

**Utilización de extractos vegetales perteneciente a la zona cafetera en la conservación de frutas y
verduras**

Leide Yamileth Valencia Marín

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas Tecnologías e Ingenierías
Tecnología de Alimentos
Dosquebradas
2021

**Utilización de extractos vegetales perteneciente a la zona cafetera en la conservación de frutas y
verduras**

Leide Yamileth Valencia Marín

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de Tecnóloga en alimentos

Director (a) de Proyecto

Ing. Bibiana Rosero Carvajal

Msc. Lady Johanna Rosero Carvajal

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnologías e Ingenierías

Tecnología de Alimentos

Dosquebradas

2021

Dedicatoria

Gracias a Dios por permitirme alcanzar una meta más en mi vida, a mi familia que estuvo ahí para apoyarme y no dejarme caer, ellos mi motivo y razón de ser.

Agradecimientos

A Dios, por darme la fortaleza, paciencia y emprendimiento de transitar por este camino que, aunque difícil fue lleno de aprendizaje y vivencias que enriquecieron mi vida.

A mi familia por el apoyo incondicional, la paciencia y motivación, que me permitieron no desfallecer.

A las Msc. Johanna Rosero, Msc. Leidy Jiménez y la Ing. Bibiana que siempre estuvieron atentas a guiarme y ayudarme en todo este proceso, un ejemplo de lo que lo que significa un verdadero maestro.

Tabla de Contenido

| | |
|--|----|
| Introducción | 10 |
| Justificación | 11 |
| Objetivos | 13 |
| Objetivo General | 13 |
| Objetivos Específicos | 13 |
| Metabolitos Secundarios | 14 |
| Terpenos | 16 |
| Compuestos fenólicos | 20 |
| Glicósidos. | 24 |
| Los Alcaloides | 26 |
| Conservación de Frutas y Verduras | 29 |
| Tratamientos para la conservación de frutas y verduras | 33 |
| Tratamiento hidrotérmico | 33 |
| Deshidratación y desecado de Frutas y Verduras | 33 |
| Deshidratación Osmótica | 34 |
| Atmosferas modificadas | 35 |
| Recubrimientos Comestibles | 35 |
| Tecnologías emergentes | 38 |
| Radiación ultravioleta de onda corta (UV-C): entre 200-280 nm | 38 |
| Ultrasonido | 40 |
| Utilización de Extractos Vegetales en la Conservación de Frutas y Verduras | 42 |
| Conclusiones | 60 |
| Referencias | 62 |

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Dedicatoria | 3 |
| Agradecimientos | 4 |
| Lista de Figuras | 6 |
| Lista de Tablas | 7 |
| Resumen | 8 |
| Introducción | 10 |
| Justificación | 11 |
| Objetivos | 13 |
| Objetivo General: | 13 |
| Objetivos Específicos: | 13 |
| Metabolitos Secundarios | 14 |
| Terpenos | 16 |
| Compuestos fenólicos | 20 |
| Glicósidos. | 24 |
| Los Alcaloides | 26 |
| Conservación de Frutas y Verduras | 29 |
| Tratamientos para la conservación de frutas y verduras | 33 |
| Tratamiento hidrotérmico | 33 |
| Deshidratación y desecado de Frutas y Verduras | 33 |
| Deshidratación Osmótica | 34 |
| Atmosferas modificadas | 35 |
| Recubrimientos Comestibles | 35 |
| Tecnologías emergentes | 38 |
| Radiación ultravioleta de onda corta (UV-C): entre 200-280 nm | 38 |
| Ultrasonido | 40 |
| Utilización de extractos vegetales en la conservación de frutas y verduras | 42 |
| Conclusiones | 60 |
| Referencias | 62 |

Lista de Tablas

| | | |
|----------------|---|----|
| Tabla 1 | Tratamientos a Base de Aloe Vera y Extractos de Moringa | 41 |
| Tabla 2 | Especies Vegetales del Eje Cafetero | 43 |
| Tabla 3 | Estudios de la Actividad Antimicrobiana de Aceites Esenciales | 46 |
| Tabla 4 | Métodos de Extracción de Aceites Esenciales | 62 |

Resumen

En la actualidad se ha incrementado el interés por el consumo de alimentos naturales, nutritivos y saludables entre los cuales encajan perfectamente las frutas y las verduras, el problema radica en su corta vida útil debido a predisposición a descomposición, contaminación o deterioro físico, por ello mediante este trabajo se realizará una gestión bibliográfica de las principales investigaciones acerca de los métodos más usados para la conservación de alimentos frescos de este tipo, haciendo hincapié en las técnicas donde se involucren metabolitos secundarios presentes en las plantas, ya sea haciendo uso de ellos en recubrimientos, adicionándolos en tratamientos o haciendo parte de un empaque inteligente.

A través de los avances en la industria alimentaria y farmacéutica se ha logrado identificar algunas de las propiedades aprovechables en las especies vegetales, entre las cuales podemos resaltar entre muchas otras, el efecto antioxidante de plantas como la albaca, limoncillo, tomillo y frutos cítricos como naranja y limón, actividad antimicrobiana presentes en los aceites esenciales de la cúrcuma, hierba buena, hinojo y menta o propiedades fungicidas de variedades como el tomillo y orégano. Especies presentes en el eje cafetero, zona que, por sus condiciones climáticas y geológicas, facilitan el cultivo de la gran variedad de flora, algunas ya aprovechadas, otras en proceso de investigación y otras aún desconocidas.

Adicionalmente se busca identificar las diferentes técnicas de extracción, que han sido utilizadas en la generación de productos como películas, recubrimientos comestibles, empaques y componentes como aceites esenciales aplicados en frutas y verduras, con el fin de mejorar su vida útil, la seguridad del producto y sus características organolépticas, estas alternativas de conservación, buscan minimizar el uso y abuso de productos de matriz química y sintética que a largo plazo puede causar problemas de salud a los consumidores, adicionalmente este tipo de

productos son biodegradables, valor agregado al alimento ya que minimiza el impacto negativo dejado al medio ambiente.

En el proceso de recopilación de información se tendrá en cuenta los factores que están asociados a las pérdidas postcosecha de los mencionados alimentos, donde por lo regular están involucrados microorganismos, hongos y la propia actividad enzimática de la fruta u hortaliza, permitiendo relacionar el metabolito al problema a tratar.

Introducción

Las frutas y verduras están clasificados como alimentos altamente perecederos y susceptibles a deteriorarse gracias al ataque de plagas, infecciones y enfermedades; según el Departamento de Planeación Nacional las frutas y verduras desperdiciadas en etapa postcosecha en Colombia superan los 1,93 millones de toneladas al año. (DNP, 2016). Por lo que investigadores de la industria alimentaria se han dado a la tarea de buscar diferentes alternativas para alargar la vida útil de este tipo de alimentos en el anaquel, entre las más conocidas se encuentran el sometimiento de este tipo de alimentos a bajas temperaturas, empaques plásticos, tratamientos térmicos, atmósferas modificadas, recubrimiento con ceras, resinas, entre otros.

El objetivo de estas películas y recubrimientos es retardar los procesos bioquímicos que continúan ocurriendo en su postcosecha, adicionalmente tienen como objetivo inhibir el desarrollo de microorganismos que puedan contaminar o deteriorar el producto, así mismo evitar la pérdida nutricional y que sus características organolépticas se vean afectadas. (Alzamora, Guerrero, Nieto, & Vidales, 2004).

Siguiendo esta línea de conservación de productos frescos (frutas y verduras) se ha investigado sobre nuevas técnicas de recubrimiento, donde los aceites esenciales juegan un papel fundamental en esta tarea, ya que se han identificado una serie de compuestos en ellos, los cuales cuentan con características antioxidantes, bactericidas, antifúngicas, entre otros.

Justificación

En la actualidad se ha intensificado la tendencia a la alimentación sana, se refiere a alimentos frescos y saludables, entre los cuales priman las frutas y verduras. Como parte de una dieta saludable baja en grasas, azúcares y sodio, la OMS recomienda consumir más de 400 gramos de frutas y verduras al día para mejorar la salud general y reducir el riesgo de determinadas enfermedades no transmisibles. (OMS, 2019).

El problema radica que en función de la conservación de estos alimentos se usan sustancias químicas las cuales dejan residuos en las plantas y sus frutos y cuando se consumen pueden alterar el normal funcionamiento del sistema hormonal, lo que se conoce como disruptores endocrinos lo que genera un mayor riesgo de cáncer hormono dependientes, como el de mama, próstata o testículos, enfermedades cardiovasculares o malformaciones genitales congénitas en niños. Asimismo, se han detectado efectos en el desarrollo del sistema nervioso central, causante de problemas de memoria o aprendizaje. De hecho, un informe de la Endocrine Society calculaba una pérdida anual de 13 millones de puntos de coeficiente intelectual en la población anual por exposición a disruptores endocrinos, que no solo están presentes en los pesticidas. (Infosalud, 2017). Por ello además de la utilización de productos naturales en las etapas de siembra y cosecha de frutas y verduras, ha surgido la necesidad de nuevas técnicas de conservación en postcosecha, Una alternativa que se ha venido gestando es la utilización de recubrimientos comestibles multicomponentes, los cuales pueden elaborarse con ingredientes básicos adecuados al producto para brindarle la protección de barrera deseada y además, sirven como vehículos para incorporar aditivos específicos que refuerzan su funcionalidad tales como antioxidantes, colorantes y antimicrobianos, que en el caso de estos últimos se evitaría el crecimiento de microorganismos patógenos en la superficie de los productos vegetales. El

mecanismo por el cual los recubrimientos conservan la calidad de frutas y vegetales es debido a que crean una barrera física a los gases, produciendo una atmósfera modificada ya que reducen la disponibilidad de O₂ e incrementan la concentración de CO.

Dentro de los agentes antimicrobianos incorporados a los recubrimientos vegetales pueden considerarse a los aceites esenciales, los cuales han mostrado una actividad fungicida contra patógenos postcosecha en un amplio intervalo de hongos. (Ramos García, y otros, 2009).

El eje cafetero es una zona con una diversidad vegetal muy amplia, recientes investigaciones han tenido como objetivo identificar en esta zona especies vegetales aprovechables para usos entre las más conocidas para usos farmacéuticos, aromatizantes y la industria alimentaria son la citronela, limoncillo, menta, jengibre, poleo, orégano, tomillo, eucalipto, entre muchas otras incluso aún sin explorar. (Montoya Cadavid, 2010) Para el caso de este trabajo se pretende explorar la literatura existente sobre la riqueza vegetal presente en el eje cafetero e identificar las especies que nos puedan aportar componentes que ayuden a la conservación de alimentos frescos como frutas y verduras, además que actúen como inhibidores de microorganismos. (Alzate O, Mier M, Afanador K, Durango R, & García P, 2008); (Acevedo, Navarro, & Monrroy, 2013), permitiendo la descripción de las diferentes técnicas de extracción de aceites esenciales y dar a conocer algunas investigaciones recientes en cuanto a los metabolitos secundarios provenientes de especies vegetales del Eje Cafetero empleados para la preparación de películas y/o resinas de recubrimiento natural, así como los beneficios que estos aportan a los diferentes grupos de frutas y verduras.

Objetivos

Objetivo General:

Exploración bibliográfica de especies vegetales provenientes del Eje Cafetero de interés biológico en el control de vida útil en postcosecha de frutas y verduras.

Objetivos Específicos:

Identificación de especies vegetales pertenecientes del Eje Cafetero que presentan propiedades biológicas en la conservación de frutas y verduras en postcosecha.

Comparación de técnicas de extracción de metabolitos de interés para la conservación de frutas y verduras en el área de postcosecha.

Identificación de metabolitos con mayor eficiencia en la conservación de frutas y verduras en postcosecha.

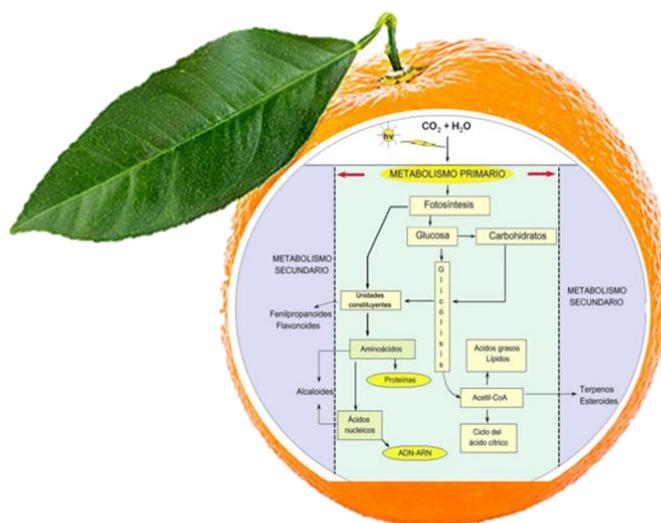
Metabolitos Secundarios

El ser humano ha hecho uso de las especies vegetales a lo largo de toda su historia, generando conocimiento de la flora en general, la cual ha aportado posibilidades diversas, para mantener y mejorar sus condiciones de vida, permitiendo el descubrimiento de cualidades comestibles, medicinales, tóxicas y religiosas en las plantas. (Carapía & Vidal, 2017).

Estas propiedades, entre otras razones se deben al conjunto de reacciones químicas que constituyen el metabolismo en las plantas. La mayor parte del carbono, del nitrógeno y de la energía termina en moléculas comunes a todas las células, necesarias para su funcionamiento y el de los organismos. Se trata de aminoácidos, nucleótidos, azúcares y lípidos, desempeñando las mismas funciones a los cuales se denominan metabolitos primarios. (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009).

Figura 1

Metabolismo Primario y Secundario de las Plantas



Nota: Elementos Básicos del Metabolismo Primario en Relación con el Metabolismo Secundario de Plantas

Adaptado de (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009)

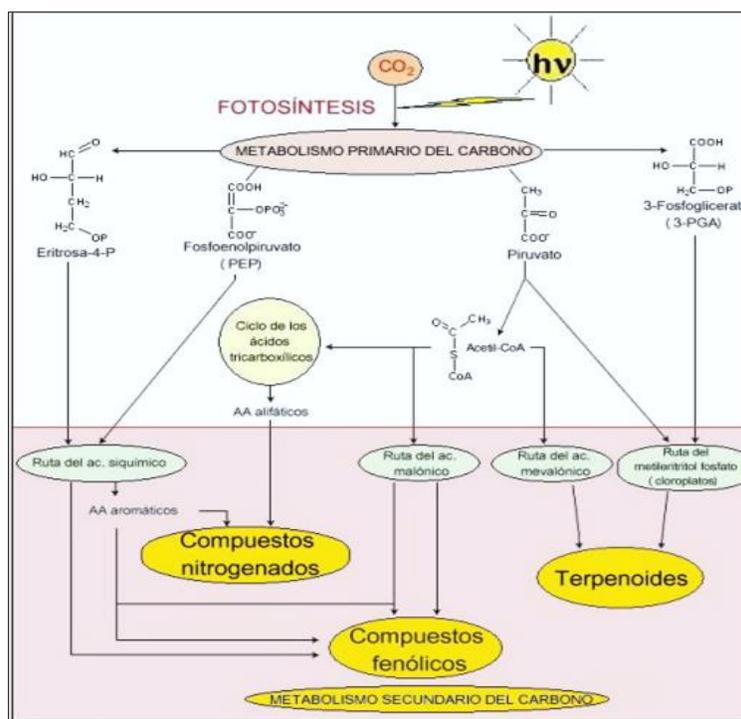
Las plantas, además del metabolismo primario presente en todos los seres vivos poseen un metabolismo secundario que les permite producir y acumular compuestos de naturaleza química diversa. Estos compuestos derivados del metabolismo secundario se denominan **metabolitos secundarios** (Ávalos García & Pérez Urría Carril, 2009), los cuales a pesar de no estar involucrados en las funciones esenciales de la planta, son muy importantes como mecanismo de defensa contra predadores y patógenos (López, 2017), también funcionan como atrayentes de insectos polinizadores y como agentes de competición planta-planta (Sierra Sarmiento, Barros Algarra, Gómez Paternina, Mejía Terán, & Suarez Rivera, 2018).

No todos los metabolitos secundarios se encuentran en todos los grupos de plantas, estos se sintetizan en pequeñas cantidades y no de forma generalizada, estando a menudo su producción restringida a un determinado género de plantas, a una familia, o incluso a algunas especies. (Ávalos García & Pérez Urría Carril, 2009)

Las principales rutas de biosíntesis de metabolitos secundarios se derivan del metabolismo primario del carbono, cabe destacar que también reciben la denominación de productos naturales y tienen un importante y significativo valor medicinal y económico, derivado éste último de su uso en la industria cosmética, alimentaria, farmacéutica. (Ávalos García & Pérez Urría Carril, 2009)

Figura 2

Elementos del Metabolismo del Carbono en Relación con las Rutas de Síntesis de Metabolitos Secundarios



Tomado (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009)

Los metabolitos secundarios se agrupan en cuatro clases principales que se describen a continuación;

Terpenos

Los terpenos o también denominados terpenoides son el grupo más numeroso de metabolitos secundarios, aproximadamente más de 40.000 moléculas diferentes, suelen ser insolubles en agua y derivan de la unión de unidades de isopreno (5 átomos de C).

Forman parte de los terpenos, las hormonas (giberelinas y ácido abscísico), pigmentos carotenoides (carotenos y xantofilas), esteroides (ergosterol, sitosterol, colesterol), derivados de los esteroides (glicósidos cardiacos), látex y aceites esenciales (proporcionan el olor y el sabor característico de las plantas).

Plantas como el limón, menta, eucalipto o tomillo producen mezclas de alcoholes, aldehídos, cetonas y terpenoides denominadas aceites esenciales, los cuales son responsables del olor y sabor característicos de estas, algunos de los cuales actúan como repelentes de insectos o insecticidas (Ávalos García & Pérez Urría Carril, 2009).

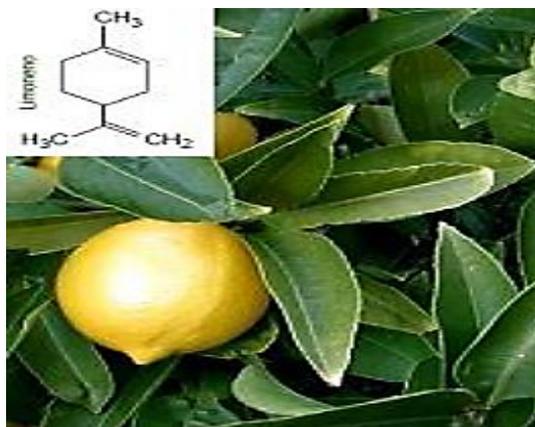
Entre las funciones que podemos encontrar de estos metabolitos son:

- ✓ En la industria alimentaria son utilizados como saborizantes y colorantes
- ✓ El uso en la industria cosmética se basa especialmente en la utilización de estos como colorantes y aromatizantes.
- ✓ Las Lactonas sesquiterpénicas por su parte son compuestos considerados como “amargos” y poseen propiedades farmacológicas, como antiinflamatoria, antimicrobiana, antimigrañosa, entre otras. Sin embargo, son también causantes de procesos alérgicos, principalmente dermatitis de contacto.

Los terpenos que se encuentran en los aceites esenciales son generalmente MONOTERPENOS, como el limoneno y el mentol, principales mono terpenos constituyentes de los aceites de limón y menta, respectivamente (Fig. 3 y 4) (Ávalos García & Pérez Urría Carril, 2009).

Figura 3

Estructura Química del Limoneno y Foto Árbol de Limón



Tomado de (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009)

Figura 4

Estructura Química del Mentol

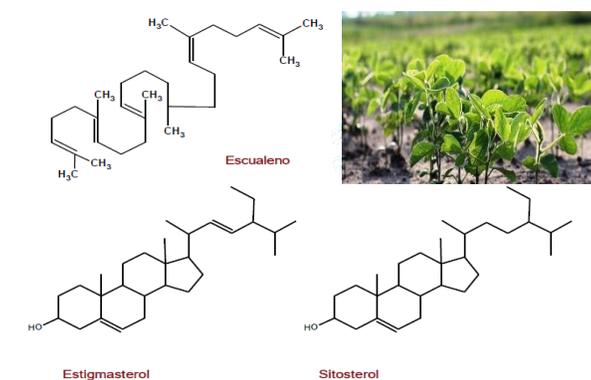


Tomado de (Mismumi, 2019)

Entre los Triterpenos se encuentran esteroides y esteroles derivados del escualeno, una molécula de cadena lineal de 30 C de la que derivan todos los triterpenos cíclicos. Los esteroides que contienen un grupo alcohol, y es el caso de casi todos los esteroides vegetales, se denominan esteroles. Los más abundantes en plantas son el Estigmasterol y el Sitosterol, que sólo difiere del Estigmasterol en la ausencia del doble enlace entre C 22 y C 23 (Fig. 5). (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009)

Figura 5

Molécula de Escualeno y sus Derivados Triterpenos cíclicos Estigmasterol y Sitosterol

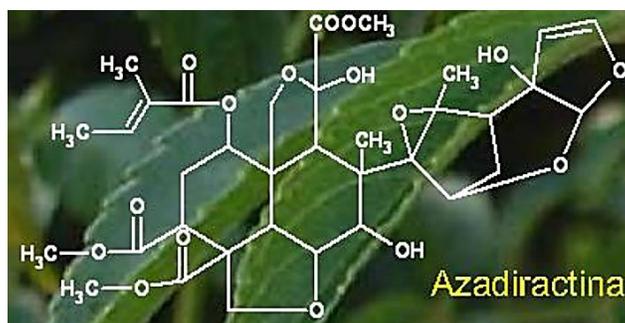


Adaptado de (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009)

Otro tipo de triterpenos son los limonoides los cuales son las sustancias amargas presentes en los cítricos actuando como anti herbívoros, de este grupo hace parte la azaridactina (Fig. 6) un poderoso repelente de insectos usado en la industria alimentaria y en agronomía para el control de plagas.

Figura 6

Estructura química de la Azadiractina

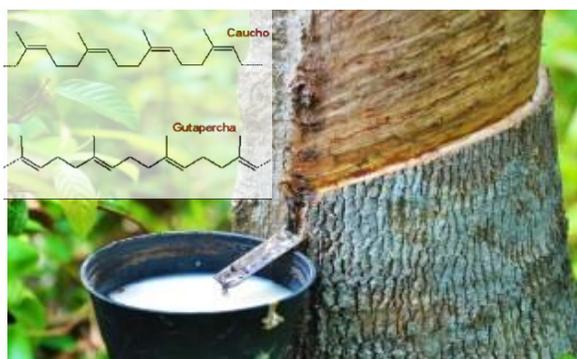


Tomado de (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009)

Los terpenos de mayor tamaño son los TETRATERPENOS y POLITERPENOS, entre los que se encuentran los carotenoides (tetraterpenos) (Fig.7) y los hidrocarburos de alto peso molecular caucho y gutapercha (politerpenos o poliisoprenoides) (Fig. 8)

Figura 7*Estructura Química del β -caroteno*

Adaptado de (Ávalos García & Pérez Urría Carril, 2009)

Figura 8*Estructura química del caucho y la guta e imagen árbol de caucho*

Adaptado de (Ávalos García & Pérez Urría Carril, 2009)

Compuestos fenólicos

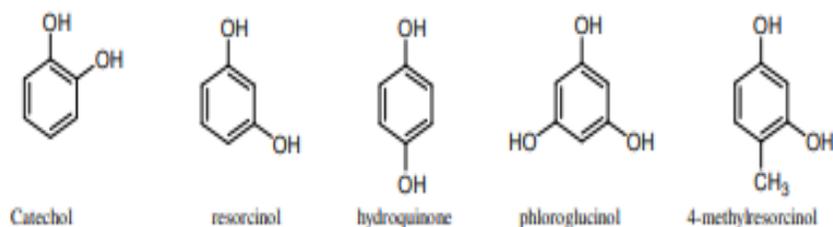
Las plantas sintetizan una gran variedad de productos secundarios que contienen un grupo fenol. Estas sustancias reciben el nombre de compuestos fenólicos, polifenoles o fenilpropanoides y derivan todas ellas del fenol, un anillo aromático con un grupo hidroxilo. (Ávalos García & Pérez Urría Carril, 2009).

Los fenoles simples son compuestos que tienen dos (en las posiciones 1,2, 1,3 o 1,4) o tres (en las posiciones 1,3,5 o 1,2,3) grupos hidroxilo en el anillo aromático. Las estructuras químicas de algunos compuestos fenólicos (Fig. 9). En cuanto a su presencia en los alimentos, los derivados de resorcinol, que son compuestos en su mayoría anfifílicas, están presentes en muchos cereales, existe evidencia de que, además de sus propiedades antioxidantes, estos

compuestos fenólicos tienen una actividad biológica importante, como los antibióticos, antiparasitarios y citotóxicos. (Peñarrieta, Tejeda, Mollinedo, Vila, & Bravo, 2014)

Figura 9

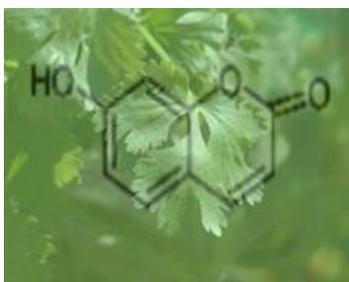
Estructuras Químicas de Compuestos Fenólicos Simples



Tomado de (Peñarrieta, Tejeda, Mollinedo, Vila, & Bravo, 2014)

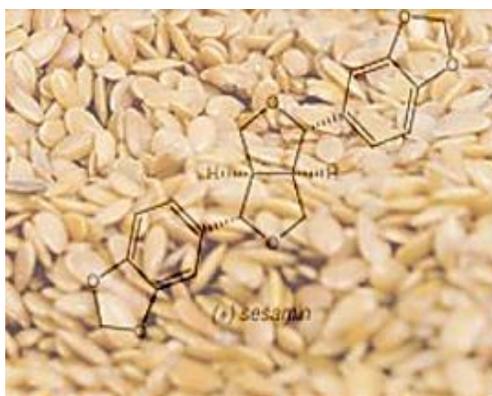
Entre los polifenoles vegetales, de los que actualmente se conocen más de 8000, figuran las quinonas fenólicas, las cumarinas, los lignanos, los estilbenos y los flavonoides. Además de las estructuras monoméricas y diméricas, existen importantes grupos de polímeros fenólicos, como las ligninas y los taninos. También se encuentran unidades fenólicas entre los compuestos nitrogenados, de los que un buen ejemplo es el aminoácido aromático tirosina (Sierra Sarmiento, Barros Algarra, Gómez Paternina, Mejía Terán, & Suarez Rivera, 2018).

Las cumarinas contienen un anillo aromático unido a un heterociclo oxígeno. Se consideran compuestos fenólicos, en particular, cuando un grupo hidroxilo está unido a un esqueleto de estructura cumarina. Un ejemplo de esto es el compuesto umbeliferona (Figura 10), en el que hay un grupo hidroxilo en la posición 7 en el anillo aromático, esta se ha destacado por su efecto antioxidante y antibacteriano. (Peñarrieta, Tejeda, Mollinedo, Vila, & Bravo, 2014)

Figura 10*Estructura Química de la Umbeliferona*

Adaptado de (Peñarrieta, Tejeda, Mollinedo, Vila, & Bravo, 2014)

Los lignanos son derivados de fenilalanina y alcoholes cinámicos presentes en varios alimentos, como granos, hortalizas y uvas, estos han demostrado una capacidad antioxidante significativa, y se consideran como fuentes de fitoestrógenos en la dieta, en particular el sesamol, un derivado de la estructura de la sesamina (Fig. 11). (Peñarrieta, Tejeda, Mollinedo, Vila, & Bravo, 2014)

Figura 11*Estructura Química de la Sesamina*

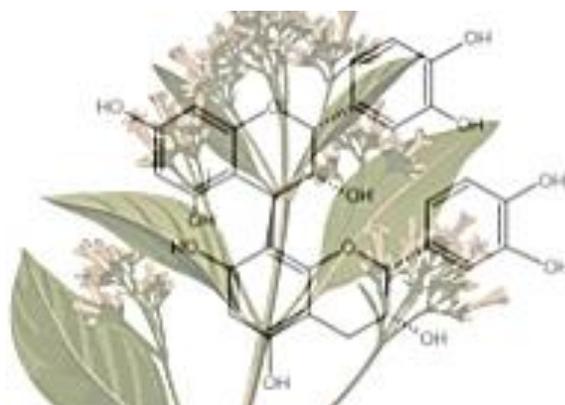
Adaptado de (Peñarrieta, Tejeda, Mollinedo, Vila, & Bravo, 2014)

Los taninos son diversos compuestos fenólicos con la particularidad de que se unen a las proteínas y precipitan. El nombre taninos se refiere al proceso de curtido en el que se convierte la piel de los animales en cuero. Originalmente, los taninos extraídos de las plantas fueron

utilizados para dicho proceso hasta que fueron reemplazados por minerales durante el siglo pasado. Los taninos están presentes en hojas, frutos y cortezas. Se encuentran en el roble (*Quercus* sp.), Castaño (*Castanea* sp.), entre otros. Estos compuestos complejos son parte de la protección de las plantas contra las infecciones y los herbívoros. Los taninos se clasifican en tres grupos según su estructura química: condensada (Fig. 12), hidrolizables (Fig. 13) y complejos (Fig. 14).

Figura 12

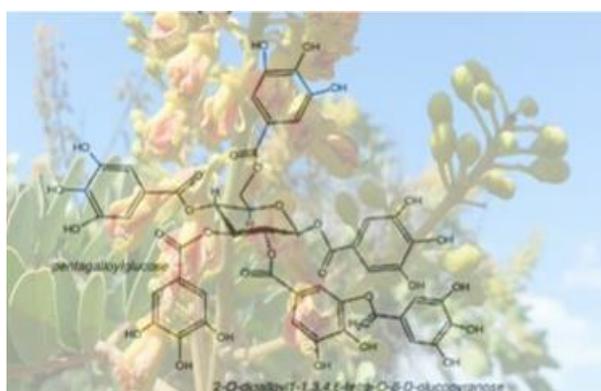
Estructura química de Procyanidina B2



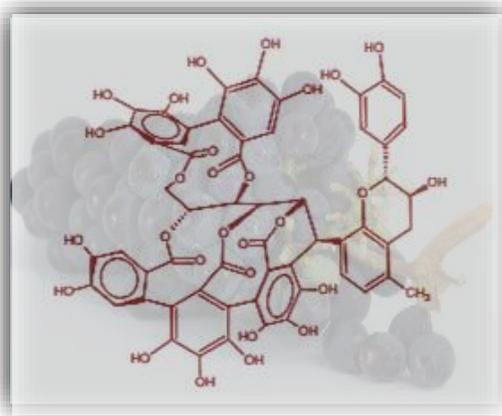
Adaptado de (Peñarrieta, Tejada, Mollinedo, Vila, & Bravo, 2014)

Figura 13

Estructura Química de Galotanninos



Adaptado de (Peñarrieta, Tejada, Mollinedo, Vila, & Bravo, 2014)

Figura 14*Estructura Química de Acutissimina A*

Tomado de (Peñarrieta, Tejeda, Mollinedo, Vila, & Bravo, 2014)

Actualmente existe un gran interés en el estudio los compuestos fenólicos, debido a sus propiedades antioxidantes, su participación en procesos sensoriales de los alimentos naturales y procesados, también tienen acción como antibióticos, pesticidas naturales, agentes protectores de rayos UV y aislantes en las paredes celulares (Sierra Sarmiento, Barros Algarra, Gómez Paternina, Mejía Terán, & Suarez Rivera, 2018).

Glicósidos.

Su nombre hace referencia al enlace glicosídico que se forma cuando una molécula de azúcar se condensa con otra que contiene un grupo hidroxilo. Existen tres grupos de glicósidos de particular interés: **saponinas** (Fig. 15), **glicósidos cardiacos** y **glicósidos cianogénicos**. Una cuarta familia, los **glucosinolatos**, se incluyen en este grupo debido a su estructura similar a los glicósidos (Manrique Cabrera, 2015)

Figura 15*Estructura Química de las Saponinas*

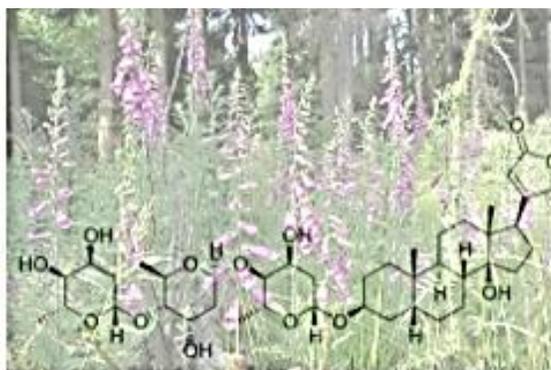


Adaptado de (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009)

Los glicósidos cardiacos o cardenólidos son semejantes a las saponinas esteroideas, tienen también propiedades detergentes, pero su estructura contiene una lactona. Se encuentran de forma natural en forma de glicósidos o de agliconas. Quizá el más conocido sea la digitoxina (Fig. 16), o su análogo digoxina, aislada de *Digitalis purpurea* y utilizada como medicamento en el tratamiento de la insuficiencia cardiaca congestiva. (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009)

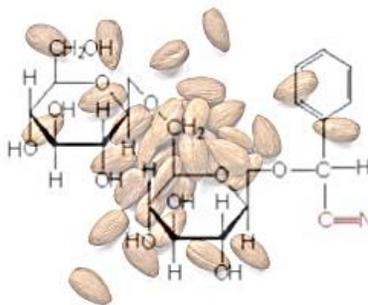
Figura 16

Estructura Química de la Digitoxina de Digitalis Purpurea



Tomado de (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009)

Los glicósidos cianogénicos son compuestos nitrogenados, que no son tóxicos por sí mismos, pero se degradan cuando la planta es aplastada liberando sustancias volátiles tóxicas como cianuro de hidrógeno (HCN). Un ejemplo es la amigdalina (Fig. 17) que se encuentra en las semillas de almendra, albaricoque, cereza o melocotón.

Figura 17*Estructura Química de la Amigdalina*

Adaptado de (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009)

Los Glicósidos son utilizados en la producción de medicamentos, su acción farmacológica está asociada principalmente a la genina, entre los usos conocidos de estos compuestos están:

- ✓ Antiviral
- ✓ Abortivo
- ✓ Diurético
- ✓ Antibacterial. (Manrique Cabrera, Extracción y purificación de glicósidos, 2015)

Los Alcaloides

Son una gran familia de más de 15.000 metabolitos secundarios que tienen en común tres características: son solubles en agua, contienen al menos un átomo de nitrógeno en la molécula, y exhiben actividad biológica. La mayoría son heterocíclicos, aunque algunos son compuestos nitrogenados alifáticos (no cíclicos) como la mezcalina o la colchicina, por ejemplo. Se encuentran en el 20% aproximadamente de las plantas vasculares, la mayoría dicotiledóneas herbáceas. (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009)

El **opio** es quizá uno de los primeros alcaloides conocidos, el exudado (látex) de la cápsula inmadura de *Papaver somniferon*. Este exudado contiene una mezcla de más de 20 alcaloides diferentes entre los que se encuentran la **morfina** y la **codeína**. Ambos alcaloides pertenecen a un grupo denominado **alcaloides isoquinolínicos** que sintetizan a partir de la reticulina, por su parte la **heroína** es un alcaloide semisintético formado por acetilación de la morfina (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009).

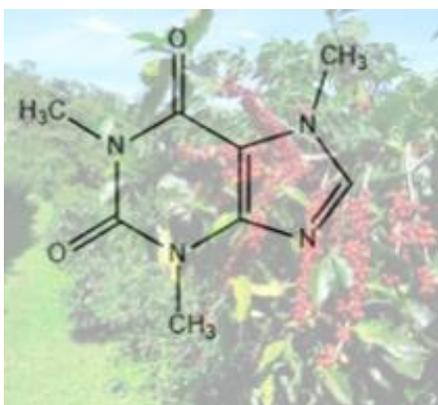
Por ejemplo, la patata contiene el alcaloide **solanina**, un inhibidor de colinesterasa que interfiere en la transmisión nerviosa. Los tubérculos sometidos a alta intensidad de luz pueden llegar a sintetizar niveles tóxicos de solanina (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009).

Usos:

- ✓ Industria alimentaria (cafeína)

Figura 18

Estructura Química de la cafeína y Árbol de Café Arábigo

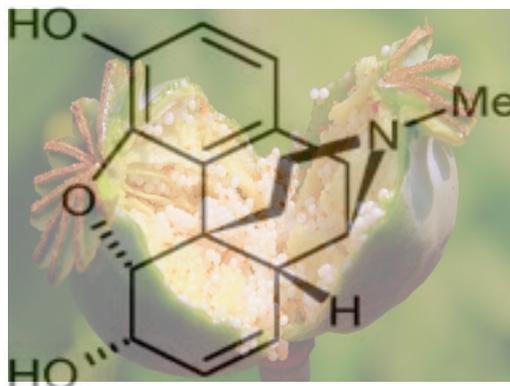


Tomado de (Grijalva Borja, 2020)

- ✓ Farmacéutica (morfina (Fig. 19), atropina).

Figura 19

Estructura Química de la Morfina

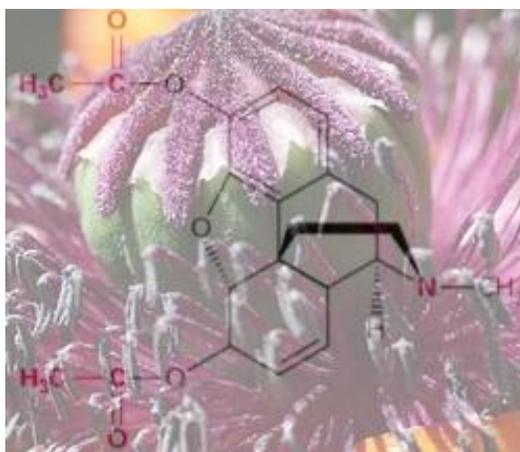


Adaptado de (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009)

- ✓ Sustancias de abuso como la heroína (Fig. 20) el cual, es un alcaloide semisintético formado por acetilación de la morfina y la cocaína alcaloide tropano extraído de las hojas de coca (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009).

Figura 20

Estructura Química de la Heroína



Adaptado de (Ávalos García & Pérez Urria Carril, 2009)

Conservación de Frutas y Verduras

Como primera instancia definamos los términos frutas y verduras: Según el Código Alimentario Español **hortalizas** se define como “cualquier planta herbácea hortícola, en sazón, que se puede utilizar como alimento, ya sea crudo o cocido”. Además, indica que las verduras son un grupo de hortalizas, en las que la parte comestible está constituida por sus órganos verdes (hojas, tallos, inflorescencias). Por otra parte, define **frutas** al “fruto, la infrutescencia, la semilla o las partes carnosas de órganos florales que hayan alcanzado un grado adecuado de madurez y sean propias para el consumo humano” (Araneda, 2019)

Un aspecto fundamental a tener en cuenta en el manejo postcosecha de frutas es que éstas continúan vivas aún después de cosechadas. En tal sentido, la fruta cosechada continúa respirando, madurando en algunos casos e iniciando procesos de senescencia, todo lo cual implica una serie de cambios estructurales, bioquímicos y de componentes que son específicos para cada fruta. Asimismo, el producto cosechado está constantemente expuesto a la pérdida de agua debido a la transpiración y a otros fenómenos fisiológicos.

El caso de la respiración, en las frutas es la forma como esta obtiene la energía necesaria para desarrollar una serie de procesos biológicos indispensables. La respiración ocurre a expensas de las sustancias de reserva (azúcares, almidones, etc.) las que son oxidadas, con el consiguiente consumo de oxígeno (O_2) y producción de dióxido de carbono (CO_2). Adicionalmente, este proceso genera calor (calor vital) que al ser liberado al medio que rodea a la fruta puede afectar al producto cosechado. En general, cuanto mayor es el ritmo respiratorio del producto, menor es su vida útil de almacenamiento (FAO, 2007).

Refiriéndonos a la **composición química** las frutas y hortalizas son productos ricos en agua, normalmente poseen escaso contenido en grasa y bajo contenido en proteínas. Entre los

componentes sólidos, destacan normalmente los carbohidratos (excepto en el aguacate y frutas oleaginosas). La mayoría presentan bajo aporte calórico, siendo normalmente mayor en las frutas; debido a que su contenido en carbohidratos suele ser más elevado que el de las verduras. Destacan por su aporte de vitaminas (especialmente vitaminas C, vitamina A como Betacaroteno y folato), minerales (especialmente potasio y magnesio) y fibra. Además, contienen numerosos componentes bioactivos (fitoquímicos) que presentan efectos beneficiosos sobre la salud (Araneda, 2019). Por ello el creciente aumento de consumo de este tipo de alimentos, los cuales son esenciales en una dieta equilibrada y saludable.

No obstante, es de destacar que las frutas y hortalizas en fresco son alimentos altamente perecederos ya que tienen una tendencia inherente a deteriorarse ya sea por razones fisiológicas, por la invasión de plagas, infecciones y/o enfermedades. Las pérdidas postcosecha ocurren en cualquier etapa del proceso de mercadeo, se pueden iniciar durante la cosecha, durante el acopio y distribución o finalmente cuando el consumidor compra y utiliza el producto. En los países en desarrollo en donde existe una gran deficiencia en la infraestructura de mercadeo, las pérdidas postcosecha de productos frescos varían entre 25 a 50% de la producción. El aumento en el volumen de desperdicio representa una pérdida significativa de alimentos y un considerable daño económico para los comerciantes y especialmente para los productores. (FAO). Tal es el caso de Colombia que para el año 2016 se desperdiciaban un promedio de 1,93 millones de toneladas al año de este tipo de alimentos. (DNP, 2016).

Como se mencionó anteriormente las causas de estas pérdidas en postcosecha varían, entre las más destacadas son los daños físicos, donde la ruptura de los tejidos de la fruta facilita la invasión por microorganismos e incrementa la pérdida de agua del producto. Ciertos

patógenos producen o inducen la formación de enzimas que hidrolizan las paredes celulares, ocasionando un ablandamiento de los tejidos y una degradación de toda la fruta.

Los tejidos de la fruta pueden decolorarse por la síntesis de ciertas sustancias que se producen como respuesta al ataque de los patógenos. Los patógenos pueden producir o inducir la síntesis de una serie de productos tóxicos que ocasionan malos olores y sabores que hacen que la fruta no sea apta para el consumo humano. (FAO)

Las causas patológicas causantes de enfermedades en las frutas y verduras frescas se pueden clasificar como cualitativas o cuantitativas. Las de naturaleza cualitativa típicamente son el resultado de enfermedades localizadas superficialmente sobre el producto, lo cual lo hace menos atractivo, aun cuando no haya destrucción real del tejido aprovechable. Estas enfermedades son particularmente importantes en frutas y hortalizas de exportación, en las cuales se enfatiza la calidad visual y aún daños pequeños pueden tornar el producto inaceptable en el mercado. Por su parte, las pérdidas cuantitativas son el resultado de la destrucción rápida y extensiva de tejido en toda la anatomía del producto, causado por los microorganismos. En estos casos generalmente ocurre una infección primaria causada por uno o más microorganismos patógenos específicos del producto, seguido por la masiva infección secundaria de una gama amplia de microorganismos oportunistas que son débilmente patogénicos pero que se reproducen en el tejido muerto o moribundo resultante de la infección primaria. Estos invasores secundarios juegan un papel importante en el deterioro al multiplicarse y aumentar el daño causado por el (los) patógeno(s) primario(s). (Fundación hondureña de investigación agrícola - Departamento de Protección Vegetal, s.f)

Los patógenos más importantes que causan pérdidas postcosecha de frutas y hortalizas son normalmente las bacterias y los hongos; sin embargo, algunos roedores e insectos pueden

contribuir a las pérdidas directamente al causar daño mecánico, indirectamente transmitiendo y creando vías de entrada para los patógenos, y ocasionalmente como agentes de riesgo cuarentenario (caso de Moscas de la fruta) (Fundación hondureña de investigación agrícola - Departamento de Protección Vegetal, s.f).

Para proteger este tipo de alimentos se hace necesario crear barreras que protejan los productos del daño mecánico, contaminación química, microbiana, del oxígeno, y en algunas ocasiones del vapor de agua y de la luz directa, además que permitan extender su vida útil, actualmente los empaques más utilizados son:

- ✓ Cajas de madera
- ✓ Cajas de cartón o láminas de cartón corrugado
- ✓ Bolsas de malla
- ✓ Bolsas plásticas
- ✓ Bandejas de poliestireno expandido
- ✓ Cajas plásticas, entre otros.

Así mismos para prolongar la vida postcosecha de frutas y verduras también se han implementado nuevas tecnologías, entre ellas el almacenamiento a bajas temperaturas, deshidratación, la utilización de empaques activos, atmósferas modificadas, la aplicación de tratamientos hidrotérmicos, irradiación y formulaciones que contienen agentes biológicos, recubrimientos comestibles, entre otros. Todas ellas a su vez ejercen cierto control en la incidencia de microorganismos patógenos (Ramos García, y otros, 2010).

Tratamientos para la conservación de frutas y verduras

Tratamiento hidrotérmico

Este tipo de tratamientos usa el agua caliente para elevar el producto a una temperatura requerida por un período de tiempo especificado, por ejemplo, en el mango se utiliza agua caliente a una temperatura de 46°C (depende de la variedad), esto con el fin de eliminar inmaduros de moscas de la fruta eventualmente presentes en mango algunas de sus ventajas son:

- ✓ Bajos costos
- ✓ Efectivo contra huevecillos y larvas completamente formadas de la mosca de la fruta
- ✓ Frutas sin carga química

Desventajas

- ✓ Acelera la maduración y la senescencia de la fruta
- ✓ Incrementa la sensibilidad a daño por frío y daños mecánicos (Servicio Nacional de Sanidad Sagarpa. México, s.f).

Deshidratación y desecado de Frutas y Verduras

Es una de las técnicas más usadas desde la antigüedad para la conservación de alimentos, la deshidratación es la reducción de la cantidad de agua mediante el tratamiento del alimento por calor artificial (aire previamente calentado, superficies calientes, etc.). El desecado es la reducción de la cantidad de agua mediante el tratamiento del alimento en condiciones ambientales (sol, viento, etc.), es decir, de manera natural o artesanal (de Michelis & Ohaco, s.f.), algunas ventajas de esta técnica son:

- ✓ Vida útil más prolongada
- ✓ No se pierden proteínas, hidratos de carbono y grasas o lípidos.

- ✓ Reducen el peso y el volumen de los alimentos, por lo que reducen el espacio de almacenamiento y optimizan el transporte y la distribución.
- ✓ No se requieren instalaciones especiales para el almacenamiento posterior.
- ✓ Añaden valor agregado al alimento utilizado.
- ✓ Evitan el desperdicio de alimentos.
- ✓ Se obtienen alimentos compatibles con cualquier otro alimento deshidratado para la elaboración de mezclas y sirven de base para la elaboración de otros alimentos.
- ✓ Los alimentos deshidratados son de fácil preparación y ahorran tiempo y energía.

Desventajas

- ✓ Pérdida de vitaminas hidrosolubles (como la vitamina C).
- ✓ Pérdida de características organolépticas (como olor, color, sabor, textura) (Consejo Argentino sobre Seguridad de Alimentos y Nutrición, 2016).

Deshidratación Osmótica

La Deshidratación Osmótica (DO) consiste en sumergir un producto alimenticio en una solución con una alta presión osmótica, lo cual crea un gradiente de potencial químico entre el agua contenida en el alimento y el agua en la solución, originando el flujo de agua desde el interior del producto, para igualar los potenciales químicos del agua en ambos lados de las membranas de las células del vegetal. Estas son semipermeables y permiten el paso del agua y muy poco el de soluto, produciéndose como efecto neto, la pérdida de agua por parte del producto, este método permite obtener productos de humedad intermedia, los cuales pueden ser tratados posteriormente por otros métodos. Esta combinación permite, aumentar la vida útil y mejorar las características sensoriales de los productos tratados.

Requiere equipos de bajo costo y las sustancias utilizadas como solutos, son de origen natural y de fácil adquisición en el mercado como sacarosa, glucosa, fructosa, entre otras, permitiendo que pequeños procesadores puedan acceder a ella por los bajos costos de inversión. En algunos casos es posible el consumo inmediato del producto, según el tipo de soluto utilizado como agente osmodeshidratante (Zapata Montoya & Castro Quintero)

Atmosferas modificadas

De acuerdo con la definición más aceptada el Envasado en Atmósfera Modificada (comúnmente MAP) implica el reemplazo del aire atmosférico en un envase por una mezcla de gases diferentes, con lo cual la proporción de cada componente se fija cuando se introduce la mezcla, pero sin ejercer ningún control posterior durante el almacenamiento, esto influye en la reducción del crecimiento microbiano, así como la velocidad de las reacciones químicas internas o de intercambio con el medio que pueden llevar a la alteración y/o pérdida de calidad de los alimentos. Estos efectos se ven lógicamente potenciados con la reducción de la temperatura, por lo que en la práctica estas técnicas se aplican conjuntamente, en general, con la refrigeración.

Recubrimientos Comestibles

Los recubrimientos comestibles se pueden definir como una fina capa de material comestible, depositada en un alimento como cubierta para extender la vida útil, estos son aplicados en forma líquida por inmersión o pulverización formándose la película sobre el alimento, en el caso de los vegetales frescos puede reducir procesos metabólicos, retardar el crecimiento microbiano y servir como barrera protectora para reducir respiración, retardando el proceso de senescencia y preservando la calidad, con el objeto de inhibir o reducir la

migración de humedad, oxígeno, dióxido de carbono y aromas, facilitando la distribución y la comercialización de este tipo de productos (Fernández, Echeverría, Mosquera, & Paz, 2017)

Los polisacáridos y las proteínas son materiales de muy buena calidad para la elaboración de los recubrimientos ya que muestran excelentes propiedades mecánicas y estructurales las cuales se refieren a la capacidad de estos de formar capas uniformes y estables que se adapten a los cambios de volumen generados por la deshidratación que experimentan los productos que protegen, pero son deficientes como barrera frente a la humedad, (Andrade, Acosta, Bucheli, & Osorio, 2014) lo que implica una disminución de tasa de respiración en frutas y hortalizas (Fernández, Echeverría, Mosquera, & Paz, 2017), en cambio los lípidos muestran una eficaz barrera a la humedad debido a sus propiedades hidrofóbicas, especialmente en los que poseen puntos de fusión altos, sin embargo, presentan deficientes propiedades mecánicas que deben contrarrestarse con el uso de aditivos. (Andrade, Acosta, Bucheli, & Osorio, 2014)

Entre las proteínas y los polisacáridos más usados encontramos la gelatina que es obtenida por proceso físico, químico o bioquímico de desnaturalización e hidrólisis de colágeno, ampliamente usada debido a su baja gelificación y punto de fusión; también se ha estudiado la gelatina de pescado, pero ha mostrado limitaciones por la baja resistencia y alta solubilidad en el agua (Fernández, Echeverría, Mosquera, & Paz, 2017).

Polisacáridos como la pectina y los derivados de celulosa, pueden actuar como plastificante natural, por ejemplo, la pectina y el quitosano derivado de la desacetilación de la quitina con propiedades tales como biocompatibilidad, biodegradabilidad y formación de filmes, de gran aplicación en el campo de la industria alimentaria, por su actividad antifúngica (Fernández, Echeverría, Mosquera, & Paz, 2017). El quitosano forma una

cubierta en la superficie de los frutos, que actúa como una barrera mecánica para proteger al fruto de infecciones causadas por hongos, ayudando así a disminuir las enfermedades causadas durante el almacenamiento. Los recubrimientos se pueden utilizar como vehículo de aditivos, los cuales pueden proporcionar al producto vegetal funciones más específicas como una actividad antimicrobiana, para evitar o reducir el crecimiento de microorganismos en su superficie (Ramos García, y otros, 2010).

En los recubrimientos también encontramos carbohidratos entre los cuales se halla el almidón de yuca este es excelente fuente de biopolímeros, debido a que presenta buen aspecto, no es pegajoso, adicionalmente es un recurso de alta disponibilidad en diversas partes del mundo, es brillante y transparente, mejora el aspecto visual de la fruta, además puede ser removido con agua, lo que representa una alternativa potencial para ser utilizado en la conservación de frutas y hortalizas, así mismo es una de las materias primas más utilizadas en la formación de empaques naturales debido a su capacidad de gelificar, moldear y formar películas (Andrade, Acosta, Bucheli, & Osorio, 2014).

En cuanto a las sustancias hidrofóbicas, las fuentes lipídicas más usadas se encuentran las ceras animales y vegetales, los aceites esenciales que son considerados una alternativa para disminuir el uso de fungicidas químicos y así controlar cierto tipo de hongos (Guédez, y otros, 2014), también están los ácidos grasos, especialmente aquellos que poseen puntos de fusión altos tales como la cera de abejas y cera de carnauba (Fernández, Echeverría, Mosquera, & Paz, 2017).

Las ventajas más relevantes de los recubrimientos comestibles son sus propiedades antimicrobianas, permeabilidad selectiva a gases (CO₂ y O₂), mejor apariencia, buenas propiedades mecánicas, biodegradabilidad, no son tóxicos, y de bajo costo (Durango, Soares,

& Arteaga, 2011); adicionalmente se pueden hacer combinaciones eficientes de recubrimientos con el fin aprovechar las características de cada grupo, dichas formulaciones pueden incluir conjuntamente plastificantes y emulsificantes que se utilizan de diversa naturaleza química con la finalidad de ayudar a mejorar las propiedades finales del recubrimiento (Andrade, Acosta, Bucheli, & Osorio, 2014).

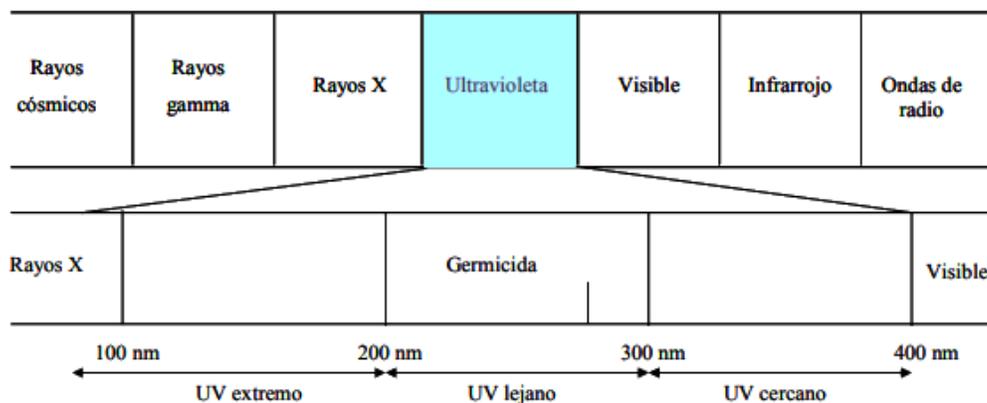
Tecnologías emergentes

Radiación ultravioleta de onda corta (UV-C): entre 200-280 nm

La luz ultravioleta forma parte del espectro electromagnético y se encuentra ubicada entre los rayos X y el espectro visible, abarcando un rango de longitudes de onda entre 10 y 400 nm.

Figura 21

Espectro Electromagnético



Tomado de (Gómez, 2010)

La radiación UV-C se caracteriza por que es absorbida por proteínas, ARN y ADN y puede provocar mutaciones en la célula, cáncer y/o muerte celular; también recibe el nombre de “rango germicida” debido a que es muy efectiva en la inactivación de muchos tipos de microorganismos tales como bacterias, virus, protozoos, hongos, levaduras y algas.

En frutas y vegetales mínimamente procesados, la aplicación de la radiación UV-C se ha evaluado fundamentalmente con el propósito de inactivar microorganismos presentes en la superficie de estos productos, este proceso fue efectivo para reducir la actividad microbiológica en rodajas de calabacín, lechuga mínimamente procesada y cubos de sandía. Adicionalmente en melones cortados que fueron procesados bajo la luz UV-C, la irradiación no sólo produjo una disminución de microorganismos de deterioro tales como bacterias ácido lácticas y mesófilas, sino que también indujo una respuesta de defensa hipersensible que condujo a una disminución de la actividad respiratoria, un aumento de los niveles de peroxidasas (POD), una disminución de la actividad esterasa y lipasa, y una mayor retención de la firmeza a lo largo del almacenamiento, las reducciones decimales variaron entre las diferentes matrices y las dosis aplicadas, variando en un rango entre 0,5 y 5,5 ciclos logarítmicos de reducción (Gómez, 2010).

Ventajas:

- ✓ Es un proceso simple y rápido, además no se ve afectado la temperatura ni el contenido de humedad del alimento sometido al tratamiento.
- ✓ Bajos costos tanto para ser implementada como para su mantenimiento
- ✓ Puede alternarse con otras técnicas de conservación.

Desventajas:

- ✓ Presenta un bajo poder de penetración
- ✓ En algunos casos los microorganismos pueden revertir los efectos destructivos de la luz UV -C mediante mecanismos de fotoreactivación

Ultrasonido

El ultrasonido puede definirse como las ondas acústicas inaudibles de una frecuencia generalmente superior a los 20 kHz. Cuando el ultrasonido pasa a través de un medio líquido, la interacción entre las ondas del ultrasonido, el líquido y el gas disuelto conduce a un fenómeno de excitación conocido como cavitación acústica, caracterizado por la generación y evolución de microburbujas en el medio líquido; estas microburbujas que alcanzan un tamaño crítico implosionan o colapsan violentamente para volver al tamaño original. La implosión supone liberación de toda la energía acumulada, ocasionando incrementos de temperatura instantáneos y focales, que se disipan sin que supongan una elevación de temperatura sustancial en la temperatura del líquido tratado. La energía liberada, así como el choque mecánico asociadas al fenómeno de implosión afectan la estructura de los materiales situados en el microentorno.

De manera general, la aplicación de la energía de ultrasonido en el campo de los alimentos podría resumirse en dos grandes áreas como lo son el análisis y control de calidad, y el procesamiento, conservación e inocuidad. Sin embargo, las aplicaciones del ultrasonido en alimentos dependen del rango de frecuencia del mismo, la que a su vez genera ultrasonido de alta o baja potencia.

Las principales aplicaciones del ultrasonido en frutas y verduras están relacionadas con el control, tanto a nivel precosecha como postcosecha, debido a que varios cambios fisicoquímicos y fisiológicos (firmeza, harinosidad, porcentaje de peso seco, contenido de aceite, sólidos solubles totales y acidez) que suceden durante el crecimiento y maduración, así como en el curso del periodo de cosecha almacenamiento y vida de anaquel, están vinculados con mediciones del ultrasonido, lo que permite la evaluación indirecta del tiempo de cosecha, periodo de almacenamiento o vida de anaquel. Como la amplitud de las ondas del sonido transmitido a

través de la piel de las frutas se incrementa cuando el color cambia de verde a amarillo, se ha encontrado una buena correlación entre la madurez y la atenuación acústica, por lo que también el ultrasonido puede aplicarse para valorar el estado de madurez con base en dicha propiedad. Las mediciones de la velocidad del ultrasonido también se utilizan para determinar el contenido de diferentes especies de azúcares en bebidas y jugos de frutas (Ulloa, Ulloa, Ramírez Ramírez, & Ulloa Rangel, 2013).

Utilización de extractos vegetales en la conservación de frutas y verduras

La creciente tendencia de consumo de alimentos mínimamente procesados y la necesidad de obtener productos cada vez con menos aditivos químicos, que contribuyan al mantenimiento de una dieta equilibrada donde el consumo de frutas y verduras es primordial, nos lleva a buscar alternativas de conservación eficaces y que de manera natural permitan alargar su vida útil, adicionar componentes que puedan potencializar sus propiedades físicas y nutritivas.

Una de las alternativa con potencial viable para la conservación de frutas y vegetales frescos es la utilización de recubrimientos comestibles multicomponentes, los cuales pueden elaborarse con ingredientes básicos adecuados al producto para brindarle la protección de barrera deseada y además, sirven como vehículos para incorporar aditivos específicos que refuerzan su funcionalidad tales como antioxidantes, colorantes y antimicrobianos, que en el caso de estos últimos inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos en la superficie de los productos vegetales (Ramos García, y otros, 2010).

Este tipo de aditivos están disponibles en gran variedad de plantas, y teniendo en cuenta que después de Brasil, Colombia es el segundo país del mundo más rico en especies vegetales (49.000), posee 600.000 kilómetros cuadrados de bosques, 60.000 están sin explotar; por ser el 38% de la zona agrícola explotada, zona de ladera, la explotación extensiva se dificulta, predominando en especial el minifundio como es el caso de la zona cafetera, por ello la importancia de identificar las especies presentes en este territorio que puedan tener componentes que ayuden a la conservación de frutas y verduras. En el eje cafetero hay plantas cultivadas no aprovechadas y plantas silvestres que se pueden domesticar (adaptar a cultivo) para buscar la forma a de aprovechar sus compuestos como aceites esenciales. Otra fuente inexplorada son los recursos forestales, cuando se talan los bosques de pino, eucalipto y maderables nativos, se dejan

perder grandes cantidades de corteza, de ramas y hojas con buenos contenidos de Aceites Esenciales. También hay varias especies de árboles como los pinos que se pueden sangrar en pie para extraer resinas que luego se destinan con el fin de separar su contenido de aceites esenciales.

En base al conocimiento y la experiencia en aceites esenciales que tiene el autor, se considera que algunas de las plantas que se pueden cultivar en la zona cafetera para iniciar una explotación de aceites esenciales son la Citronela (*Cymbopogon nardus*), Limoncillo (*Cymbopogon citratus*), Anisillo (*Piper auritum*), Cordoncillo (*Piper aduncum* L J), Albahaca (*Occinum basilicum* L J), Anís verde (*Pimpinella anisum* L J), Hierbabuena o menta piperita (*Mentha piperita* LJ), Poleo (*Mentha pulegium* L J), O régano (*Origanum vulgare*), Romero (*Rosmarinus officinalis* LJ), Jengibre (*Zingiber officinale*), Cúrcuma (Cúrcuma doméstica), Hinojo (*Foeniculum vulgare* Miller), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Pino (*Pinus*), Cardamomo (*Elettaria cardamomum*), Vetiver (*Vetiveria zizanioides*), Anamú (*Porophyllum porophyllum* (L)) y Tomillo (*Thymus vulgaris* LJ), entre muchas otras. (Montoya Cadavid, 2010).

Teniendo en cuenta lo anterior y los avances que se han tenido en el tema de recubrimientos multicomponentes donde ya no prima la matriz química, si no que por el contrario se busca incorporar en este tipo de tratamientos componentes naturales como resinas, ceras y aceites esenciales, nos dimos a la tarea de identificar y plasmar algunas investigaciones y pruebas que se han hecho con este enfoque:

En Tolima (Colombia) Rico y Moreno, en condiciones de laboratorio realizaron pruebas al mango variedad *Tommy Atkins* mínimamente procesado después de labores de lavado, desinfección y troceado, se le realizó tratamiento por inmersión utilizando quitosano al 2% y

aceites esenciales de naranja y limón , concluyendo que el quitosano por si solo evidencia protección de este alimento contra el crecimiento de microorganismos, sin embargo, esta acción se potencializa con la combinación del quitosano y los aceite esenciales de naranja y limón, con el aceite esencial de limón se evidencia un efecto sinérgico para el control de bacterias en el mango mínimamente procesado y un efecto moderado en el crecimiento de hongos y levaduras. (Rico R, Gutierrez C., & Dias Moreno, 2012). Por su otra parte el aceite esencial de orégano aplicado a trozos de mango, de la misma especie disminuyó el desarrollo de *Listeria innocua*, hasta un 50% más que en los no tratados. (Ramos García, y otros, 2010) En el caso del Orégano- *Origanum Vulgare*, planta de la familia *Labiaceae*, que está compuesta mayoritariamente por el timol con, 67.51%, seguido por p-cimeno, -y-terpineno, cariofleno, oxido de cariofleno, trans-g-bergamoteno, eugenol y g-bergamoteno, con 11.66%, 5.51%, 5.38%, 2.22-%, 1.65%, 1.49% y 1.32% respectivamente” (Acevedo, Navarro, & Monroy, 2013, pág. 48) las anteriores, especialmente el Timol, le otorgan al orégano múltiples propiedades antioxidantes, microbiológicas y conservantes, ya que puede sustituir los aditivos sintéticos de los alimentos.

Mediante análisis in – vitro se identificó las propiedades del aceite esencia de las hojas frescas de Albahaca - *Ocimum basilicum*, la cual presenta actividad fúngica contra la antracnosis, esta es una infección causada por varias especies del hongo *Colletotrichum sp*, la cual provoca manchas de color variado en hojas, tallos, fruto y flores de plantas, esta enfermedad es común de cultivos de plátano, aguacate, ñame, tomate de árbol, mango, ente otros. La aplicación más efectiva fue de 10.000ppm, con 100% de inhibición, cuyo componente principal evaluado mediante cromatografía de gases es el eugenol (Perez Cordero, Vitola Romero, & Chamorra Anaya, 2018).

El Eucalipto- *Eucalyptus globulus*, ha demostrado tener una actividad antifúngica in vitro, manifestando su eficacia en el control de hongos que causan enfermedades en frutas y verduras. Por ejemplo, con el control de los hongos *Botrytis Cinerea*, *Fasarium sp* y *Colletotrichum sp*, que son los principales causantes de enfermedades en el mango, la papaya, el tomate durante su fase de crecimiento manchando, desfigurando y causando la podredumbre de los frutos (Anónimo, 2015). Lo anterior, ya que “el principal componente de su aceite esencial es el y-terpineno con un porcentaje de 94.48%” (Rojas, SF, pág. 30) que llevan a que se inhiba el crecimiento de múltiples especies de hongos.

Otros aceites esenciales como el obtenido del Tomillo- *Thymus Vulgari* son beneficiosos debido a que reducen la deshidratación y la aparición de los primeros “polímeros dorados responsables del arrugamiento de las frutas y verduras durante el periodo de almacenamiento” (Ceballos & Londoño, SF) este actúa de forma sinérgica con otros aceites esenciales como el de la Albahaca para producir mayores propiedades antioxidantes que crean un sistema de defensa de los radicales libres. Este tiene relación con el aceite esencial de Limoncillo- *Cymbopogon citratus* y tiene actividad frente a antracnosis de especies como el tomate de árbol que es una de las infecciones más importantes que padece este cultivo en Colombia debido a la rapidez en su distribución y a las pérdidas que ocasiona para los campesinos. Esto en razón de los componentes mayoritarios del limoncillo y el tomillo que son el timol y el citral, los cuales afectan la fitotoxicidad sin perjudicar el desarrollo foliar de las plantas o cualquier otro de los componentes de las mismas (Alzate, Mier, Afanador, Durango, & García, 2009). Esto también sucede con el aceite esencial que se extrae de la raíz de la Cúrcuma- *Cúrcuma doméstica* que tiene una actividad antimicrobiana principalmente en las bacterias Gram negativas como los Bacilos Oxidosa- negativos no fermentadores que terminan oxidando las frutas debido a su gran

contenido de etanol. Estas son algunas de las bacterias “más importantes en el deterioro de los alimentos y al mismo tiempo los patógenos más relevantes de origen entérico transmitido por alimentos (UNAM, SF).

En relación con aceites como el de Citronela- *Cymbopogon nardus* y también el de limoncillo, mencionado anteriormente, tienen compuestos que hacen parte de grupos funcionales variados, que pueden ser de múltiple interés en la industria de los alimentos, más específicamente en el cultivo de algunos de ellos como puede ser el café, evitando que los suelos se rueden o en la preservación de la vida útil de alimentos como las fresas, evitando el daño de microorganismos y reduciendo hasta en un 75% la pérdida de integridad de la fruta o la verdura en la que fueron aplicadas. Estos aceites también contribuyen a mantener el color en los frutos y a retrasar el desgaste de la firmeza y los azúcares. Estas también presentan diferencias en relación con el PH y la acidez titulable, permitiendo la conservación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales por más tiempo (Ramírez, y otros, 2019).

Para el caso de la Hierbabuena, la Menta Piperita- *M entha Piperita* y el Hinojo- *Foeniculum vulgare Mille*, la función conservadora se debe a que los aceites esenciales que poseen tienen compuestos de “tipo eugenol o aldehído cinámico con poder antimicrobiano. También presentan actividad antimicrobiana las oleorresinas de estas especias” (Rodríguez, 2011, pág. 159), cuyo principal objetivo es promover el bienestar humano y mantener la frescura que el mismo le deberá de brindar al consumidor final.

La actividad fungicida de este tipo de aceites se asocia al contenido de fenoles monotepernos en especies como el Tomillo y el Orégano, cuyo mecanismo de acción se fundamenta en que lleva a una socialización con el patógeno y brinda solubilidad a los compuestos. Adicionalmente, la utilización de estos aceites esenciales puede producir cierto

grado de toxicidad en los seres humanos, por ejemplo, desde irritaciones en la piel hasta el cáncer, pero que en condiciones mínimas y/o controladas no poseen ningún tipo de afectación (Ramos García, y otros, 2010).

Por otra parte, se ha aplicado tratamientos al banano para controlar la pudrición de la corona que según Torres Yanes “es causada por un complejo de hongos que infectan en la corona de los dedos de los frutos a través de heridas frescas creadas por el cuchillo o curvo recortando la corona de la fruta en forma de media luna”; en condiciones de laboratorio, se aplicaron varios tratamientos (Tabla 1).

Tabla 1

Tratamientos a Base de Aloe Vera y Extractos de Moringa

| Tratamientos | Compuesto | Dosis (%) |
|---------------------|---------------------------|------------------|
| T1 | Aloe vera esterilizada | 50 |
| T2 | Aloe vera sin esterilizar | 50 |
| T3 | Moringa esterilizada | 50 |
| T4 | Moringa sin esterilizar | 50 |
| T5 | Mertec + fungaflor | 50 |
| T6 | Testigo absoluto | 0 |

Tomado de (Ramos García, y otros, 2010)

Dando como resultado que el tratamiento T2 (Aloe vera sin esterilizar) mostro una menor incidencia del área bajo la curva de la pudrición de la corona, inhibiendo el desarrollo de la enfermedad, en los tratamientos T3 (Moringa esterilizada) y T4 (Moringa sin esterilizar) no presentaron reducciones significativas en el control de la pudrición de la corona en la fruta.

El Aloe vera proporciona una nueva alternativa biológica para el uso de fungicidas químicos para el control de la pudrición de la corona de la fruta de banano en postcosecha.

Así mismo el gel de aloe vera puede actuar como recubrimiento, adicionalmente algunos estudios a los extractos de sábila dieron resultados positivos al impedir la formación de esporas de *B. cinérea* en 95% en el desarrollo micelial en 68%, durante investigaciones más recientes han demostrado la efectividad de extractos de Aloe vera (pulpa o fracción líquida) contra numerosas enfermedades en frutas y hortalizas. Se han hecho estudios in vitro para examinar la actividad antifúngica del extracto aloe vera en acuoso y no acuoso contra especies de patógenos del género *Alternaria*, las evaluaciones revelaron que el aloe vera también contenía un efecto antimicrobiano, en las cuales el principal activo del extracto de esta especie es la aloína, un antraquinona heterópsida (Torres Yanes, 2017).

Para el caso del eje cafetero se ha realizado investigaciones sobre algunas de las especies que han sido base para la producción de aceites esenciales las cuales fueron mencionadas anteriormente, que sirven a la conservación de la fruta son el orégano, eucalipto, el tomillo, la cúrcuma, la citronela, la albahaca, el limoncillo, la hierbabuena o menta, el hinojo y el pino que se han convertido en agentes de conservación alternativos a los químicos dominantes debido a que al actuar de manera sinérgica controlan a la población microbiana, sirven de barrera para el intercambio de gases, “permitiendo con esto productos semejantes al químico, pero con menos aditivos” (Montoya, 2010) que garantizan la obtención de alimentos seguros, nutricionalmente adecuados y en los que también se garanticen aspectos como el sabor, el aroma y la apariencia que corresponden con la tendencia natural del mayor número de consumo de frutas y hortalizas.

Además de la utilización de los componentes provenientes de las plantas en recubrimientos o como parte de un tratamiento multicomponente, se han usado este tipo de

metabolitos secundarios en empaques activos para la conservación de alimentos, tal es el caso del desarrollado por investigadores de Argentina y Colombia, donde crearon un film muy similar al plástico pero totalmente biodegradable e incluso comestible, esta nueva alternativa de conservación está formado por gel de almidón de yuca y extracto de yerba mate, la cual le da una leve tonalidad que filtra en parte la luz, adicionalmente tiene una permeabilidad tal que retrasa la oxidación y el deterioro del alimento (Draghi, 2016), adicionalmente los mismos investigadores desarrollaron un nuevo film que en lugar de yerba mate, contiene extracto de albahaca, esta le brinda al nuevo empaque la propiedad de "avisar" el deterioro del alimento, a través de un cambio de tonalidad cuando hay una disminución de acidez, situación que puede favorecer el desarrollo de microorganismos patógenos, por ello uno de los mecanismos de conservación de alimentos es mantener los productos en condiciones ácidas y así evitar la proliferación de este tipo de microorganismos. (Stekolschink, 2017).

La obtención de los aceites esenciales de las plantas mencionadas anteriormente parte de tener una correcta elección del material en la época del cultivo, por ejemplo, considerando el clima y el suelo que cobran aun mayor relevancia cuando se desean obtener aceites esenciales, recomendándose siempre "hacer la siembra o la plantación en surcos a fin de facilitar el cuidado de las malezas, el sistema de abono y la aplicación de riego si este se hace de manera superficial" (Montoya, 2010, pág. 111); posteriormente, se debe tener especial cuidado con la recolección que depende de cuestiones como el periodo de la vegetación, las condiciones atmosféricas; la latitud, la exposición al sol y la altitud, después de esta se determina la parte útil de la planta en la que se concentra en mayor cantidad la esencia como pueden ser las flores, la cascara, el fruto, las hojas, el tallo, las raíces, las semillas y los frutos. Finalmente, para la manipulación del

material vegetal se usan distintos tratamientos de acuerdo con el medio de extracción seleccionado.

Tabla 2

Especies Vegetales del Eje Cafetero, Relación entre Metabolitos Secundarios y Problemas a Tratar en la Conservación de Frutas y Verduras

| Especie Vegetal | Metabolitos | Problema A Tratar | Ubicación Del Cultivo |
|---|--------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Aceite E. De Limón (Citrus Limonium) | Limoneno | | Los principales |
| | Felandreno | Control de microorganismos, | municipios productores |
| | Pipeno | hongos y levaduras. | de cítricos en la región |
| | Sequiterpenos | | cafetera son Manizales, |
| | Citrol | Oxidación de frutas y | Anserma, Palestina y |
| | Citronelol | verduras | Chinchiná, en Caldas; |
| Aceite E. Naranja (Citrus Sinesis) | Limoneno | | Montenegro, La |
| | Pipeno | | Tebaida, Quimbaya y |
| | Citrol | | Armenia, en Quindío, |
| | Citronelol | | Pereira, Marsella y |
| | Mirceno | | Belén de Umbría, en |
| Geraniol | | Risaralda. (angelfire, 2001) | |

| | | | |
|---|---|---|--|
| Aceite E. De Orégano (<i>Origanum Vulgare</i>) | Timol P-Cymeno Y- terpineno Eugenol | Control de bacterias como la <i>Listeria Innocua</i> | Colombia se caracteriza por producir una buena cantidad de especies, |
| Aceite E. Albahaca (<i>Ocinum Basilicum</i>) | Timol Citral Alcanfor Estragol | Control de la Antracnosis producida por el hongo <i>Collerichum sp</i> | en especial cebollín, albahaca, laurel, mejorana, menta, tomillo, cilantro y |
| Aceite E. De Tomillo (<i>Thymus Vulgaris</i>) | Timol Carvacrol p- Cymeno Limoneno Borneol Linanol | Control de bacterias y reducción de la deshidratación y oxidación de las frutas y verduras. | orégano. Dichas hierbas se producen principalmente en Boyacá, Cundinamarca, Valle del Cauca y en el Eje Cafetero. (Aldana C, 2015) |
| Aceite E. De Eucalipto (<i>Eucalyptus</i>) | Y- terpineno Limoneno Cineol p-Cymeno | Control de varios tipos de hongos como <i>Botrytis</i> <i>Cinerea</i> , <i>Fusarium sp</i> y <i>Collerichum sp</i> | Las especies relevantes en la actividad forestal en Risaralda con fines comerciales se centran en el eucalipto, el nogal cafetero, el cedro rosado y el urapán, las cuales suelen estar presentes en todos los |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | | | municipios del departamento. (Restrepo, Betancourt Vásquez, & Quiceno, 2017) |
| Aceite e. de limoncillo o limonaria (Cymbopogon citratus) | Citral Geraniol Neral Timol | Control de hongos que producen la antracnosis en frutas. Efecto antioxidante. | Esta planta es cultivada de 0 a 1900msnm, siendo la zona cafetera el área más representativa, pero también está adaptada a los diversos pisos térmicos del país, es frecuente encontrarlo en avenidas y jardines familiares como planta ornamental y medicinal (Olarde Cetina, 2018) |
| Aceite e. de citronlela (Cybopogon nardus) | Citronelol Geraniol Germacreno Acetato de Geranilo | Conservación de la hidratación y color de las frutas. | Con el fin de conservar los suelos en la zona cafetera se utiliza plantas como la citronela, limoncillo, |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | | | tefrosia, clotararia y guandul como barreras vivas para disminuir la velocidad del agua y retener las partículas de este. (Cenicafe, 2016) |
| Aceite e. de curcuma (Curcuma lonja l) | Tumerona Atlantona Curcumenol Borneol Alcanfor Terpineno | Control de Bacterias gran negativas | La región cafetera, lugar de asentamiento de diferentes granjas productoras de especias orgánicas, entre las cuales destaca la cosecha de cúrcuma. (Ocampo Quintero, 2018) |
| Gel de aloe vera | Aloina Antranol Emodina Antraceno | Control de patógenos del género <i>Alternaria</i> , propiedades antimicrobianas y efecto de barrera. | Toda la región del eje cafetero es propicia para el cultivo de la penca de sábila, se tiene registro de ello en Pereira, Dosquebradas y Otros municipios. (Ministerio de |

Agricultura de
Colombia, 2007)

Adicionalmente en varias investigaciones a nivel laboratorio se ha logrado determinar la eficacia de los componentes de los aceites esenciales sobre cierto grupo de microorganismos causantes del deterioro de los alimentos, algunos de ellos se exponen en la tabla 3.

Tabla 3

Estudios de la Actividad Antimicrobiana de Aceites Esenciales Realizados Mediante Diferentes Métodos

| Método utilizado | Aceite esencial | Nombre científico | Microorganismo | CMI |
|-----------------------|------------------|--------------------------------------|---|-----------------------|
| Difusión en agar | Orégano | <i>Origanum glandulosum</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> | 79.25 µg/mL |
| | | <i>Origanum glandulosum</i> | <i>Listeria monocytogenes</i> | 58 µg/mL |
| | | <i>Origanum glandulosum</i> | <i>Escherichia coli</i> | 79.25 µg/mL |
| | | <i>Origanum glandulosum</i> | <i>Salmonella</i> | 64.25 µg/mL |
| | | <i>Origanum glandulosum</i> | <i>Thyphimurium</i> | 52.25 µg/mL |
| | | <i>Origanum glandulosum</i> | <i>Aspergillus flavus</i> | 4.5 mg/mL |
| Difusión en agar | Eucalipto blanco | <i>Eucalyptus globulus</i> | <i>Escherichia coli</i> <i>Bacillus subtilis</i> | 2.25mg/mL |
| | Canela de cassia | <i>Cinnamomum cassia</i> | <i>Pseudomonas putida</i> | 0.05 % p/v |
| Difusión en seriada | Canela | <i>Cinnamomum osmophloeum</i> | <i>Samonella sp</i> | 500 µg/mL |
| | | <i>Cinnamomum osmophloeum</i> | <i>Escherichia coli</i> | 250 µg/mL |
| | | <i>Cinnamomum osmophloeum</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> | 250 µg/mL |
| Microdilución seriada | Tomillo | <i>Thymus vulgaris</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> | 0.03 % v/v |
| | | <i>Thymus vulgaris</i> | <i>Escherichia coli</i> | 0.03 % v/v |
| Cámara hermética | Tomillo | <i>Thymus zygis</i> | <i>Escherichia coli</i> | 12.5 µg/L de alres |
| | Tomillo | <i>Thymus zygis</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> | 6.25 µg/L de alres |
| | Romero | <i>Rosmarinus officinalis</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> | 100 µg/L de alres |
| | Naranja | <i>Citrus sinensis</i> var. Valencia | <i>Aspergillus flavus</i> | 800 µg/L de alres |
| | Oregano mexicano | <i>Lippia berlandiere</i> Sachauer | <i>Aspergillus flavus</i> | 1,470.6 µg/L de alres |
| Caja petri Invertida | Canela | <i>Cinnamomum zeylanicum</i> | <i>Bacillus cereus</i> | 17.5 µg/L de alres |
| | | <i>Cinnamomum zeylanicum</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> | 34.9 µg/L de alres |
| | Tomillo | <i>Thymus vulgaris</i> L. | <i>Aspergillus flavus</i> | 17.5 µg/L de alres |
| | | <i>Thymus vulgaris</i> L. | <i>Listeria monocytogenes</i> | 26.2 µg/L de alres |
| | Orégano | <i>Origanum vulgare</i> L. | <i>Aspergillus niger</i> | 62.5 µg/L de alres |
| | | <i>Origanum vulgare</i> L. | <i>Salmonella Enteritidis</i> | 62.5 µg/L de alres |
| | Canela | <i>Cinnamomum aromaticum</i> Nees | <i>Staphylococcus aureus</i> | 250 µg/L de alres |

Nota: CMI Concentración mínima inhibitoria. Tomado de (Reyes Jurado, Palou, & López Malo, 2014).

Para el caso de algunas plantas como el órgano y el eucalipto el método seleccionado es la *difusión de agar* que “permite estimar el grado de inhibición del crecimiento de los microorganismos y sus cambios morfológicos de manera simple” (Guiza & Rincón, 2007, pág. 19), la forma de la obtención es a partir de las cajas de Petri, en las que con agar se inocula microorganismo de prueba, para la obtención del aceite esencial se puede usar un disco de papel o un pozo hecho en medio del agar. Así, se preparan en cajas Petri, soluciones del aceite esencial en diversas concentraciones y los discos de papel son sometidos a inmersión. Las placas se almacenan durante algún tiempo para permitir que todos los componentes del aceite esencial se difundan dentro del agar (Guiza & Rincón, 2007, pág. 19).

Por su parte, otras plantas como el tomillo pueden ser detentoras de técnicas como la *destilación por arrastre con vapor de agua* que consiste en la técnica empleada para separar por medio del calor, en alambiques u otros vasos la esencia o la sustancia volátil de otras que son más fijas, enfriando su vapor para volver a convertirlo en líquido. Este es uno de los procedimientos más comunes para obtener los aceites esenciales en las plantas y consiste específicamente en el paso de vapor desde un recipiente externo, a través de la utilización de algunos tubos de difusión, ubicados al interior de la masa vegetal, puesta sobre la parrilla inferior del tanque extractor, dicho método resulta eficiente debido a que proporciona un mayor control de la velocidad de destilación. Además, tiene otros efectos como la polimerización, la resignificación de los terpenos o la destrucción térmica de algunos componentes (Montoya, 2010).

El método anterior, puede ser usado en otras especies vegetales como la citronela, ya que es una técnica que penetra los tejidos del material vegetal y vaporiza la mayoría de las sustancias volátiles, asegurando así mejores superficies de contacto y exposición a las glándulas de aceite,

pero partiendo de moler las especies. Este es un proceso mucho más eficiente, provee mejores controles de la velocidad de destilación y satisface las operaciones comerciales a escala, teniendo resultados más constantes.

Frente al limoncillo y la hierba buena o menta, el método usado es el de *destilación por arrastre de vapor* que se lleva a cabo obtención de vapor normalmente en un hervidor y luego se inyecta al destilador por donde pasa el material botánico “el principio básico de la destilación de líquidos heterogéneos, como el agua y un aceite esencial, es que cada uno ejerce su propia presión como vapor como si el otro componente estuviera ausente” (Ceruti & Naumayer, 2004, pág. 151) haciendo que cuando la mezclas lleguen a la presión del recinto la mezcla hierva. Sin embargo, estos terminan siendo un poco modificados a los del material original

En el caso del Hinojo se usa el arrastre por vapor seco que es similar al anterior, pero en el fondo de la retorta no hay agua. El vapor saturado o sobre calentado es provisto por una caldera y a presiones más elevadas que la atmosférica, se inyecta por medio de serpentinas cribadas que están debajo de la carga y se dirige hacia arriba, atravesando la masa vegetal colocada sobre una parrilla interior (Santos, 2006, pág. 36)

Todos los anteriores, son procesos físicos y químicos que se efectúan de acuerdo con la variedad de la planta y con las condiciones características de cada una de ellas, produciendo una optimización de los recursos obtenidos a partir de los mismos y de la conservación de los frutos sin la necesidad de incluir otros aceites o procesos químicos que puedan resultar perjudiciales para los seres humanos.

Cabe recalcar que en la actualidad existen técnicas de extracción innovadoras como la extracción con fluidos supercríticos donde el consumo energético es menor, los productos

obtenidos son más puros y donde los compuestos sensibles a altas temperaturas no corren riesgo de desnaturalizarse ya que tanto la presión como la temperatura son controladas. En la Tabla 4 resumimos algunas de las técnicas de extracción más utilizadas.

Tabla 4

Métodos de Extracción de Aceites Esenciales

| Método | | Procedimiento | | Productos Obtenidos |
|--------------------|--------------------------|----------------------|--|---------------------------------------|
| Métodos Directos | | Extrusión | Compresión de la cascara o raspado de la cascara | Aceites Esenciales cítricos |
| | | Exudación | Lesiones mecánicas en la corteza | Gomas, Resinas, bálsamos |
| Métodos Indirectos | Destilación | Directa | | Aceites Esenciales y aguas aromáticas |
| | | | Arrastre con vapor de agua (directo, indirecto, a presión a vacío) | |
| | | | Destilación - maceración (liberación enzimática de agliconas en agua caliente) | |
| | Extracción con solventes | Solventes Volátiles | En caliente | Infusión y resinoides alcohólicos |

| | | | |
|-------------------------|----------------------------|-------------|-------------------------|
| | | En frío | Concretos y Absolutos |
| | Solventes fijos y aceites) | En caliente | Absolutos de pomadas |
| | | En frío | Absolutos de enflorados |
| Tecnologías Innovadoras | Fluidos supercríticos | | |
| | Extracción por microondas | | |
| | Ultrasonido | | |

Fuente: Montoya, 2010

Conclusiones

El uso de productos de matriz química o sintética para la conservación de alimentos frescos como frutas y verduras, en algunas ocasiones interfieren en sus características nutricionales e incluso pueden generar enfermedades al consumidor por las trazas que quedan en los frutos, por ello la importancia de implementar las nuevas técnicas de conservación donde se involucran los metabolitos presentes en de gran variedad de plantas.

En la bibliografía estudiada se identificaron especies como Citronela, Limoncillo, Albahaca, Hierbabuena Limón, Naranja, Orégano, Romero, Jengibre, Cúrcuma, Hinojo, Eucalipto, Pino , Cardamomo, Sábila, Anamú y Tomillo, cuyos componentes o metabolitos secundarios presentan propiedades antioxidantes, antifúngicas y antimicrobianas lo que permite prolongar la vida útil de alimentos como frutas y verduras, los cuales según el Departamento de Planeación Nacional son el caso más grave de desperdicios de alimentos en Colombia, gracias a sus características físicas y químicas que los hacen susceptibles al deterioro.

De las anteriores especies se pudo evidenciar su presencia en la zona cafetera, la cual por sus condiciones climáticas variadas facilitan la adaptación del cultivo, por ello se convierte en un territorio ideal para la investigación y desarrollo de productos que cumplan con la tendencia naciente de conservación de alimentos en forma natural, adicionalmente en las laderas de esta zona es abundante las plantaciones de Yuca, de la cual se han hecho materiales biodegradables como recubrimientos, films e incluso empaques muy similares al plástico a través del almidón extraído de esta planta, aunque en algunas investigaciones se evidencia la necesidad de modificar dicho almidón para cumpla con las necesidades del mercado.

Según las investigaciones analizadas se evidencia que las técnicas de extracción más recomendables son la destilación por arrastre de vapor y la extracción con fluidos supercríticos para la preservación de compuestos aromáticos sensibles a la temperatura como es el caso del timol, citral, eugenol, γ -terpineno, entre otras, metabolitos presentes en plantas de tomillo, orégano, citronela, albaca y

eucalipto, cabe recalcar que estas técnicas permiten extraer aceites esenciales más puros los cuales pueden tener otras aplicaciones en áreas como aromaterapia, farmacéutica, entre otros.

El timol presente en especies como el tomillo y el orégano presenta propiedades antioxidantes y microbiológicas, así mismo el eugenol presente en la albaca, hierbabuena e hinojo además inhibe el desarrollo de varias especies de hongos tales como *Botrytis Cinerea*, *Fusarium sp* y *Colletorichum sp*, esta misma propiedad la posee el γ -terpineno presente en el eucalipto; además de contrarrestar la proliferación de microorganismos patógenos, los compuestos que fueron identificados en las investigaciones que hacen parte de este trabajo tienen otras propiedades tales como conservar por más tiempo las características fisicoquímicas y sensoriales de los frutos tratados.

Referencias

- Acevedo, D., Navarro, M., & Monroy, L. (2013). Composición Química del Aceite Esencial de Hojas de Orégano (*Origanum Vulgare*). *Información tecnológica*, 43-48. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000400005
- Alzate, D., Mier, G., Afanador, L., Durango, D., & García, C. (2009). Evaluación de la fitotoxicidad y la actividad antifúngica contra *Colletorichum acutatum* de los aceites esenciales de tomillo y limoncillo y sus componentes mayoritarios. *Revista de la facultad de química farmacéutica*, 116-125. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v16n1/v16n1a14.pdf>
- Andrade, J. C., Acosta, D. L., Bucheli, M. A., & Osorio, O. (2014). Desarrollo de un recubrimiento comestible compuesto para la conservación del tomate de árbol. *Revista Ciencias Agrícolas*, 57-64.
- Anónimo. (03 de octubre de 2015). *Eliminan hongos que atacan frutas y hortalizas con aceite de orégano y eucalipto*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/146524-Eliminan-hongos-que-atacan-frutas-y-hortalizas-con-aceite-de-oregano-y-eucalipto.html>
- Araneda, M. (05 de 12 de 2019). *Frutas, hortalizas (verduras) y frutos secos. composición y propiedades*. Obtenido de <https://www.edualimentaria.com/frutas-hortalizas-frutos-secos-composicion-propiedades>
- Ávalos García, A., & Pérez Urria Carril, E. (2009). *Metabolismo Secundario de Plantas*. Obtenido de <http://www.revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/798/814>
- Carapía, L., & Vidal, F. (27 de 06 de 2017). *Etnobotánica*. Obtenido de <http://www.inecol.edu.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35-48/17-ciencia-hoy/373-etnobotanica-el-estudio-de-la-relacion-de-las-plantas-con-el-hombre>

- Ceballos, V., & Londoño, L. (SF). Aceites esenciales en la conservación de alimentos. *Universidad seccional libre de Pereira*. Obtenido de file:///C:/Users/ACER/Downloads/3659-Texto%20de%20art%C3%ADculo-6039-1-10-20181029.pdf
- Ceruti, M., & Naumayer, F. (2004). Introducción a la obtención de aceite esencial de limón. *Invenio*, 149-155. Obtenido de file:///C:/Users/ACER/Downloads/Dialnet-IntroduccionALaObtencionDeAceiteEsencialDeLimon-3331453.pdf
- Consejo Argentino sobre Seguridad de Alimentos y Nutrición. (2016). *Deshidratación y desecado en la conservación de alimento*. Obtenido de Infoalimentos:
<http://infoalimentos.org.ar/temas/inocuidad-de-los-alimentos/304-deshidratacion-y-desecado-dos-metodos-de-conservacion-de-alimentos-muy-antiguos-que-aun-estan-vigentes>
- de Michelis, A., & Ohaco, E. (s.f.). Deshidratación y Desecado de Frutas Hortalizas y Hongos. *INTA EDICIONES*, 4,5.
- Draghi, C. (2016). Super filme hecho con yerba. *Nexciencia.Exactas:Uba:Ar*.
- Durango, A. M., Soares, N. d., & Arteaga, M. R. (2011). Filmes y revestimientos comestibles como empaques activos biodegradables en la conservación de alimentos. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 112-118.
- FAO. (5 de 2002). *Manual practico manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos hidropónicos en invernadero*. Obtenido de
http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/aup/pdf/mip.pdf
- FAO. (26 de 06 de 2007). *Manual de Manejo Postcosecha de Frutas Tropicales*. Obtenido de
<http://www.fao.org/3/a-ac304s.pdf>

FAO. (s.f.). *Manual para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutas y hortalizas*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/x5056s/x5056S07.htm#Importancia%20de%20las%20perdidas%20de%20poscosecha>

Fernández, N. M., Echeverría, D. C., Mosquera, S. A., & Paz, S. P. (2017). Estado actual del uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. *Biotechnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 135-137.

Fundación hondureña de investigación agrícola - Departamento de Protección Vegetal. (s.f.). *Deterioro de las frutas y hortalizas frescas en el periodo de postcosecha*. Obtenido de https://www.infoagro.com/frutas/deterioro_poscosecha_frutas_hortalizas.htm

Gómez, P. L. (2010). *Procesamiento mínimo de manzana: efecto de la radiación UV-C y la luz pulsada de alta intensidad sobre la calidad*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Obtenido de Universidad de Buenos Aires: https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n4603_Gomez.pdf

Grijalva Borja, N. A. (08 de 2020). *Evaluación de la degradación químico-biológica de una solución modelo de cafeína*. [Imagen]. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18945/1/UPS-TTQ059.pdf>

Guédez, C., Cañazalez, L., Avendaño, L., Scorza, J., Castillo, C., Olivar, R., . . . Sánchez, L. (2014). Actividad antifúngica del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis* L.) sobre hongos postcosecha en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.). *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 81-85.

Guiza, D., & Rincón, L. (2007). *Estudio del efecto antimicrobiano del aceite esencial de *Minthoastachys molli* combinado con inactivación térmica, sobre capas de *Listeria Monocytogenes* y *Bacillus cereus**. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis101.pdf>

- López, P. (24 de 11 de 2017). *Metabolitos Secundarios -Farmacología II [Archivo en Video]*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=iHwfi7Au9H8>
- Manrique Cabrera, L. (2015). *Extracción y purificación de glicósidos*. Obtenido de https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/78823/1/TG01082.pdf
- Manrique Cabrera, L. (2015). *Extracción y purificación de glicósidos presentes en Nerium oleander Y Thevetia peruviana por uplc acoplado a espectrometría de masas a partir del material vegetal*. Obtenido de Trabajo de pregrado química farmacéutica: https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/78823/1/TG01082.pdf
- Mismumi. (2019). *Mentol, para qué sirve [Imagen]*. Obtenido de <https://www.mismumi.com/mentol-para-que-sirve-propiedades/>
- Molina, J. J., Barbosa-Cánovas, G. V., & Swanson, B. G. (2001). Tecnologías emergentes para la conservación de alimentos sin calor. *Arbor-ciencia Pensamiento Y Cultura*, 168(661), 155-170. Recuperado el 28 de 10 de 2020, de <http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/827>
- Montoya, G. (2010). *Aceites esenciales una alternativa de diversificación para el eje cafetero*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/50956/7/9588280264.pdf>
- Peñarrieta, J. M., Tejada, L., Mollinedo, P., Vila, J. L., & Bravo, J. A. (2014). Phenolic Compounds in food. *Revista Bolivariana de Química*, 68-79.
- Pérez Cordero, A., Vitola Romero, D., & Chamorra Anaya, L. (2018). *Actividad del aceite esencial de albahaca*. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 99-108.
- Posada Morales, N. B., & Robayo Rodríguez, A. E. (2015). *Recubrimientos para frutas*. Obtenido de <file:///C:/Users/Administrador/Downloads/312-514-1-PB.pdf>

- Ramírez, M., Piña, A., Álvarez, R., Báez, J., Amaya, C., & Galindo, S. (2019). Evaluación del aceite esencial de *Thymus* sp (tomillo) como agente conservador para prolongar la vida de anaquel de fresas (*Fragaria* sp). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/3/61.pdf>
- Ramos García, M. d., Bautista Baños, S., Barrera Necho, L. L., Bósquez Molina, E., Alia Tejacal, I., & Estrada Carrillo, M. (04 de 05 de 2010). Compuestos Antimicrobianos Adicionados en Recubrimientos Comestibles para Uso en Productos Hortofrutícolas. *Revista mexicana de fitopatología*, 44-54.
- Reyes Jurado, F., Palou, E., & López Malo, A. (2014). Métodos de evaluación de la actividad microbiana y determinación de los componentes químicos de los Aceites Esenciales. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 71.
- Rico R, F., Gutiérrez C., C., & Días Moreno, C. (2012). Efecto de recubrimientos comestibles de quitosano y aceites esenciales en la calidad microbiológica del mango mínimamente procesado. *Vitae*, 117-119.
- Rodríguez, E. (2011). *Uso de los agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas*. Universidad Autónoma Indígena de México, 153-170. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46116742014.pdf>
- Rojas, L. (SF). *Determinación cuantitativa de aceites esenciales con actividad antifúngica sobre Sigatoka Negra (Mycosphaerella fijiensis Morelet) en doce especies de plantas vegetales*. Obtenido de <file:///C:/Users/ACER/Downloads/CD00297-TESIS.pdf>
- Santos, M. (2006). *Evaluación del rendimiento del aceite esencial de hinojo procedente de dos niveles altitudinales de Guatemala*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1009_Q.pdf

- Servicio Nacional de Sanidad Sagarpa. México. (s.f). *Tratamiento Hidrotérmico*. Obtenido de http://www.servesa.com.mx/Auditoria_documental/hidrotermico.pdf
- Sierra Sarmiento, M., Barros Algarra, R., Gómez Paternina, D., Mejía Terán, A., & Suarez Rivera, D. (2018). *Productos Naturales: Metabolitos Secundarios y Aceites Esenciales*. Obtenido de file:///D:/Nueva%20carpeta%20-%20copia/Ebook_Productos_Naturales_Final.pdf
- Stekolschink, G. (2017). *Albaca Inteligente. Nexciencia.Exactas:Uba:Ar*.
- Torres Yanes, H. A. (12 de 09 de 2017). *Efecto Biofunguicida del gel de Aloe Vera y Extracto de Moringa sobre la pudrición de Corona en la fruta banano*.
- Ulloa, J. A., Ulloa, P. R., Ramírez Ramírez, J. C., & Ulloa Rangel, B. E. (2013). *Ultrasonido: aplicaciones en el campo de los alimentos*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Jose_Ulloa4/publication/269095897_Ultrasonido_aplicacion_es_en_el_campo_de_los_alimentos/links/547f5c750cf250f1edbd4ac.pdf
- UNAM. (SF). *Bacterias*. Obtenido de <http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/2%20bacterias.pdf>
- Zapata Montoya, J. E., & Castro Quintero, G. (s.f.). *Deshidratación Osmótica de Frutas y Vegetales*. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/23782/24455>.