

IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS POSCOSECHA Y SU EFECTO SOBRE LA VIDA ÚTIL EN FRUTOS PASIFLORÁCEOS. UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

B. E. Marín¹, G.A Hincapié² y J.A Barajas³

¹Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín, Colombia.

²Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Medellín, Colombia.

³Programa de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva, Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Medellín, Colombia.

bmarin@sena.edu.co; gustavo.hincapie@upb.edu.co; jaimealejandro.barajas@upb.edu.co

Palabras clave: empaques, maracuyá, *Passiflora edulis*, recubrimientos.

RESUMEN

Las pasifloras hacen parte de una riqueza a nivel económico, nutricional y genético, que tienen propiedades sedativas, antiespasmódicas y antibacteriales, y Colombia es un país con diversidad de estas especies. Para garantizar el aprovechamiento de estos frutos, por medio del objetivo de este estudio, se identifica el uso de las diferentes tecnologías poscosecha y su efecto sobre vida útil en frutos del género de las pasifloras. Esta es una investigación de tipo documental en la que se revisaron fuentes secundarias y terciarias; se aplicó una vigilancia tecnológica como estrategia metodológica y se utilizó el software Vantage Point para organizar la información. Además, se identificaron 37 publicaciones a nivel mundial sobre tecnologías poscosecha aplicadas a frutos de pasifloras, determinando los efectos en la y vida útil de los frutos luego de la aplicación de estas tecnologías, entre las encontradas están los empaques, conservantes químicos, recubrimientos, sistemas de refrigeración, aplicación de aceites esenciales, tratamientos hidrotérmicos y manejo de temperatura ambiente, siendo la tecnología de empaques la más estudiada, debido al bajo costo que toma implementar esta tecnología en la industria. Los principales frutos pasifloráceos estudiados fueron el maracuyá, la gulupa y la granadilla. Los resultados del estudio permitieron conocer las principales tecnologías usadas para la conservación de las pasifloras, así como la participación de Colombia en el tema de investigación, encontrándose por debajo de países como Brasil, Kenia, Japón y España.

Países productores como son Brasil, Ecuador, Perú, China y Colombia son los principales en género de pasifloras. En el caso de Brasil, alcanzó una producción mundial de maracuyá de 450.000 toneladas [1] al año 2002. Para el 2010 el país que lideró como exportador de maracuyá a nivel mundial fue Ecuador. De los países mencionados, Colombia tiene la mayor biodiversidad de especies de pasifloras en el mundo, con un registro de 910 especies, las cuales son ampliamente cultivadas en diferentes regiones, en particular se distribuyen a lo largo de la Región Andina. De igual manera, se destacan por su producción y exportación la gulupa (*Passiflora edulis Sims*), maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*) y granadilla (*Passiflora ligularis Juss*) [2]. Las pasifloras hacen parte de una riqueza a nivel económico, y contienen una composición nutricional y genética importante, que tienen propiedades sedativas, antiespasmódicas y antibacteriales.

En Colombia, para el año 2017, la producción nacional de frutas del género de *Passiflora* ocupó un área de 21.164 hectáreas. Los departamentos más importantes y de mayor producción en cuanto a Granadilla son Huila, con un 54% y Antioquia, con un 17%. Con respecto a Maracuyá, Meta abarca el 24%, seguido del Tolima con 19%, Antioquia con el 16% y Norte de Santander con el 15%. En Gulupa, el departamento de Cundinamarca cuenta con el 54% de producción y Boyacá con el 23%. En el caso de la Cholupa, Huila ocupa el 98%, seguido de Quindío con un 1,87%. Para Badea se registra con el departamento del Huila un 76% y Santander con un 24% de producción. [3].

Cada año en Colombia, por el inadecuado manejo de prácticas de poscosecha, se pierden aproximadamente 1,65 millones de toneladas de frutos. Esta pérdida se centra en la falta de selección y clasificación del producto y en las condiciones inadecuadas de empaque, transporte y almacenamiento. Esta situación ocurre, según Ocampo [4], en parte por el desconocimiento de tecnologías que permitan conservar las características y alargar la vida útil de los frutos después de cosechados.

Partiendo de lo explicado, el objetivo general de este estudio fue identificar, por medio de una vigilancia tecnológica, las tecnologías poscosecha aplicadas a frutos pasifloráceos a nivel científico y académico (publicaciones científicas a nivel mundial), enfocándose en los principales efectos sobre la y vida útil de estos frutos luego de la aplicación de las tecnologías poscosecha identificadas.

La estrategia metodológica se desarrolló mediante una vigilancia tecnológica desarrollada a partir de las siguientes etapas: planeación, búsqueda y análisis de la información, donde se definieron dos categorías. “Factores claves de vigilancia” (FCV): a) publicaciones científicas sobre tecnologías poscosecha aplicada a frutos de pasifloras y b) publicaciones científicas sobre los efectos en la y vida útil de los frutos pasifloráceos luego de la aplicación de las tecnologías.

Asimismo, se identificaron palabra claves que fueron seleccionadas en español e inglés, derivadas o en relación con las categorías o variables de análisis definidas: *Passiflora edulis*, poscosecha, Fruta de la pasión, Tecnología, Postharvest, Passion fruit, Technology. Para las ecuaciones de búsqueda se emplearon operadores booleanos como el AND y el OR, los cuales acotan o amplían la búsqueda; además, se usaron truncamientos y comodines como el asterisco (*) para ampliar los resultados.

De igual forma, para la selección de bases de datos o fuentes de información terciarias se utilizaron las bases de datos de *Scopus*, *Scielo* y *Redalyc*. En cuanto a *Scopus*, “es una base de datos de referencias bibliográficas y citas de la empresa *Elsevier*, de literatura *peer review* y contenido web de, con herramientas para el seguimiento, análisis y visualización de la investigación” [6]. La base de datos *Scielo* “es de acceso abierto a publicaciones electrónicas de ediciones completas de las revistas científicas, comprendiendo artículos de investigación, artículos de revisión, comunicaciones relacionadas con la investigación, estudios de caso, editoriales, entre otros” [7]. *Redalyc* es otra red de base de datos electrónica que se empleó con el fin de identificar contenidos académicos y de acceso abierto, principalmente de Iberoamérica [8].

2.1 PERÍODO DE BÚSQUEDA

Se definió de forma abierta y de carácter retrospectivo para cubrir la mayor cantidad posible de artículos científicos, desde los primeros registros hasta los documentos más actualizados y recientes.

2.2 COBERTURA GEOGRÁFICA

Se estableció a nivel mundial, con el propósito de identificar referentes tanto internacionales como nacionales en este campo de estudio.

2.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Este punto se llevó a cabo por categorías, a saber:

Categoría 1. Publicaciones científicas sobre tecnologías poscosecha aplicadas a frutos de pasifloras: después de encontrada la información en cada base de datos se efectuó la organización y depuración o limpieza. A los documentos resultantes se les identificaron las siguientes variables: tecnología poscosecha, afiliación institucional, tipo de fruta y año. Posteriormente, la información se analizó en el software de minería de texto Vantage Point para correlacionar las variables de una forma gráfica, así: publicaciones vs año, fruta vs tecnología, país vs fruta y mapa de clúster por tecnología poscosecha.

Categoría 2. Publicaciones científicas sobre los efectos en la y vida útil de los frutos pasifloráceos luego de la aplicación de las tecnologías. De los artículos seleccionados de la categoría anterior se procedió de la siguiente forma:

1. Lectura a profundidad de cada texto.
2. Identificación de los efectos en la y vida útil de los frutos pasifloráceos después de la aplicación de las tecnologías poscosecha identificadas.
3. Agrupamiento de la tecnología poscosecha que luego de aplicada haya presentado un efecto representativo en la y vida útil de la fruta.

La información organizada de esta manera fue la base para la presentación analítica de los resultados.

03

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Una vez definidas las palabras clave y la identificación de las bases de datos, se elaboraron las ecuaciones de búsqueda que se presentan a continuación (ver Tabla 1). Por cada base de datos se hicieron entre dos y tres ecuaciones, lo que permitió ampliar la investigación. En la base de datos *Scielo* se encontraron 60 artículos, 43 en *Scopus*, y 95 en *Redalyc*, lo que da un total de 198 investigaciones, entre los años 1996 hasta el 2018.

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Ecuación de búsqueda	Ecuación de búsqueda	Resultados
<i>Scielo</i>	(technolog* OR tecnolog*) AND (postharvest OR poscosecha) AND (passiflora* OR “passion fruit” OR “Tropical fruit” OR maracuya OR granadilla OR Cholupa)	(postharvest OR poscosecha) AND (passiflora* OR “passion fruit” OR “Tropical fruit” OR maracuya OR granadilla OR Cholupa)		60
<i>Scopus</i>	TITLE-ABS-KEY (technolog* AND postharvest AND passiflora*)	TITLE-ABS-KEY (technolog* AND postharvest AND (passiflora* OR “passion fruit”))	TITLE-ABS-KEY (postharvest AND (passiflora* OR “passion fruit”))	43
<i>Redalyc</i>	postharvest AND “passion fruit”	postharvest AND passiflora*	technolog* AND “passion fruit”	95

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda por base de datos.
Fuente: elaboración propia a partir de las bases de datos Scielo, Scopus y Redalyc.

Después de encontrada la información y realizada la organización y su respectiva depuración, se construyó la matriz donde se correlacionan las tecnologías poscosecha: revista, país, fruta estudiada, año y efectos sobre la y vida útil. De los 198 documentos encontrados, se llegó a un total de 37 artículos objeto de estudio que, en adelante, se denominarán “publicaciones”. Para una mayor organización y visualización de la información de las tecnologías identificadas, estas se agruparon en las siguientes:



empaques, conservante químico, recubrimientos, refrigeración, aceites esenciales, hidrotermia y temperatura ambiente. De igual manera, se identificó que las pasifloras (en adelante llamadas “frutas”) que fueron objeto de estudio son maracuyá (*Passiflora edulis*), gulupa (*Passiflora edulis Sims*), granadilla (*Passiflora ligularis*) y curuba (*Passiflora tripartita*).

A partir del año 1996 se registraron estudios relacionados con las tecnologías poscosecha que son aplicadas a las pasifloras, aunque la producción ha sido muy baja en la mayoría de los años, por lo que se encuentran entre 0 y 3 artículos por año. La mayor relevancia de estos estudios fue en el 2011 y en 2012, con seis (6) publicaciones cada uno.

Para ilustrar la explicación del tema, en la Figura 1 se identifica la relación entre las tecnologías poscosecha y las frutas; se constata que el maracuyá (*Passiflora edulis*) ha sido la fruta más estudiada, dado que se le han aplicado las siete tecnologías identificadas, debido a que es un producto de alta importancia comercial a nivel internacional [9]. En nivel de estudio, le sigue la gulupa (*Passiflora edulis S.*), en la que las tecnologías aplicadas fueron empaques, conservante químico, recubrimientos, sistemas de refrigeración, aplicación de aceites esenciales y temperatura ambiente. Igualmente, se denota sólo un estudio en curuba y granadilla con las tecnologías de refrigeración y conservante químico, respectivamente.

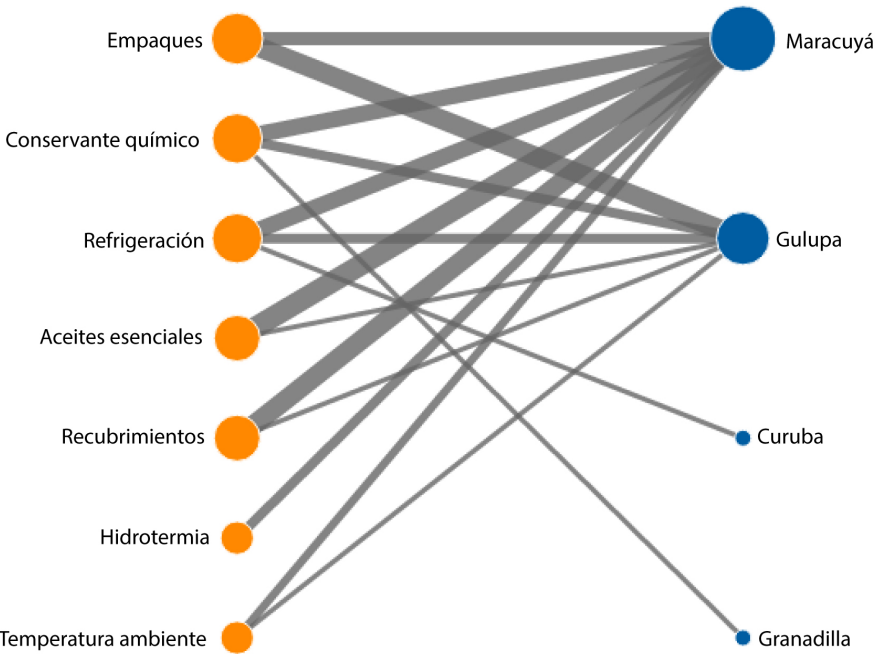


Figura 1. Relación tecnología vs. fruta.
Fuente: elaboración propia con Vantage Point 7.1 tomadas a partir de las bases de datos.

Con respecto a los países y/o instituciones que han investigado sobre esta temática, se puede indicar que el maracuyá (*Passiflora edulis*.) y la gulupa (*Passiflora edulis S.*) son las principales pasifloráceas objeto de estudio para las universidades e instituciones de investigación, para el maracuyá, de Brasil, España, México, Portugal y Venezuela; y para la gulupa repiten Brasil y España; también aparecen Colombia, Kenia, Japón, China y Tailandia (Figura 2). Es preciso resaltar que Brasil es el principal productor de maracuyá en el mundo, con un 50 % de la producción mundial, gracias a sus condiciones climáticas que hacen posible que se coseche todo el año [1]. De la misma manera, las instituciones de Kenia, Japón, China y Tailandia han mostrado interés en identificar el comportamiento y la caracterización de la gulupa, puesto que, en especial Kenia, se inició el desarrollo de estos cultivos para abastecer los mercados locales en los años 30 [10].

Por su parte, la Universidad Nacional de Colombia ha aportado estudios sobre la gulupa, y es la única institución que reporta investigaciones para la granadilla y la curuba, a causa de la importancia que han tenido estos cultivos a nivel nacional [3].

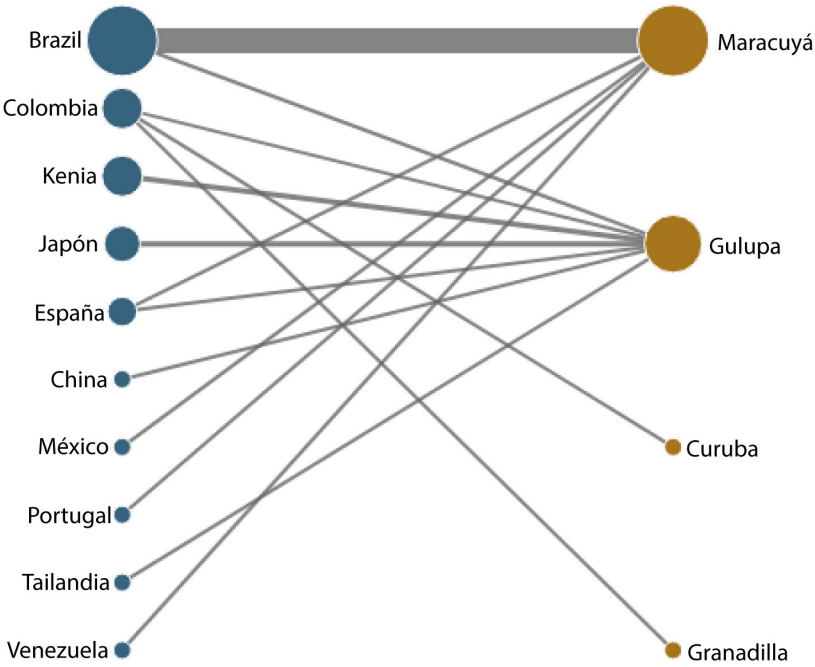


Figura 2. País vs. Fruta: Identificación de países investigadores en pasifloras.
Fuente: elaboración propia con Vantage Point 7.1 tomadas a partir de las bases de datos.

VP Cluster Map of Tecnología 3 (Cleaned)

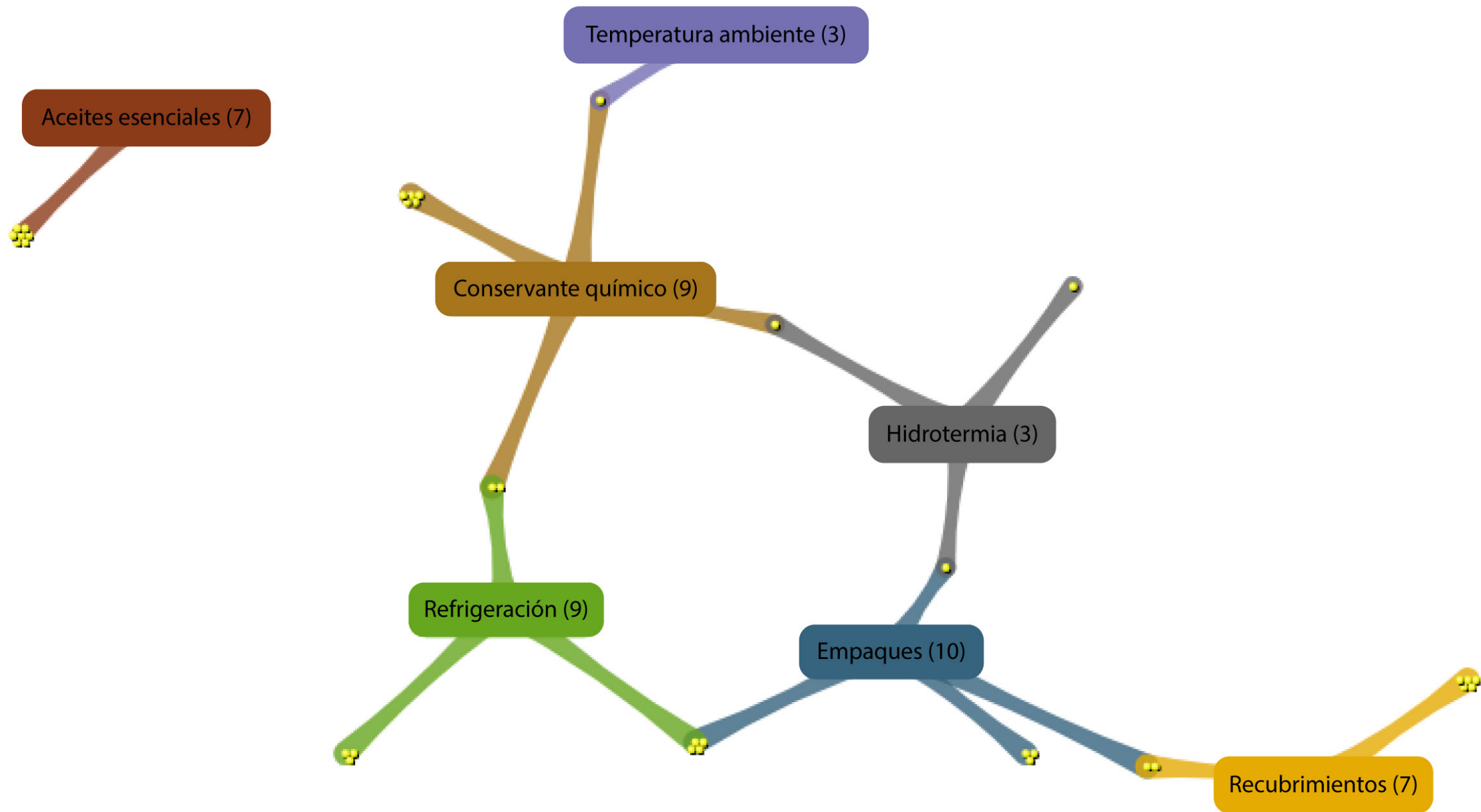


Figura 3. Cluster de tecnologías poscosecha: Relación de tecnologías usadas de forma individual o combinadas.
Fuente: elaboración propia con Vantage Point 7.1 a partir de las bases de datos.

En la Figura 3, se muestra el clúster de tecnologías poscosecha, en el que se pudo identificar cómo estas se relacionan y se aplican de modo complementario para los fines propios de estas tecnologías, las cuales fueron identificadas y empleadas de manera individual o combinadas. Los aceites esenciales se usaron sin ningún tipo de tecnología adicional; los sistemas de refrigeración y la hidrotermia se usaron individualmente y también combinados con el uso de empaques y la aplicación de conservantes químicos. Asimismo, los conservantes se utilizaron como única tecnología y con la aplicación de otras tres (3), o sea, la refrigeración, la hidrotermia y la temperatura ambiente, por lo que se puede decir que se aplicaron los conservantes químicos y los empaques a diferentes temperaturas para evaluar su eficacia en estas combinaciones. Otra de las tecnologías que se empleó de forma individual fueron los empaques, así como en conjunto con otras tres (3), que son la refrigeración, la hidrotermia y los recubrimientos. Este último, solo tuvo combinación con la tecnología de empaques porque comparten el mismo principio, el de generar una barrera a los agentes externos y al intercambio de gases. La combinación de las tecnologías se lleva a cabo para prolongar la vida útil del maracuyá, la gulupa, la curuba y la granadilla al reducir la tasa respiratoria y la carga microbiana, con lo que se disminuye su deterioro [9].

3.1 TECNOLOGÍA POSCOSECHA Y SUS EFECTOS

3.1.1. Empaques. Dentro de esta tecnología se incluyen Atmósferas Modificadas (AM), Atmósferas Controladas (AC), Cubierta Plástica PVC y Bolsas Xtend®, las cuales hacen parte de las bolsas de polietileno. Cabe anotar que la tecnología AM consiste en la aplicación de contenido gaseoso diferente al aire normal, se empaquen los frutos en un material, de tal forma que se impide, parcialmente, la difusión de gases y la modificación del ambiente gaseoso [9]; así, se reduce la tasa respiratoria y el aumento de cargas microbianas para disminuir su deterioro. Esto a diferencia de la AC, que se fundamenta en almacenar los frutos en cámaras de refrigeración totalmente herméticas, sustituyendo su atmósfera normal por una atmósfera baja en oxígeno (O_2) y alta en dióxido de carbono (CO_2).

Las frutas que se estudiaron con esta tecnología fueron la gulupa y el maracuyá, y su vida útil se extendió hasta por 20 días más que en condiciones normales [11]. Por otro lado, se identificó que las películas de policloruro de vinilo (PVC), aplicadas a las frutas de gulupa y maracuyá, ralentizan el encogimiento y la pérdida de peso durante el tiempo que la fruta esté en almacenamiento, debido a que el PVC es resistente al calor, inerte e inodoro, impermeable y aislante, lo que permite una mayor protección sobre el producto empacado. Con las bolsas Xtend® se comprobó la eficacia para controlar

la deshidratación, el ablandamiento y la oxidación del maracuyá. Estas bolsas son de alto grosor, pero se deben realizar microperforaciones para permitir la respiración del producto o aplicar atmósferas modificadas [12]. La tecnología se aplicó a una temperatura de $10^\circ C$ y una humedad relativa de 75 %, así que se aumentó la vida útil de la fruta hasta por cinco semanas [12]. La combinación de la aplicación de AC, policloruro de vinilo y recubrimiento a base de aplicación de cera parafina ayuda a reducir la pérdida de peso y prolonga la apariencia de la gulupa por un periodo de 10 a 12 días.

El policloruro de vinilo, junto con el manejo de refrigeración a una temperatura de $6^\circ C$, puede prolongar la vida útil del fruto hasta por 24 días; estas combinaciones ayudan a reducir la pérdida de peso y prolongan la apariencia de la gulupa por más tiempo [12]. Cuando se estudió el uso de las bolsas de polietileno con la aplicación de AC en la gulupa no fue muy efectivo, dado que los gases se vieron afectados por la actividad de respiración de los frutos y la permeabilidad de las bolsas a los gases [11]. Por otra parte, la aplicación de AC y un ambiente de refrigeración ($5^\circ C - 7^\circ C$) influyó en algunas características fisicoquímicas del maracuyá, como la preservación de la vitamina C, gracias a que al reducir la tasa respiratoria el proceso de oxidación disminuye por la ausencia de O_2 ; de igual forma, incidió en el aumento de azúcares solubles y la disminución del % de acidez, alcanzando un periodo total de almacenamiento bajo estas condiciones de 30 días [13].

3.1.2. Conservantes químicos. Se incluyen en este grupo el Metilciclopropeno (1-MCP), Cloruro de Calcio ($CaCl_2$), Ácido Salicílico y Desinfectantes o fungicidas.

3.1.2.1. Metilciclopropeno (1-MCP). Tiene la característica especial de inhibir el etileno, puesto que este es el responsable de acelerar la maduración de las frutas climáticas. La aplicación de este compuesto químico a la gulupa retrasó los estados de madurez del fruto, por lo que mejoró su aspecto visual y sus propiedades fisicoquímicas; no obstante, su incidencia en la aplicación sobre la granadilla fue muy baja porque la concentración que se debe aplicar para que su efecto sea notable es muy alta (600 mg/l de 1-MCP) y debe ser por largos tiempos de exposición sobre el producto. Se trabajó a una temperatura de $27^\circ C$ y una humedad relativa de 76 % [14].

3.1.2.2. Cloruro de Calcio ($CaCl_2$). Es considerado como un nutriente que puede mantener “la turgencia celular, la firmeza de los tejidos y el retardo del catabolismo de lípidos de membrana” [15]. Las concentraciones y el manejo de la temperatura juegan un papel importante dentro de la aplicación de este nutriente químico. Para el maracuyá, en un estudio donde se aplicó cloruro de calcio a concentraciones de 1 %, 2 %, 3 % y 4 % a una temperatura de $9^\circ C$ con una humedad relativa entre 85-90 %, entre menor concentración más efectividad presentó en el retraso de la evolución del color de la cáscara; además, se observó que entre más concentración, menor masa fresca y sin efecto en la maduración de las frutas [16].

3.1.2.3. Ácido Salicílico. Este compuesto reduce la actividad enzimática de la síntesis del etileno en la planta al inhibir su formación, reduciendo, de este modo, la tasa de respiración, lo cual ayudó a la conservación de frutas como la fresa, melocotones, jabuticabas y uchuva en su poscosecha [15]. Su aplicación sobre la planta de maracuyá, por un periodo de dos meses antes de la cosecha, tuvo como resultado un efecto negativo frente a los frutos en la poscosecha; la aplicación se realizó mientras el fruto aún estaba en la planta, por lo que se cree que la aplicación de otros fungicidas y los cambios de clima pudieron incidir en este efecto. Mientras, los frutos que se refrigeraron a 8°C y a una humedad relativa de 85 % sin la aplicación del Ácido Salicílico duraron hasta 26 días, pero cuando se almacena en un sistema de refrigeración de 12°C puede durar menos tiempo, hasta los 16 días [15]. En las publicaciones encontradas no se reportan resultados positivos cuando se aplica este compuesto químico en el fruto del maracuyá.

3.1.2.4. Desinfectantes o fungicidas. Sobre este punto, de Arruda et al. [17] identificaron el uso de un fungicida a base de procloraz, el cual mostró reducción en la incidencia de la podredumbre, inhibiendo el crecimiento del micelio en el pedúnculo de la fruta de maracuyá. Igualmente, se aplicaron desinfectantes a base de Hipoclorito Orgánico e Hipoclorito Inorgánico, ambos combinados con el manejo de temperaturas de 6, 10, 15 y 20°C, con una humedad relativa de 90 % durante un periodo de 4, 7, 14 y 21 días.

El uso de la tecnología de refrigeración combinada con desinfectantes posibilita la conservación de fruta reduciendo su tasa de respiración, lo cual lo hace un sistema eficaz para la disminución de la podredumbre. Las características fisicoquímicas no se vieron afectadas durante todo el tiempo de almacenamiento a 6 y 10 °C, mientras que a 15 y 20°C sí se presentaron fluctuaciones en los contenidos de Sólidos Solubles Totales (SST). La temperatura ambiente no es muy indicada para la conservación de frutas, dado que esta promueve el aumento de la tasa de respiración y producción de etileno, que son los principales factores para la oxidación y la alteración fisicoquímica [17].

3.1.3. Recubrimientos. Se realizaron estudios empleando recubrimientos a base de carnauba en maracuyá y gulupa. Tales recubrimientos poseen propiedades mecánicas, lo que genera una barrera frente al transporte de gases [18]. Estas ceras, fueron utilizadas en conjunto con la tecnología de empaques; así, se identificaron efectos en la conservación, reduciendo la pérdida de peso y mejorando la apariencia. En todos los casos, el uso de estas tecnologías aportó efectos positivos en cuanto a la vida útil de las frutas. Asimismo, la aplicación de las ceras fue por el método de inmersión (se garantiza el total recubrimiento del fruto, a diferencia de la aspersión, que puede ser volátil y no llegar al fruto totalmente), reposo y posterior almacenamiento, aplicando temperaturas entre 6°C y 15°C [19].

En el caso de la gulupa, se identificó el uso de ceras a base de parafina y ceras de marcas registradas, en lo que se identificaron efectos positivos en cuanto a las características fisicoquímicas, tales como Sólidos Solubles Totales y Vitamina C. En contraste, la aplicación de un choque de frío, a temperaturas de -2°C, afectó la vida útil de los frutos, presentando laceraciones en su epidermis [20]. El manejo de AC en el maracuyá, combinándolos con recubrimientos (ceras), evita la deshidratación por la reducción de la tasa respiratoria del fruto, aumentando el tiempo de vida útil y conservando la de su fragancia [21].

3.1.4. Refrigeración. La aplicación de esta tecnología consiste en mantener constantemente la temperatura de refrigeración (0°C hasta los 10°C) de las frutas. Esto permite la reducción del proceso metabólico de maduración, reduce la respiración y los cambios fisiológicos como la oxidación, mostrando “más tiempo su turgencia y volumen” característico de la fruta. En el caso de la refrigeración entre 4 y 7 °C en la curuba (*Passiflora mollissima* Bailey), se redujo la respiración y la transpiración, lo cual posibilita su conservación por mucho más tiempo.

Cuando se le interrumpe el sistema de refrigeración, se aconseja no dejar por más de 4 semanas a temperatura ambiente (16°C) [22], pues así aumenta su proceso de respiración y transpiración. En el manejo de la antracnosis, que es una de las principales enfermedades que ataca a los frutos de maracuyá por causa del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, la aplicación de la cadena de frío a 5°C con una humedad relativa de 90 % permitió una disminución del índice de proliferación del microorganismo. [23]. Las combinaciones con otras técnicas (AC, AM y conservantes químicos) fueron fundamentales para la preservación de la y el aumento de la vida útil, porque la síntesis de etileno se reduce, así como su acción en el metabolismo del fruto.

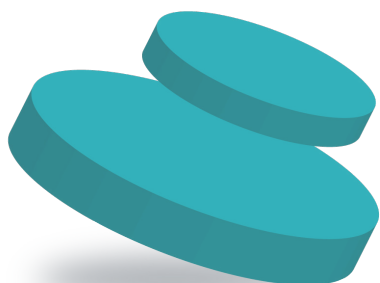
3.1.5. Aceites esenciales. Dentro de las publicaciones se encuentran aceites esenciales extraídos de plantas como pasto-limón, propóleo, Cymbopogon, soya, romero, nim, copaiba, copal, *Coriandrum sativum*, *C. flexuosus* y *Lippia alba*. En estos aceites se han encontrado sustancias que pueden poseer actividad antimicrobiana, tales como el decenol, decanol, dodecanal y dodecanol, los cuales también aportan actividad antifúngica, que hace posible combatir positivamente el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*. De la misma manera, ayudan a reducir la pérdida de masa de la fruta durante el periodo de almacenamiento.

Estos aceites esenciales pueden ser utilizados como tecnología de recubrimiento, lo que, además, ayuda a extender la vida útil de la fruta [24]. Por el contrario, el uso del aceite de copal y de jatobá no fue eficaz para combatir el patógeno que causa la enfermedad de la antracnosis que ataca al maracuyá y diversos frutos pasifloráceos, debido a que en su composición fenólica no se encontraron componentes activos antimicrobianos [25].

3.1.6. Tratamiento hidrotérmico. Se caracteriza por la inmersión de las frutas en aguas que están a temperaturas a más de 30°C por un tiempo determinado; esto se hace con el objetivo de reducir la expresión de infecciones latentes de organismos [23]. Se encontró que para la aplicación de esta tecnología se deben considerar aquellos frutos que no cuenten con daños mecánicos, defectos o síntomas de enfermedades, debido a que las temperaturas altas les pueden causar laceraciones y, por consiguiente, no podría ser útil para una posible comercialización [26].

En el estudio realizado al maracuyá por De Campos et al. (2005) [28] se emplearon temperaturas de 35°C, 43°C y 53°C, cada una con tiempos de 2, 4 y 2 horas, respectivamente. De este modo, se identificó que la condición adecuada para conservar las características fisicoquímicas de las frutas es la de 35°C y 2 horas, y que a temperaturas mayores a 40°C los compuestos como la vitamina C se pueden ver afectados [2]. Esta tecnología se combinó con otras tecnologías (conservantes químicos y empaques), lo que favoreció aspectos de tipo fisiológico, pero afectó negativamente otras propiedades, como Sólidos Solubles y Vitamina C, por causa de lo ya expuesto sobre su desnaturalización y/o destrucción, lo que permite pensar que se deben ampliar los estudios sobre las relaciones entre estas tecnologías. El tratamiento hidrotérmico a 47°C aplicado al maracuyá, antes de ser empacados en PVC y bolsas de polietileno de baja densidad, afectan las concentraciones de los gases en el interior del empaque porque la incidencia de la alta temperatura de la fruta puede aumentar la concentración del CO₂ y, por ende, la del etileno, lo cual favorece la proliferación microbiana y aumenta la respiración de los frutos; sin embargo, las propiedades fisicoquímicas no se vieron afectadas [26].

3.1.7. Temperatura ambiente. Este tipo de almacenamiento se ha caracterizado por ser el que más se emplea debido, en gran parte, al bajo costo y al desconocimiento de tecnologías apropiadas. Con esta tecnología se realizaron estudios al maracuyá, exponiendo el fruto a temperaturas entre 20°C y 35°C como método de conservación de frutas climatéricas; así, se genera gran influencia en la actividad fisiológica y la composición fisicoquímica de estos, pues la parte externa del maracuyá se ve afectada, pero su parte comestible permanece intacta. En los frutos como la gulupa, tiende a subir la actividad antioxidante, no obstante, los contenidos de vitamina C y de carotenoides presentan un comportamiento inestable [27, 29].



04

CONCLUSIONES

No hay una constante ni un alto número de estudios llevados a cabo que estén relacionados con la aplicación de tecnologías poscosecha a las pasifloras; apenas en 1996 apareció el primer artículo y se observó que en los años 2011 y 2012 se presentó el mayor número de publicaciones, con seis (6) cada uno. Posterior a esas fechas se ha tenido una tendencia a la baja hasta el año 2018. La fruta que más se ha estudiado es el maracuyá, siendo esta de mayor impacto en la comercialización por la demanda internacional que se debe a su apetecido jugo concentrado, su particular sabor ácido y su excelente aroma. A esta fruta le sigue la gulupa y cierran la granadilla y la curuba. El estudio reveló que la combinación entre tecnologías poscosecha, como es la aplicación de refrigeración con atmósferas controladas, refrigeración con conservantes químicos y empaques con refrigeración, se mostraron como sistemas más eficaces que al ser evaluados individualmente. Sin embargo, es la tecnología de empaques la que más se ha estudiado, debido al bajo costo que toma implementarla en la industria, seguida de la refrigeración y los recubrimientos.

Esta investigación permitió identificar, describir y establecer información útil de las investigaciones acerca de tecnologías poscosecha que se han realizado a las frutas del género de las pasifloras a nivel mundial. Esto hará posible aportar un apoyo para comunicar a los grupos y centros de investigación de interés, la información para que evalúen la probabilidad de seguir estudiando sobre este tema, haciendo énfasis sobre el efecto en la y vida útil de estos frutos.

05 REFERENCIAS

- [1] Corporación Colombia Internacional. 2003. Maracuyá - Perfil del producto No. 19 (Bogotá, D. C.: Ministerio de Agricultura y desarrollo Social de Colombia).
- [2] Miranda D, Fischer G, Carranza C, Magnitskiy S, Piedrahíta W y Flórez L E 2009 Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba (Bogotá, D. C.: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas) p. 358.
- [3] Agronet 2017 Producción de pasifloras en Colombia. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>. (Consulta del 20 de febrero de 2019).

- [4] Ocampo J, Rodríguez A, Puentes A, Molano Z y Parra M 2015 El cultivo de la cholupa (*pasiflora maliformis* L.): Una alternativa para la fruticultura colombiana. (Neiva: Corporación Centro de Desarrollo de Pasifloras – Cepass) p. 52.
- [5] Arango B, Tamayo L y Fadul A 2012 Vigilancia Tecnológica: Metodología y Aplicaciones. *Rev Electr Gest Pers y Tec* 5(13).
- [6] Scopus 2019 Base de datos bibliográfica de resúmenes y revistas de artículos científicos. Recuperado de <https://www.scopus.com/home.uri> (consulta del 8 de marzo de 2020).
- [7] Scielo 2019 Scientific Electronic Library Online. Recuperado de <https://scielo.org/es/> (consulta del 8 de marzo de 2020).
- [8] Redalyc 2019 Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe. Recuperado de <https://www.redalyc.org/> (consulta del 8 de marzo de 2020).
- [9] Fernández, S. M. 2016. Análisis de la Competitividad de las frutas exóticas caso maracuyá y granadilla como oportunidad de negocio en el mercado mexicano [tesis de especialización] (Bogotá, D. C.: Fundación Universidad de América) p. 53.
- [10] Ocampo J y Wyckhuys K 2012 Tecnología para la producción del cultivo de la gulupa (*P. edulis* f. *edulis* Sims) en Colombia (Bogotá, D. C.: Centro de Biosistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical y Ministerio de Agricultura y Desarrollo) p. 68.
- [11] Owino W O, Yumbya P, Shibairo S y Ambuko J. 2016. Efficacy of Activebag® packaging on postharvest quality of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) *Act Horticult* 1120 85-90.
- [12] Díaz R O, Moreno L, Pinilla R, Carrillo W, Melgarejo L M, Martínez O, Fernández-Trujillo J P y Hernández M. S. 2012. Postharvest behavior of purple passion fruit in Xtend® bags during low temperature storage *Act Horticult* 934727-731.
- [13] Cerqueira F, de Resende E, Martins D, dos Santos J y Cenci S. 2011. Qualidade do maracujá-amarelo armazenado sob refrigeração em atmosfera controlada *Ciênc Tecnol Aliment* 31 534-540.
- [14] Baraza A, Ambuko J, Kubo Y. y Owino W. O. 2012. Effect of agro-ecological zone and maturity on the efficacy of 1-methylcyclopropene (1-MCP) in extending postharvest life of purple passion fruits (*Passiflora edulis* Sims) *Act Horticult* 1007 73-80.
- [15] Aular J, Ruggiero C y Durigan J. 2001. Efecto de la envoltura plástica y el tiempo de almacenamiento sobre el comportamiento poscosecha de frutos de parchita maracuyá *Bioagro* 13(1) 17-19.
- [16] Da Silva A y Lopes R. 2000. Alterações nas características físicas do maracujá-doce submetido à imersão em solução de cloreto de cálcio *Food Sci Technol* 20(1) 56-59.
- [17] De Arruda M C, Fischer I, Marques E, Moraes M y Lourenço B. 2011. Postharvest of yellow passion fruit: Effect of chemicals and storage temperature [Efeito de produtos químicos e temperaturas de armazenamento na pós-colheita de maracujá-amarelo] *Semina: Cienc Agr* 32(1) 201-208.
- [18] Schotsmans, W C y Fischer, G. 2011. Passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). En Yahia E *Passion fruit (Passiflora edulis Sim.)*. Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits (Cambridge: Woodhead Publ.) pp. 125-142.
- [19] Hafle O M, Costa A C, dos Santos V y Moreira R. A. 2010. Características físicas e químicas do maracujá-amarelo tratado com cera e armazenado em condição ambiente *Rev Bras Ciênc Agrár* 5(3) 341-346.
- [20] Da Mota W, Chumhum L, Lacerda C, Polete G y De Melo L. 2006. Uso de cera de carnauba y saco plástico poliolefinico en conservación poscosecha del maracuyá amarillo *Rev Bras Frutic* 28 190-193.
- [21] Einhardt P, Madruga C y De Andrade S. B. 2017. Ácido Salicílico na Conservação Pós-Colheita de Frutos de *Physalis peruviana* L *Rev Iber Tecnol Postcos* 18(1) 53-59.
- [22] Botía Y C, Almanza P y Balaguera H. E. 2008. Efecto de la temperatura sobre la maduración complementaria en Curuba (*Passiflora mollissima* Bailey) *Rev U.D.C.A A & Div Cient* 11(2) 187-196.
- [23] Bautista S, Hernández A N, Velázquez del Valle M G, Hernández M, Ait E, Bosquez E y Wilson C. L. 2005. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities *Crop Protection* 25(2) 108-118.
- [24] Crivelari M, Passos F, Queiroz F, Alves S, Luiz W y Guimarães V. 2017. Extracto de propóleo en la conservación de la Maracuyá amarillo poscosecha *Interciencia* 42(5) 320-323.
- [25] De Araujo S, De Moura W, Andrade R, Lustosa C y Lima S. 2014. Controle pós-colheita da antracnose do maracujazeiro: amarelo com aplicação de óleo de copaíba *Rev Bras Frutic* 36(2) 509-514.
- [26] Anaruma N, Schmidt F, Teixeira M, Figueira G, Delarmelina C, Benato E y Sartoratto A. 2010. Control of *Colletotrichum gloeosporioides* (penz.) Sacc. In yellow passion fruit using *Cymbopogon citratus* essential oil *Braz J Microbiol* 41(1) 66-73.
- [27] Franco G, Cartagena J R, Correa G, Rojano B y Piedrahita A. M. 2014. Actividad antioxidante del jugo de *Passiflora edulis* Sims (Gulupa) durante la poscosecha *Rev Cubana Plant Med* 19(3) 154-166.
- [28] De Campos A, Manoel L, Damatto E, Lopes R, Leonel S y Evangelista R. 2005. Tratamiento hidrotérmico en el mantenimiento de la calidad poscosecha de maracuyá amarillo *Rev Bras Frutic* 27 383-385.
- [29] Ortiz D. 2010. Estudio de la variabilidad genética en materiales comerciales de gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims) en Colombia [tesis de maestría] (Bogotá, D. C.: Universidad Nacional de Colombia) p. 118.