCl₂), altas presiones hidrostáticas, radiación UV-C, tratamiento hidrotermal, recubrimientos comestibles y humedad relativa, radiación UV-C y tratamiento hidrotermal, refrigeración y conservantes químicos. También se descartaron las tecnologías detalladas a continuación: refrigeración entre 2 °C y 5 °C porque presentó daño en la coloración de la piel, tratamiento hidrotermal que tuvo cambios negativos en la apariencia externa después del tratamiento y almacenados a 25 °C disminuyendo la vida útil, recubrimiento comestible y humedad relativa por pérdida de masa, refrigeración y conservantes químicos.

La radiación gamma es una tecnología poscosecha que presenta excelentes resultados y es una gran alternativa para los cultivares de mango, pero, no se recomienda para Colombia por su baja disponibilidad y altos costos en el país. Está se puede implementar políticas de innovación, creando nuevas tecnologías (irradiador) elemento principal en la aplicación de dicha tecnología poscosecha. A diferencia, las tecnologías poscosecha más adecuadas para Colombia, serían dos, en primer lugar, los recubrimientos comestibles a base de quitosano, ya que permiten el aumento de la firmeza, vida útil, tiene costos medios y alta disponibilidad de materias primas, sumado a lo anterior, Colombia cuenta con criaderos de crustáceos que son la materia prima principal para la elaboración del recubrimiento, además, se cuenta con vías

transitables que permiten la distribución a las zonas productoras de mango. En segundo lugar, se encuentra la temperatura ambiente con humedad relativa debido a que aumenta la firmeza, es de bajo costo y tiene alta disponibilidad, no obstante, no aumenta la vida útil.

A través de esta revisión bibliográfica se pudieron observar las ventajas que tiene el uso de las tecnologías poscosecha para ayudar en la conservación de la calidad en los frutos de mango hasta llegar al consumidor final. Con la identificación de las mejores prácticas en la poscosecha del mango se busca contribuir en el aumento de la vida útil de los frutos y a su vez, mejorar los ingresos de los productores colombianos, dando a conocer esta investigación a los gremios hortofrutícolas. Es importante que para la implementación de las tecnologías poscosecha recomendadas para Colombia se cuente con asesoría de técnica.

¿Cómo se puede llegar a los productores de mango del país con esta investigación?

Referencias

- Almeida-Miguel, A.; Durigan, J.; Morgado, M. e Gomes, R. (2011). Injúria pelo frio na qualidade pós-colheita de mangas CV. Palmer. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, 255-260.
- Amariz, A.; Coêlho, M.; Gomes, D.; Nascimento, A. e Passos, T. (2010). Recobrimentos à base de carboximetilcelulose e dextrina em mangas “Tommy Atkins” armazenada sob refrigeração. *Ciência Rural*, 40(10), 2199-2205.

- Ambuko, J.; Githiga, R.; Hutchnison, M.; Gemma, H. and Owino, W. (2013). Effect of maturity stage and cultivar on the efficacy of 1-MCP treatments in mango fruits. *Revisit Horticulture*, (1007), 39-47.
- Asociación Española de Normalización y Certificación [Aenor]. (2018). Norma Española Experimental UNE166006 Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia e inteligencia.
- Baldwin, E. A.; Burns, J. K.; Kazokas, W.; Brecht, J. K.; Hagenmaier, R. D.; Bender, R. J. and Pesis, E. (1999). Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 17, 215-226.
- Barbosa, V.; Santana, E.; Vieira, G.; Ribeiro, J.; Araújo, L. e Alencar, F. (2008). Indução do amadurecimento de mangas CV. Tommy Atkins e CV. Ubá pela aplicação de Ethephon **pós-colheita**. *Bragantia*, 67(1), 225-232.
- Bello-Lara, J.; Balois, R.; Juárez, P.; Sumaya, M. and Jiménez, I. (2016). Coatings based on starch and pectin from 'Pear' banana (*Musa* ABB), and chitosan applied to postharvest 'Ataúlfo' mango fruit. *Chapingo Serie Horticultura*, 22(3), 210-218.
- Brecht, J. and Yahia, E. (2017). Harvesting and Postharvest Technology of Mango. In M. Siddiq, J. Brecht and J. Sidhu (Eds.), *Handbook of Mango Fruit: Production, Postharvest Science, Processing Technology and Nutrition* (pp.105-129). John Wiley and Sons.
- Camatari, F.; Santana, L.; Carnelossi, M.; Alexandre, A.; Nunes, M.; Goulart, M.; Narain, N. and da Silva, M. (2018). Impact of edible coatings based on cassava starch and chitosan on the post-harvest shelf life of mango (*Mangifera indica*) 'Tommy Atkins' fruits. *Food Science and Technology*, 38, 86-95.
- Cancino, R.; Salvador, M.; Hernández, E.; Grajales, J. and Vásquez, A. (2020). Gamma Irradiation of Mango 'Ataúlfo' at Low Dose: Effect on Texture, Taste, and Odor Fruit. *Food Science and Technology Research*, 26(1), 59-64.
- Chiumarelli, M.; Ferrari, C.; Sarantópoulos, C. and Hubinger, M. (2011). Fresh Cut 'Tommy Atkins' Mango Pre-treated with Citric Acid and Coated with Cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) Starch or Sodium Alginate. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12(3), 381-387.
- Cruz, M.; Clemente, E.; Cruz, M.; Mora, F.; Cossaro, L. e Pelisson, N. (2010). Efeito dos compostos naturais bioativos na conservação pós-colheita de frutos de mangueira CV. Tommy Atkins. *Ciência e Agrotecnologia*, 34(2), 428-433.
- Da Silva, A. e Menezes, J. (2009). Caracterização físico-química da manga 'Tommy Atkins' submetida a aplicação de cloreto de cálcio pré-colheita e

- armazenamento refrigerado. *Scientia Agricola*, 58(1), 67-72.
- Da Trindade, D.; De Lima, M. e de Assis, J. (2015). Ação do 1-metilciclopropeno na conservação pós-colheita de manga 'Palmer' em diferentes estádios de maturação. *Pesquisa Agropecuária*, 50(9), 753-762.
- De Lima, M.; Da Silva, A.; Azevedo, S. e Santos, P. (2006). Tratamentos pós-colheita com 1-metilciclopropeno em manga Tommy Atkins: efeito de doses e número de aplicações. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28(1), 64-68.
- De Lima, M.; da Silva, A.; Santos, P. e Azevedo, S. (2007). Época de aplicação pós-colheita de 1-metilciclopropeno e frigoarmazenamento na vida útil de manga Tommy Atkins. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29(3), 445-450.
- De Lima, A.; Silva, S.; Rocha, A.; Do Nascimento, L. e Ramalho, F. (2012). Conservação pós-colheita de manga Tommy Atkins' orgânica sob recobrimentos bio-orgânicos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34(3), 704-710.
- De Sousa, J.; Praça, E.; Alves, R.; Neto, F. e Dantas, F. (2002). Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos na qualidade de mangas Tommy Atkins. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24(3), 665-668.
- Dirpan, A.; Tahir, S.; Tahir, M.; Djalal, M. and Firdaus, A. (2020). The potential of the ZECC-washing combination to extending the mango's shelf life. *Earth and Environmental Science*, 575(1), 1-9.
- Dussan-Sarria, S.; Torres, C. y Reyes, P. (2014). Efecto del recubrimiento comestible sobre los atributos fisicoquímicos de mango Tommy Atkins mínimamente procesado y refrigerado. *Acta Agronómica*, 63(3), 212-221.
- Estrada-Mesa, E.; Padilla, F. y Márquez, C. (2015). Efecto de recubrimientos protectores sobre la calidad del mango (*Mangifera Indica L.*) en poscosecha. *Actualidad y Divulgación Científica*, 18(1), 181-188.
- Ferreira, P.; Coêlho, M.; Gomes, D. and Elesbão, R. (2015). Quality of different tropical fruit cultivars produced in the Lower Basin of the São Francisco Valley. *Ciência Agrônômica*, 46(1), 176-184.
- Gobernación del Tolima, Universidad del Tolima y SENA. (2017). *Diseño e implementación de un modelo logístico como base para la integración de valor de la cadena hortofrutícola del Tolima. Protocolo de buenas prácticas de cosecha*. Gobernación del Tolima.
- Gomes, E.; Gondim, J.; Dos Santos, F.; Do Nascimento, L.; Batista, J. e Silva, S. (2010). Podridão peduncular e qualidade de mangas 'Tommy Atkins' procedentes do mercado atacadista de campina grande-pb. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(4), 1267-1271.

- Hernández-Muñoz, P.; Almenar, E.; Del Valle, V.; Vélez, D. and Gavara, R. (2008). Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chem*, 110(2), 428-435.
- Hoa, T. and Ducamp, N. (2008). Effects of different coatings on biochemical changes of 'cat Hoa loc' mangoes in storage. *Postharvest Biology Technology*, 48, 150-152.
- Liu, K.; Wang, X. and Young, M. (2014). Effect of bentonite potassium sorbate coatings on the quality of mangos in storage at ambient temperature. *Journal of Food Engineering*, 137, 16-22.
- Márquez, J.; Cartagena, J. and Pérez-Gago, B. (2009). Effect of edible coatings on Japanese loquat (*Eriobotrya japonica* T.) postharvest quality. *Vitae*, 16(3), 304-310.
- Medeiros, M. E.; Soares, N. de F.; Polito, T.; De Sousa, M. M. e Silva, D. F. (2011). Sachês antimicrobianos em pós-colheita de manga. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, 363-370.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (22 de noviembre de 2021). Mango colombiano ingresa a Estados Unidos. *Mincit*. <https://bit.ly/3sLJEIX>.
- Mulkay, T. (2017). Efecto de sales de quitosano en la calidad poscosecha del mango Tommy Atkins. *Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical*, 38(3), 135-141.
- Muy Rangel, D.; Espinoza, B.; Siller, J.; Sañudo, J.; Valdez, B. y Osuna, T. (2009). Efecto del 1-metilciclopropeno (1-mcp) y de una película comestible sobre la actividad enzimática y calidad poscosecha del mango Ataúlfo. *Fitotecnia Mexicana*, 32, 53-60.
- Nascimento, F.; Dos Santos, M.; Valdebenito-Sanhueza, R. e Bartnicki, V. (2014). Hidrotermia e radiação UV-C no controle de patógenos de manga e melão. *Summa Phytopathologica*, 40(4), 313-317.
- Neves, L.; Benedette, R.; Da Silva, V.; Prill, M.; Roberto, S. e Vieites, R. (2008). Qualidade pós-colheita de mangas, não-refrigeradas, e submetidas ao controle da ação do etileno. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(1), 95-100.
- Ortega, V.; Ramirez, J.; Velázquez, G.; Tovar, B.; Mata, M. and Montalvo, E. (2013). Effect of high hydrostatic pressure on antioxidant content of 'Ataulfo' mango during postharvest maturation. *Food Science and Technology*, 33(3), 561-568.
- Pérez, A.; Aristizábal, I. y Restrepo, J. (2016). Conservación de mango Tommy Atkins mínimamente procesado mediante la aplicación de un recubrimiento de aloe vera (*aloe barbandensis* miller). *Revista de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias*, 23(1), 65-77.
- Pérez, B.; Bringas, E.; Mercado, N.; Saucedo, C.; Cruz, L. y Báez, R. (2004). Aplicación de cera comestible en mango. Parte

- II: estudios fisiológicos asociados a la maduración del fruto durante el almacenamiento comercial. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 6(1), 24-33.
- Pereira, M.; Castricini, A.; Mitsobuzi, G.; Nogueira, R.; Fernandes, M. e De Almeida, T. (2014). Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. *Ceres*, 61(6), 975-982.
- Pierson, J.; Monteith, R.; Roberts-Thomson, J.; Dietzgen, G.; Gidley, J. and Shaw, N. (2014). Phytochemical extraction, characterization and comparative distribution across four mango (*Mangifera indica* L.) fruit varieties. *Food Chem*, 149, 253-263.
- Rahman, M.; Esguerra, E.; Saha, M. and Rolle, R. (2018). Managing quality and reducing postharvest losses in the mango value chain. *Acta Horticulturae*, 1210, 1-12.
- Redagráfica. (1 de octubre del 2021). *Cultivos frutales*. <https://n9.cl/8ya5fn>.
- Ribeiro, T.; De Lima, M.; Da Trindade, D.; Neto, P. e Ristow, N. (2015). Qualidade e compostos bioativos de frutos de acessos estrangeiros de mangueira conservados em Banco Ativo de Germoplasma. *Ciência Agrônômica*, 46(1), 117-125.
- Santos, A.; De Oliveira, S.; Da Silva, J. e Terao, D. (2010). Podridão por *Fusicoccum* em mangas submetidas a baixas doses de radiação gama. *Pesquisa Agropecuária*, 45(10), 1066-1072.
- Santos, A.; Lins, S.; Da Silva, J. and de Oliveira, S. (2015). Low doses of gamma radiation in the management of postharvest *Lasiodiplodia theobromae* in mangos. *Brazilian Journal of Microbiology*, 46(3), 841-847.
- Scanavaca, L.; Fonseca, N. e Pereira, M. (2007). Uso de fécula de mandioca na pós-colheita de manga surpresa. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29(1), 67-71.
- Siller-Cepeda, J.; Muy, D.; Báez, M.; Araiza, E. e Ireta, A. (2009). Calidad postcosecha de cultivares de mango de maduración temprana, intermedia y tardía. *Fitotecnia Mexicana*, 32(1), 45-52.
- Sothornvit, R. and Rodsamran, P. (2008). Effect of a mango film on quality of whole and minimally processed mangoes. *Postharvest Biology and Technology*, 47, 407-415.
- Scopus. (15 de enero de 2023). *Elsevier B.V.* <https://www.scopus.com/home.uri>.
- Scielo. (15 de enero de 2023). *Scientific Electronic Library Online*. <https://scielo.org/>.
- Vilar, S.; De Castro, M.; Benato, E.; Moreira, I.; Neto, A. e Schmidt, F. (2019). Ethanol effect associated with hydrothermal treatment on 'Tommy Atkins' mango's quality. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41(3), 1-9.
- Villamizar-Vargas, R.; Quiceno, C. y Giraldo, G. (2019). Cambios fisicoquímicos durante la maduración del mango

Tommy Atkins en la postcosecha. *Actualidad y Divulgación Científica*, 22(1), 1-5.

Yamashita, F.; Tonzar, A.; Fernandes, J.; Moriya, S. e Benassi, M. (2001). Embalagem individual de mangas CV. Tommy Atkins em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23(2), 288-292.

Zambrano, J. et Manzano, J. (1995). Influence du calcium sur la maturation et la conservation des mangues après leur récolte. *Fruits*, 50(2), 145-152.

Zambrano, J.; Maffei, M.; Materano, W.; Quintero, I. and Valera, A. (2011). Effect of three coatings on some quality aspects of mango fruit 'Bocado' during storage. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 28(1), 636-645.