

Características de los aceites esenciales de vegetales y las implicaciones de sus interacciones bioquímicas con los componentes de alimentos en la eficiencia de los procesos de conservación

Soperanez-Ramírez M.¹,
Martínez-García, J.¹,
Caffarel-Méndez, S.²
Barrientos-García, R.³
Minor-Pérez, H.²

Introducción

El deterioro de los alimentos se divide en aspectos químicos o microbiológicos. Desde la antigüedad los cambios relacionados a la microbiología han tenido una gran importancia, debido a dos razones principales: la descomposición que producen en los alimentos y las posibles toxiinfecciones alimentarias que pueden provocar en los humanos. Por ejemplo, el género *Pseudomonas* sp., produce descomposición de carne refrigerada, y *Clostridium botulinum* produce la toxina botulínica en productos con un inadecuado proceso de enlatado (Hobbs y Roberts, 1999; Matamoros, 1998). Los productos de origen acuático, por ejemplo pescados o moluscos como el pulpo o calamar, tienen en común un acelerado proceso de descomposición, comparados con productos de animales de origen terrestre (García, 2005).

Los procesos de conservación tienen como objetivo principal el mantenimiento de las características originales de los alimentos en estado fresco o procesado, y por lo tanto incrementan la vida útil durante el almacenamiento.

Además, para el diseño de estos procesos, es necesario considerar que las tendencias de consumo actuales demandan alimentos con sustancias de origen natural. Estos conservadores se asocian con alimentos sanos y seguros. Los estudios se enfocan en la búsqueda de nuevas formas de conservación y en el análisis de sus efectos sobre la estabilidad microbiológica de los alimentos (Buchanan y Phillips, 1990; Leistner 1992). Los aceites esenciales son conservadores naturales; son líquidos oleosos volátiles, generalmente insaponificables que se obtienen de las diferentes partes de una planta (hojas, raíces, flores, semillas y frutas) por diversos métodos de extracción.

Acerca de los autores...

¹ Alumnas de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

² Profesor-investigador de la División de Ingeniería Química y Bioquímica del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

³ Investigadora de la Universidad Politécnica de Tlaxcala (UPT), con estudios de doctorado en la UAM Iztapalapa y posdoctorado en el IPN.

En general, contienen una porción de hidrocarburos de la serie polimetilénica, del grupo de los terpenos, que responden la fórmula $(C_5H_8)_n$, junto con otros compuestos casi siempre oxigenados (alcoholes, éteres, esteres, aldehídos y compuestos fenólicos) que son los que confieren a los aceites esenciales el aroma que los caracteriza (Badui, 2011). Algunos aceites esenciales como el de romero, citral, tomillo o ajo tienen actividad antimicrobiana contra cepas de importancia en alimentos: *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella sp.*, o *Pseudomonas sp.*

A pesar de la gran cantidad de estudios sobre la aplicación de los aceites esenciales en alimentos, todavía existen diversos aspectos sobre estos procesos de conservación que no se conocen totalmente. Por ejemplo, la eficiencia de un proceso de conservación se ve afectada por las interacciones bioquímicas entre los aceites esenciales y los componentes de los alimentos; pudiéndose incluso perder la actividad antimicrobiana y por tanto provocar que el proceso de conservación no sea el adecuado.

Aceites Esenciales

Los aceites esenciales son líquidos aceitosos obtenidos a partir de diferentes partes de las plantas, como flores, yemas, semillas, hojas, ramas, cortezas, hierbas, maderas, frutos y raíces. Son mezclas complejas de ésteres, aldehídos, cetonas y terpenos. Además son compuestos olorosos, muy solubles en alcohol y poco solubles en agua.

Químicamente los AEs consisten en gran medida en mezclas de compuestos llamados terpenos. La palabra terpeno deriva del nombre alemán de la esencia de trementina: terpentin. Existe una gran diversidad de AEs como las plantas que los producen; en la Tabla 1 se muestran algunas de los más conocidos (Caccioni, 2000).

Se han llegado a identificar en un AE hasta 300 componentes. Las plantas producen mayor cantidad de terpenoides que los animales y los microorganismos (Croteau y col. 2000).

Tabla 1. Aceites esenciales comunes

| Aceite | Nombre científico | Parte utilizada | Componente principal |
|-----------------|--------------------------------|-----------------|----------------------------|
| Almendra amarga | <i>Prunus dulcis</i> | Semillas | Benzaldehído, HCN |
| Anís | <i>Pimpinella anisum</i> | Fruto | Anetol |
| Canela | <i>Cinnamomum zeylanicum</i> | Corteza | Aldehído cinámico, eugenol |
| Cilantro | <i>Coriandrum sativum</i> | Semillas | Decanal, decano, huleno |
| Citronela | <i>Cymbopogon nardus</i> | Sojas | Geraniol, citronelal |
| Jazmín | <i>Jasminium officinales</i> | Flores | Linalol |
| Lavanda | <i>Lavándula officinalis</i> | Flores | Linalol, linalil acet. |
| Limón | <i>Citrus limon</i> | Cáscara | Limoneno, citral |
| Mejorana | <i>Origanum majorana</i> , | Hierba | Carvacol y timol |
| Melisa | <i>Melissa officinalis</i> | Hojas | Geraniol, citral |
| Menta | <i>Mentha arvensis</i> | Hojas | Mentol |
| Naranja dulce | <i>Citrus aurantium dulcis</i> | Piel | d-limoneno |
| Orégano | <i>Origanum sp.</i> | Hojas | Carvacrol, timol |
| Tomillo | <i>Thymus sp.</i> | Hojas | Timol |
| Sándalo | <i>Santalum album</i> | Madera | Alcoholes terpénicos |

Entre los compuestos mayoritarios de los aceites esenciales figuran los terpenoides. Estos compuestos son las sustancias más abundantes y están formados por varias unidades isoprenicas.

La Tabla 2 muestra la clasificación de los terpenos. Los monoterpenos se subdividen a su vez en tres grupos: acíclicos, monocíclicos y bicíclicos. Un ejemplo de monoterpenos acíclicos es el hidrocarburo mircenol, que se encuentra en las esencias de las verbenáceas. El timol es el caso de un compuesto cíclico fenólico y su isómero el carvacrol son los componentes principales de los tomillos y los oréganos. Otros ejemplos de monoterpenos cíclicos son el terpineol presente en el cedrón y el mentol, que es característico de algunas mentas (Zygodlo y col. 1994).

Los compuestos disueltos en aceites esenciales se pueden clasificar en:

- Esteres: Principalmente de ácido benzoico, acético, salicílico y cinámico.
- Alcoholes: Linalol, geraniol, citronelol, terpinol, mentol, borneol.
- Aldehídos: Citral, citronelal, benzaldehído, cinamaldehído, aldehído cumínico, vainillina.
- Ácidos: Benzoico, cinámico, mirístico, isovalérico todos en estado libre.
- Fenoles: Eugenol, timol, carvacrol.
- Cetonas: Carvona, mentona, pulegona, irona, fenchona, tujona, alcanfor, metilnonil cetona: metil heptenona.
- Esteres: Cínelo, éter interno (eucaliptol), anetol, safrol.
- Lactosa: Cumarina.
- Terpenos: Canfeno, pineno, limoneno, felandreno, cedreno.

| Nombre | Unidades isoprenicas | Número de átomos de carbono |
|----------------|----------------------|--------------------------------|
| Monoterpenos | 2 | C ₁₀ |
| Sesquiterpenos | 3 | C ₁₅ |
| Diterpenos | 4 | C ₂₀ |
| Sesterterpenos | 5 | C ₂₅ |
| Triterpenos | 6 | C ₃₀ |
| Carotenoides | 8 | C ₄₀ |
| Resinoides | n | (C ₅) _n |

Tabla 2. Clasificación de los terpenos

| Criterio | Clasificación | Ejemplos |
|--|-----------------------|--|
| CONSISTENCIA | Fluidos | Líquidos muy volátiles a temperatura ambiente; esencias de menta, salvia, limón, albahaca, etcétera. |
| | Balsamos | De consistencia espesa, poco volátiles y propensos a polimerizarse, bálsamo de copaiba, bálsamo de Perú. |
| | Oleoresinas | Líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas: caucho, gutapercha. |
| ORIGEN | Naturales | Se obtienen directamente de la planta y no se someten posteriormente a ninguna modificación física o química: esencias de plantas aromáticas y flores. |
| | Artificiales | Se obtienen a través de los procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno de sus componentes principales, o son la mezcla de varias esencias naturales: esencia de anís con ateniol. |
| | Sintéticas | Mezclas de diversos productos químicos obtenidos sintéticamente. |
| NATURALEZA QUÍMICA DE LOS COMPONENTES MAYORITARIOS | Monoterpenoides | Esencias de albahaca, salvia, menta, etcétera |
| | Sesquiterpenoides | Esencias de ciprés, copaiba, jengibre, etcétera. |
| | Compuestos oxigenados | Esencias de geranio, jazmín, lavanda, etcétera. |

- Hidrocarburos: Cimeno, estireno (feniletileno).

Los aceites esenciales se clasifican con base en diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios, como se muestra la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de los aceites esenciales.

Actividad Antimicrobiana

Uno de los factores a tener en cuenta en la aplicabilidad de estos compuestos es su impacto sobre las propiedades sensoriales de los alimentos. Es decir, se requiere una concentración mayor de aceites esenciales para obtener en los alimentos el mismo resultado o la misma eficacia que se consigue en los estudios realizados in vitro, por lo que la utilización de estas sustancias como conservadores está a menudo limitada debido a que podrían exceder los niveles de aceptabilidad.

Este es uno de los principales puntos para determinar cuál es la concentración mínima efectiva del aceite esencial, pero que altere lo menos posible las propiedades sensoriales del producto. Otras formas de limitar los cambios en estas propiedades serían seleccionando cuidadosamente los aceites esenciales de acuerdo al tipo de alimento o combinando diferentes extractos de plantas para minimizar las concentraciones debido a efectos sinérgicos.

También se puede evaluar otra serie de aspectos como el rango de actividad frente al organismo control sobre el que se quiere actuar en cada producto, al igual que el efecto de la composición del alimento sobre la actividad antimicrobiana (Gutiérrez, 2008).

Los aceites esenciales se pueden incorporar en el material de envasado (envase activo) o mediante un recubrimiento, de tal forma los compuestos antimicrobianos estarán en contacto con la superficie de los alimentos, donde ocurre principalmente la contaminación microbiana debida a la manipulación después del procesado. Los productos con mayor potencial para la aplicación de filmes y recubrimientos antimicrobianos incluyen la carne, pescado, aves, pan, queso, frutas, verduras y bebidas. En el caso de las verduras y frutas, se pueden aplicar los aceites esenciales y otros extractos en disoluciones de lavado. Estos envases antimicrobianos alargan el periodo de latencia y reducen la velocidad de crecimiento microbiano, pudiendo inhibir completamente el crecimiento de patógenos, o en ciertos casos podrían provocar la muerte de los microorganismos, prolongando así la vida útil y manteniendo la seguridad alimentaria. Además si se consiguiera que estos aceites esenciales se liberaran de forma controlada, se podría lograr que la actividad antimicrobiana de estos compuestos se mantuviese por largo tiempo.

Algunas especias tienen inherentes sustancias tóxicas y pueden producir algunas reacciones alérgicas si se ingieren en grandes cantidades. Otras especias son tóxicas para los insectos, y pueden ser peligrosas hasta cierto punto para las personas, aunque la toxicidad dependerá de la dosis.

En general, las especias utilizadas sobre todo como agentes antimicrobianos y antioxidantes no presentan toxicidad a niveles de consumo y son considerados como sustancia GRAS (por sus siglas en inglés: Generally Recognized as Safe).

Mecanismo de Acción

Existen pocos estudios enfocados a comprender el mecanismo involucrado en la inhibición microbiana por especias y sus aceites esenciales debido a su gran complejidad. Sin embargo, se ha sugerido que dada la estructura fenólica de muchos de los compuestos con actividad antimicrobiana presentes en las especias y sus aceites esenciales, el modo de acción debe ser similar al de otros compuestos fenólicos (Davidson, 1997). En muchos casos los antimicrobianos pueden no tener ningún efecto hasta que se rebasa una concentración crítica.

La actividad antimicrobiana de las especias y plantas se atribuye generalmente a compuestos fenólicos presentes en los extractos o aceites esenciales de las mismas (Nychas, 1995; Shelef, 1983) y se reconoce que factores como su contenido de grasa, proteínas, sales, el pH y la temperatura afectan la bioactividad de los compuestos fenólicos (Nychas, 1995; Tassou y Nychas, 1994). Por ejemplo, Cava y col. (2007) indican que las grasas forman una película en la membrana celular, que protege a la célula de sustancias antimicrobianas.

Algunos estudios mencionan que estos compuestos fenólicos tienen un amplio espectro de efectividad contra los microorganismos, como el timol extraído del tomillo y del orégano, el aldehído cinámico extraído de la canela y el eugenol extraído del clavo de olor.



Generalmente la capacidad inhibitoria del AE podría ser atribuida a la presencia de un núcleo aromático, conteniendo un grupo polar funcional (Farag y col., 1989). Alrededor de 30,000 compuestos aislados de AEs de plantas aromáticas contienen grupos fenólicos y estos compuestos son los más utilizados por la industria de los alimentos (Meeker y Linke, 1988). Diversos estudios han documentado la actividad antimicrobiana del AE de limón, rosa, canela, clavo de olor y orégano sobre diferentes especies microbianas.

El modo de acción de dichos compuestos fenólicos no ha sido determinado en su totalidad: éstos pueden inactivar enzimas esenciales, reaccionar con la membrana celular o alterar la función del material genético. Se ha observado que las grasas, proteínas, concentraciones de sal, pH y temperatura afectan la actividad antimicrobiana de estos compuestos. Los componentes activos de los aceites esenciales pueden variar en su estructura, ya que ésta puede verse afectada por ciertas variables como el genotipo de la planta, las diferentes metodologías de extracción, localización geográfica, así como las condiciones ambientales y agronómicas (Smid y Gorris, 1999).

Un número importante de los constituyentes de los AEs ha demostrado tener capacidad inhibitoria sobre el desarrollo de las cepas fúngicas (Chao y Young, 2000). Aparentemente existe una relación directa entre la estructura química del componente más abundante en el AE y sus efectos antifúngicos. Generalmente la capacidad inhibitoria del AE podría ser atribuida a la presencia de un núcleo aromático, conteniendo un grupo polar funcional (Farag y col., 1989).

Mishra y Dubey (1994) informaron que el AE de limón (*Cymbopogon citratus*) actuó como un fungistático efectivo sobre 47 cepas de hongos filamentosos, además estos autores describen que los efectos de este AE sobre *Aspergillus flavus* son, en algunos casos superiores a fungicidas de síntesis comerciales como el Agrosan, oxiclóruo cúprico etcétera. *A. flavus*, mostró inhibición de su crecimiento y en la producción de aflatoxinas, cuando se trató con AE de clavo (*Syzygium aromaticum*) y canela (*Cinnamomum zeylanicum*) (Bullerman y col., 1977; Montes-Belmont y Carvajal, 1998).

La actividad inhibitoria del AE de orégano (*Origanum vulgare*) sobre el crecimiento de *A. flavus*, *A. ochraceus* y *A. niger* ha sido evaluada previamente por Paster y col. (1995), quienes obtuvieron resultados significativos sobre la inhibición del crecimiento y la toxicogénesis.

Juven y col. (1994) utilizaron extractos de tomillo a diferentes concentraciones para inhibir *Salmonella typhimurium*. Reportan una concentración crítica donde el extracto presentó efecto inhibitorio. La interpretación de estos investigadores a este fenómeno fue que los compuestos fenólicos sensibilizan la membrana celular, y al saturarse los sitios de acción, la célula sufre un

daño grave, provocando que se colapse la membrana (Raibaudi, y col. 2006).

En general, son más efectivos las especias frente a organismos gram-positivos, que frente a bacterias gram-negativas.

Aunque el mecanismo exacto de la acción antibacteriana de especias y derivados no está todavía claro (Lanciotti y col., 2004) algunas hipótesis han sido propuestas para el posible mecanismo de acción antimicrobiana de especias. Algunos mecanismos son:

- Uniones hidrofóbicas y puentes de hidrógeno de los compuestos fenólicos con las proteínas de la membrana lo cual provoca una partición de la bicapa lipídica (Juven y col. 1994).
- Perturbación de la permeabilidad de la membrana, consecuencia de su expansión e incremento de la fluidez causando el aumento de la inhibición de enzimas integradas de la membrana (Cox y col. 2000).
- Destrucción de los sistemas de transporte de electrones (Tassou y col. 2000).
- Perturbación de la pared celular (Odhav y col. 2002).
- Las bacterias gram-negativas son más resistentes que las gram-positivas debido a la presencia de lipopolisacárido en su pared celular (Russel y col., 1991). Este lipopolisacárido de la pared celular puede evitar que los aceites esenciales dañen la membrana citoplasmática de las bacterias gram-negativas (Chanegriha y col., 1994).



Conclusiones

Los aceites esenciales de vegetales, pueden emplearse como conservadores naturales de diversos alimentos. Sin embargo, la eficiencia en su aplicación en procesos de conservación puede estar limitada por una gran cantidad de factores intrínsecos o extrínsecos a los alimentos. Las interacciones bioquímicas entre los componentes de los aceites esenciales y los componentes de alimentos son algunos de los aspectos que limitan la aplicación de estos aceites. Por ejemplo, se ha observado que la grasa protege a las células bacterianas.

El diseño de una estrategia de conservación deben considerar estos factores para controlar de una manera eficiente las poblaciones microbianas indeseables en los alimentos.

Agradecimientos

Janeth Martínez García y Marcela Soperanez Ramírez, agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca económica otorgada para realizar sus estudios de posgrado. Asimismo, los autores agradecen al CONACyT por el financiamiento otorgado a través del proyecto No. 131988.

Bibliografía

Bullerman, L. B., Lieu, F.Y. y Seier, S.A. 1977. Inhibition of growth and aflatoxin production of cinnamon and clove oils: cinnamic aldehyde and eugenol. *Food Science* 42 : 1107

Caccioni, D.L.R., Guizzardi, M., Biondi, D.M., Renda, A. y Ruberto, G. 2000 Relationship between volatile components of citrus fruit essential oil and antimicrobial action on *Penicillium digitatum* and *Panicillium italicum*. *Int. J. Food microbiol.* 88 : 170-75.

Cava, R., Nowak, E., Taboada, A., Marín-Iniesta, F. 2007. Antimicrobial activity of clove and cinnamon essential oils against *Listeria monocytogenes* pasteurized milk. *Journal of Food Protection.*

Chanegriha, N., Sabaou, N., Baaliouamer, A. y Meklati, B.Y. 1994. Activite antibacterienne of antifongique de l'huile essentielle du cypress d Ageric. *Rivista Italiana Epposs*, 12 : 5-12.

Cox, S.D., Mann, C.M., and Markham, J.L. 2000. The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Malaleuca alternifolia* (tea tree oil). *J. Appl. Microbiol.* 88 : 170-75.

Croteau, R., Kutchan, T.M., Lewis, N.G. 2000. Natural products (Secondary Metabolites). En: Buchanan, B., Grisse, W., Jones, R. (Eds.), *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologists.

Davidson, P.M. y Branen, A.L. (Eds.). 1993. *Antimicrobials in foods*. Marcel Dekker, Inc New York. Citado en: López-Malo, A. 2000. La preservación multiobjetivo de Alimentos: E.J. Smid, and G.M. Gorris. *Natural antimicrobials for food preservation*. In : *Handbook of Food Preservation* (MS Rhman, Editor; Marceldekker, N.Y., 1999) pp. 285-08.

Farag, R.S. Daw, Z.Y. y Abo-Raya, S.H. 1989. Influence of spice essential oils on *Aspergillus parasiticus* growth and production of aflatoxins in a synthetic medium *Journal of Food Science* 54:74-76

García, V. 2005. *Introducción a la Microbiología*. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica.

Gutierrez J. (2008). "The antimicrobial efficacy of plant essential oil combinations and interactions with food ingredients".



International Journal of Food Microbiology 124:91-97.

Lanciotti, R., Gianotti, A., Patrignani, N., Belletti, N., Guerzoni, M.E. y Gardini, F., 2004. Use of natural aroma compounds to improve shelf-life of minimally processed fruits. *Trends in Food Sci. & Technol.* 15: 201-08

Hobbs, B. y Roberts, D. 1999. *Higiene y Toxicología de los alimentos*. 3ª ed., Zaragoza-España. pp. 33-39.

Juven, B.J., Kanner, J., Schved, F. y Weisslouicz, H.1994. Factors that interact with the antimicrobial action of thyme essential oil and its active constituents. *Appl. Bacteriol.* 76 : 626-31.

Lanciotti, R., Gianotti, A., Patrignani, N., Belletti, N., Guerzoni, M. E. y Gardini, F. 2004. Use of natural aroma compounds to improve shelf-life of minimally processed fruits. *Trends in Food Sci. & Technol.* 15 : 201-08.

Leistner L. 2006. *Tecnologías Emergentes de Conservación de Alimentos*, Técnica. Disponible en: <http://www.alimentatec.com/muestrapaginas>.

Matamoras, L. 1998. Aumenta el uso de antimicrobianos naturales en la UE para garantizar la seguridad de los alimentos manteniendo sus características. Disponible en: <http://www.salud7.com.mx/nutricion/2006/12/antimicrobianosnaturales-y-conservacin.html>

Mishra, A.K. y Dubey, N.K. 1994. Evaluation of some essential oils for their toxicity against fungi causing deterioration of stored food commodities. *Applied and Environmental Microbiology* 60, 1101-1105.

Montes- Belmont y Carvajal, M. 1998. Control de *Aspergillus flavus* in maize with plant essential oils and their components. *Journal of Food of Protection* 61:616-619

Nychas, G.J.E. 1995. Natural Antimicrobials from plants. En: *New Methods of food preservation*. G.W. Gould (Ed.). Blakie Academia y Professional. Glasgow. p. 1-21.

Odhav, B., Juglal, S. y Govinden, R. 2002. Spices oil for the control of co-occurring mycotoxins producing fungi. *European Food Res. & Technol.* 65: 683-87.

Paster, N., Menansherov, M., Ravid, U.,

and Juven, B.J. 1995 Antifungal activity of oregano and thyme essential oils applied as fumigants against fungi attacking stored grain. *Journal of Food Protection* 58:81-85

Raibaudi, R.M., Fortuna, R.S., Belloso, O.M. 2006. Uso de agentes antimicrobianos para la conservación de frutas frescas y frescas cortadas. Universidad de Leida. Disponible en: http://www.ciad.mx/dtaov/XI_22CYTED/images/files/pdf/brasil/olga.pdf.

Russel, A.D. 1991. Mechanisms of bacterial resistance to non-antibiotics : food additives and pharmaceutical preservatives. *J. Appl. Bacteriology*, 71:191-01.

Smid, E.J., Hendriks, L., Boerrigter, H.A.M. and Gorris, L.G.M. 1996. Surface disinfection of tomatoes using the natural plant compound trans-cinnamaldehyde. *Postharvest Biology and Technology*, 9, 343-350.

Stashenko, E. y Combariza, Y.1998. Aceites esenciales: Técnicas de extracción y análisis. Universidad Industrial de Santander Bucaramanga. pp. 14-37

Tassou, C.C., Koutsoumanis, K. y Nychas, G.J. E. 2000 Inhibition of *Salmonella enteridis* and *Staphylococcus aureus* on nutrient broth by mint essential oil. *Food Research International*, 48 : 273-280.

Zygodlo, J. A., Guzman C. A., y Grosso, N. R. 1994. Antifungal Properties of the Leaf Oils of *Tagetes minuta* L. and *T. filifolia* Lag 10.1080/10412905.1994.9699353

