



Agentes antimicrobianos presentes en especias y hierbas

E. Vega – Portocarrero^{*} y A. López-Malo

*Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Universidad de las Américas Puebla.
San Andrés Cholula, Pue., México.*

Resumen

Los aceites esenciales tienen efecto antimicrobiano por los compuestos fenólicos, terpénicos y otros compuestos volátiles. Estos compuestos tienen capacidad de alterar las células microbianas; aunque sus mecanismos de acción y los factores extrínsecos e intrínsecos asociados a su actividad antimicrobiana cuando son adicionados a alimentos, no han sido del todo estudiados. La adición de aceites esenciales a diversos alimentos puede satisfacer la demanda de los consumidores de obtener productos alimenticios naturales, sin o con la menor cantidad de conservadores químicos. Por ello la importancia de conocer las propiedades antimicrobianas de los aceites esenciales provenientes de especias y hierbas. El objetivo de este artículo es presentar una descripción de los agentes antimicrobianos naturales, las características de los aceites esenciales presentes en especias y hierbas, sus mecanismos de acción y los factores que afectan su actividad antimicrobiana y algunos usos de estos aceites esenciales en productos alimenticios.

Palabras clave: agentes antimicrobianos, especias, hierbas, aceite esencial, mecanismos de acción.

Abstract

The essential oils have antimicrobial effects due to their content of phenolic, terpenes and other volatile compounds. These compounds have the capacity to alter microbial cells, but the mechanisms of action and intrinsic and the extrinsic factors associated with their antimicrobial activity when added to food, has not been fully studied. The use of essential oils in food could satisfy the consumer demand to natural foods, with fewer or without addition of chemical preservatives. Hence the importance of knowing the antimicrobial properties of essential oils from spices and herbs. The objective of this article is to present a description of natural antimicrobial agents, essential oils characteristics of spices and herbs, their mechanisms of action and the factors that affect its activity, their antimicrobial effect and some uses of essential oils in foods.

Keywords: antimicrobial agents, spice, herbs, essential oil, mechanisms of action.

Introducción

La utilización de sustancias naturales en la conservación de alimentos constituye en la

actualidad un desafío en la industria alimentaria, ya que los consumidores demandan cada vez más alimentos sin conservadores, asociando alimentos sanos y seguros con alimentos frescos o mínimamente procesados (López-Malo, 1995).

* Programa de Maestría en Ciencia de Alimentos
Tel.: +52 222 229 2126, fax: +52 222 229 2727
Dirección electrónica: econsuelov@yahoo.com

La actividad biológica de una planta medicinal reside en uno o un conjunto de compuestos químicos que se encuentran en los tejidos de la planta. Sus componentes antimicrobianos están mayormente contenidos en el aceite esencial presente en las hojas, flores, bulbos, rizomas, frutos o alguna otra parte de la planta (López-Malo *et al.*, 2005). Los aceites esenciales resultan ser el producto final del metabolismo secundario de las plantas aromáticas y están constituidos principalmente por terpenos con actividad y composición variada.

Los aceites esenciales han sido utilizados desde hace mucho tiempo para diversas aplicaciones. Los habitantes indígenas de varias regiones del mundo utilizaron una amplia variedad de estos aceites como agentes medicinales, para tratar diferentes padecimientos; asimismo, los aplicaron en el curado de varios de sus alimentos. Este conocimiento tradicional, sumado a la gran cantidad de sustancias que las plantas elaboran como subproductos metabólicos, ha llevado a centrar la atención de una parte importante de la investigación en la conservación de los alimentos, en el estudio de extractos vegetales con poder antimicrobiano y su potencial aplicación como consevadores de alimentos (García y Sólis, 2000).

Existen múltiples reportes (Ismaiel y Pierson, 1990; Aureli *et al.*, 1992; Juven *et al.*, 1994; Faleiro *et al.*, 2003, Radudiene *et al.*, 2005 y Luqman *et al.*, 2007) que demuestran la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de hierbas, muchos de los cuales fueron realizados “*in vitro*” y algunos otros sobre la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales en alimentos.

Por ello, el objetivo de la presente revisión es dar a conocer una descripción de los agentes antimicrobianos naturales, de las

características de los aceites esenciales presentes en especias y hierbas, sus mecanismos de acción y factores que afectan su actividad antimicrobiana y algunos estudios sobre el uso de estos aceites en productos alimenticios.

Revisión bibliográfica

Agentes antimicrobianos

Los agentes antimicrobianos son compuestos químicos presentes o añadidos en los alimentos que retardan el crecimiento microbiano o causan la muerte de los microorganismos (López-Malo, 2000). Desde la antigüedad se utilizaban algunos tipos de agentes que parecían útiles para la conservación de los alimentos, ya que se notaba que al agregarlos, el alimento duraba más tiempo; ejemplo de ello es la sal común, la cual se ha utilizado para preservar alimentos tales como carne, pescados, mariscos, verduras y muchos otros productos.

Actualmente se producen antimicrobianos en forma sintética, pero éstos también se encuentran presentes en forma natural en diversos alimentos. De tal manera que los compuestos químicos de acción antimicrobiana pueden clasificarse como aditivos tradicionales con acción directa o indirecta (Moreno, 2002).

Los antimicrobianos de acción directa son aquellos que son adicionados intencionalmente al alimento con la finalidad de lograr un efecto de inhibición del crecimiento de microorganismos. Son químicamente reconocidos como GRAS (Generaly Recognized as Safe) por la FDA (Food and Drug Administration). Los principales grupos microbianos sobre los

cuales muestran ser efectivos se presentan en la Tabla I.

Tabla I. Antimicrobianos sintéticos de acción directa^a

Antimicrobiano	Microorganismos sobre los que actúa
Ácido propiónico y propionatos	Mohos
Ácido sórbico y sorbatos	Mohos
Ácido benzoico y benzoatos	Mohos y levaduras
Parabenos	Mohos y levaduras
SO ₂ y sulfitos	Bacterias, mohos y levaduras
Oxido de etileno y de propileno	Mohos y levaduras
Diacetato de sodio	Mohos
Nisina	Bacterias ácido lácticas, Clostridia
Ácido dehidroacético	Insectos
Nitrito de sodio	Clostridia
Etil-formato	Mohos y levaduras

^aJay (1991)

Los agentes antimicrobianos con acción indirecta son sustancias químicas añadidas con otros objetivos diferentes a la acción antimicrobiana, como por ejemplo los fosfatos y antioxidantes fenólicos (Davidson y Branen, 1993).

Tradicionalmente, los agentes antimicrobianos eran utilizados de manera individual para conservar alimentos (Busta y Foegeding, 1983); sin embargo, recientemente el uso de mezclas de agentes para la conservación de alimentos está siendo evaluado.

Teóricamente, el uso de mezclas de agentes antimicrobianos puede proveer un mayor espectro de actividad provocando un incremento en la acción antimicrobiana sobre microorganismos patógenos y/o deteriorativos. Se cree que la mezcla de agentes antimicrobianos puede actuar sobre diferentes especies de microorganismos, o actuar sobre diferentes puntos vitales dentro de las células, lo cual resulta en un mejor control de los microorganismos presentes en el alimento, en comparación a que si se

utilizara el agente antimicrobiano de manera

individual (Santiestéban *et al.*, 2006).

A pesar de que los antimicrobianos tradicionales han sido utilizados durante mucho tiempo, con buenos resultados, la preocupación de los consumidores actuales por reducir su ingesta de aditivos sintéticos, ha llevado a evaluar la capacidad antimicrobiana de productos naturales como los presentes en hierbas y especias.

Agentes antimicrobianos naturales

Un amplio espectro de antimicrobianos naturales han sido aislados e identificados a partir de microorganismos, animales y plantas; un gran número de ellos ya son empleados para la conservación de alimentos, mientras que muchos otros que han sido estudiados para poder ser usados en los alimentos (Quispe, 1994).

Los antimicrobianos naturales pueden ser de origen animal como la lisozima, las proteínas quelantes, los sistemas enzimáticos (lactoperoxidasa), los péptidos y algunos antibióticos naturales; de origen vegetal como los ácidos orgánicos, el timol, el

carvacrol, el eugenol, los isotiocianatos, la alicina, los fenoles y los polifenoles; y de origen microbiano como la nisin y primaricina, entre otros (Jay, 1991).

Los compuestos antimicrobianos de origen vegetal están contenidos en las hojas, flores y capullos, bulbos, rizomas, frutas u otras partes de las plantas. Estos componentes pueden ser letales para la célula microbiana o pueden simplemente inhibir la producción de algún metabolito (López-Malo *et al.*, 2005).

Antimicrobianos derivados de especias y hierbas

La actividad antimicrobiana de las especias y hierbas se atribuye generalmente a compuestos fenólicos presentes en los aceites esenciales de las mismas (López-Malo, 2000; Holley y Patel 2005). Las plantas tienen capacidad para sintetizar compuestos aromáticos, la mayoría de los cuales son compuestos fenólicos o sus derivados y estas sustancias sirven a las plantas como mecanismos de defensa contra la depredación de microorganismos e insectos (López-Malo *et al.*, 2005).

Bauer *et al.* (2001) señalaron que algunos compuestos con actividad antimicrobiana están presentes en gran proporción en los aceites esenciales, constituyendo hasta el 80% de los mismos, otros compuestos están sólo en trazas. En la Tabla II se muestran algunos compuestos con actividad antimicrobiana que se encuentran en hierbas.

Aceites esenciales

La definición aceptada para los aceites esenciales es: “Un producto volátil obtenido de una materia prima vegetal mediante destilación, ya sea con vapor o por inmersión en agua caliente” (Munares, 1983).

Los aceites esenciales son mezclas homogéneas de compuestos orgánicos provenientes de una misma familia química, como los terpenoides. También se definen como mezclas de sustancias orgánicas que componen la fragancia de las plantas; estos componentes volátiles de los aceites pertenecen a la familia de compuestos conocidos como terpenos, son de naturaleza oleosa y son encontrados prácticamente en todas las plantas, ampliamente distribuidos en sus distintas partes como raíces, tallos, hojas, flores y frutos (Mattos, 2007).

Los terpenos son a menudo llamados isoprenoides, teniendo en cuenta que el isopreno es su precursor biológico. Presentan una gran variedad estructural; derivan de la fusión repetitiva de unidades ramificadas de cinco carbonos, basadas en la estructura del isopentenilo. Son monómeros considerados como unidades isoprénicas y se clasifican por el número de unidades de sus carbonos. Los productos que provienen del metabolismo del isopreno abarcan a los terpenos, los carotenos, las vitaminas, los esteroides, entre otros compuestos. Tienen en común la propiedad, de generar diversos aromas agradables y de ser perceptibles por los humanos (Carey, 2003).

Desde el punto de vista químico y a pesar de su composición compleja, los aceites esenciales se clasifican de acuerdo a sus componentes mayoritarios. Según esto, los aceites esenciales ricos en monoterpenos se denominan aceites esenciales monoterpénicos (por ejemplo los aceites de hierbabuena, albahaca y salvia), los que abundan en sesquiterpenos se conocen como aceites esenciales sesquiterpénicos (por ejemplo los aceites de copaiba, pino y junípero); los que tienen altos contenidos de fenilpropanos son los aceites esenciales, fenilpropanoides (por ejemplo los aceites de clavo, canela y anís) (Escobedo, 1987).

Tabla II. Componentes de aceites esenciales que presentan actividad antimicrobiana^a

Nombre común de la planta	Nombre científico de la planta	Componente	Concentración máxima del componente en el aceite esencial (%)
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i>	Linalool	26
		E-2-decanal	20
		Trans-cinnamaldehído	65 80
Canela	<i>Cinnamomum zeylandicum</i>	Carvacrol	64
		Timol Terpineno	2-52
		Cymeno	52
Orégano	<i>Origanum vulgare</i>	Pineno	2-25
		Acetato de bornil	0-17
		Canfor	2-14
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	1,8 Cineolo	3-89
		Eugenol	75-85
Clavo	<i>Syzygium aromaticum</i>	Acetato de eugenil	8-15
		Timol	10-64
		Carvacrol	2-11
Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i>	Terpineno	2-31
		Cimeno	10-56

^aBauer *et al.* (2001)

Características de los aceites esenciales

Los aceites esenciales o esencias volátiles son productos de intenso olor que se extraen de plantas aromáticas. Si bien se usan principalmente en la industria alimenticia y cosmética, muchos de ellos poseen probadas propiedades terapéuticas como antimicrobianas. Numerosos trabajos reportan la acción antiviral y antibacteriana de sustancias terpenoides presentes en la fracción de aceite esencial extraído de plantas aromáticas (Mattos, 2007).

A condiciones ambientales, los aceites esenciales son líquidos menos densos que el agua, pero más viscosos que ella. Poseen un color en la gama del amarillo, hasta ser transparentes en algunos casos (Munares, 1983).

Los aceites esenciales son flamables, no tóxicos, aunque pueden provocar alergias en

personas sensibles a determinados terpenoides; son en general inocuos, mientras la dosis suministrada no supere los límites de toxicidad. Sufren degradación química en presencia de la luz solar, el aire, el calor, los ácidos y álcalis fuertes, generando oligómeros de naturaleza indeterminada. Son solubles en los disolventes orgánicos comunes y casi inmiscibles en disolventes polares asociados (agua, amoniaco). Tienen propiedades de solvencia para los polímeros con anillos aromáticos presentes en su cadena. Son aceptados como sustancias seguras GRAS (Generally Recognized as Safe) por la FDA (Martínez, 2008).

Los aceites esenciales contienen componentes heterogéneos de terpenos, sesquiterpenos, ácidos, ésteres, fenoles, lactonas; todos ellos fácilmente separables, ya sea por métodos químicos o físicos (destilación, refrigeración, centrifugación, entre otros) (Vásquez *et al.*, 2001). Son

obtenidos del material que los contiene utilizando principalmente el clásico procedimiento de destilación por arrastre de vapor. Otros métodos usuales son la extracción con solventes lipofílicos y el enflorado; este último bastante usado en perfumería (Cano, 2007).

Mecanismos de acción de los aceites esenciales contra los microorganismos

Algunos aceites esenciales afectan las funciones metabólicas microbianas, como la respiración, la producción de toxinas o ácidos, pero pueden presentar diferente especificidad respecto a los sitios activos en la célula microbiana de acuerdo a su composición (López-Malo *et al.*, 2005).

Luqman *et al.* (2007) reportan que la inactivación microbiana de los aceites esenciales es causada por daño en la pared celular de los microorganismos, desórdenes en la membrana citoplasmática, agotamiento de las fuerzas motrices de los protones, coagulación de los contenidos celulares o alteraciones en el flujo de electrones, en el flujo del contenido celular y en el transporte activo.

Davidson y Branen (1993) indicaron que el modo de acción de los compuestos fenólicos es inactivar enzimas esenciales, reaccionar con la membrana celular o alterar la función del material genético. Además, López-Malo (1995) señala que la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales puede deberse al deterioro de varios sistemas enzimáticos en los microorganismos, incluidos aquellos involucrados en la producción de energía y en la síntesis de componentes estructurales.

Se han realizado muchos estudios evidenciando el efecto bactericida de los aceites esenciales; sin embargo, su actividad

varía, ya que sus componentes son diferentes. (Ohno *et al.*, 2003).

Una característica importante de los componentes de los aceites esenciales es su hidrofobicidad, la cual permite la separación de los lípidos de la membrana celular y la mitocondria, desordenando la estructura de éstos haciéndola más permeable, lo que permite la filtración de iones y otros contenidos celulares (Oosterhaven *et al.*, 1995). Burt *et al.* (2007), señalaron que al exponer las células a concentraciones subletales de agentes antimicrobianos naturales (como carvacrol y timol), hay cambios en la concentración de los ácidos grasos de la membrana celular, presentándose un aumento de los ácidos grasos insaturados.

Factores que afectan la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales

Son muchos los factores que afectan la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales. El grado de inhibición depende del tipo de microorganismo, del tipo de sustrato, de las variaciones en la composición de la planta, especia o fruto, de las diferencias en las zonas geográficas de cultivo, entre otros (Mattos, 2007).

López-Malo (1995) menciona que el espectro de actividad antimicrobiana de los aceites esenciales depende en gran medida del microorganismo a inhibir, ya que los microorganismos difieren en su resistencia. Además, cuando el aceite es incluido en un alimento, éste puede interactuar aumentando disminuyendo la capacidad antimicrobiana y la eficacia del aceite esencial.

Algunos factores intrínsecos y extrínsecos están asociados con la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales en alimentos. Estos incluyen temperatura, composición de la atmósfera, pH, potencial

de óxido-reducción y actividad de agua, entre otros. En los casos en los que la muestra es expuesta a una atmósfera conteniendo el aceite esencial, las condiciones deben ser cuidadosamente controladas para obtener resultados significativos. El número inicial de microorganismos debe ser consistente para que los resultados sean reproducibles. El efecto de la temperatura es muy importante durante la incubación, ésta debe ser la óptima de crecimiento del microorganismo a evaluar, ya que en la mayoría de los casos, el incremento de la temperatura de exposición incrementa el efecto antimicrobiano del aceite. La composición de la atmósfera juega un papel muy importante, es necesario definir si el microorganismo es anaerobio o no (Beuchat y Golden, 1989).

La actividad antimicrobiana de los compuestos fenólicos presentes en los aceites esenciales se ve favorecida por valores de pH bajos; ello se atribuye al incremento de la solubilidad y estabilidad de estos compuestos (López-Malo *et al.*, 2005). Juven *et al.* (1994) mencionan que a valores de pH bajos las moléculas de compuestos fenólicos, como el timol, se encuentran mayormente no disociadas, presentándose regiones hidrofóbicas en las proteínas y disolviéndose mejor la fase de lípidos de la membrana.

Algunos estudios sobre el efecto antimicrobiano de los aceites esenciales de especias y hierbas

La actividad antimicrobiana de diferentes aceites esenciales de especias y hierbas ha sido evaluada por diferentes autores. Ismaiel y Pierson (1990) observaron que los aceites de clavo, tomillo, pimienta, orégano y canela previnieron la germinación de *Clostridium botulinum*. Mientras que Aureli *et al.* (1992) probaron la actividad antimicrobiana de estos mismos aceites esenciales en sistemas modelo, para inhibir el crecimiento de *Listeria monocytogenes*, determinando que

los constituyentes más activos fueron timol, aldehído cinámico, eugenol y carvacrol.

Juven *et al.* (1994) observaron que la actividad antimicrobiana de los compuestos fenólicos de ciertos aceites esenciales, sensibiliza la membrana celular de *Salmonella typhimurium* y *Staphylococcus aureus*, provocando la saturación de los sitios activos, de tal forma que se generó un daño irreversible, seguido del colapso de las células bacterianas.

En un estudio realizado con aceite esencial de tomillo, éste inhibió el crecimiento de *Proteus mirabilis*. El 1,8-cineol presente en el aceite tiene actividad antimicrobiana similar al linalol, contra ciertos microorganismos como *Candida albicans*, *Listeria monocytogenes*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella spp.* y *Staphylococcus aureus* (Faleiro *et al.*, 2003).

En el trabajo de Radudiene *et al.* (2005), en el aceite esencial de orégano fue identificada una mezcla compleja de 75 compuestos, en un porcentaje de 82.2 a 98.4%, siendo los componentes mayoritarios mono y sesquiterpenos que representaron el 49.8 – 76.8% del total de aceite esencial extraído de las hojas de orégano. También se encontraron en el aceite germacreno-D, 1,8-cineolo, óxido de criofileno, terpineno-4- α -ol y espatulenol, siendo el carvacrol, p-cimeno, γ -terpineno, sabineno, cis-ocimeno, terpineno-4-ol y β -bisaboleno, los principales constituyentes del aceite esencial. Este aceite esencial mostró tener actividad antifúngica contra *Fusarium avenaceum*, *Paecilomyces variotii*, *Rhizopus stolonifer* y *Scopulariopsis brevicaulis*; los microorganismos más resistentes fueron levaduras como *Candida glabrata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Geotrichum candidum*, *Aureobasidium pullulans*, y mohos como *Acremonium furcatum*.

En otro estudio con aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*), se observó su efecto antibacteriano frente a *Mycobacterium smegmatis*, *Escherichia coli* y *Candida albicans*. Su menor actividad se encontró frente a *Mycobacterium smegmatis* (Luqman *et al.*, 2007).

Uso de los aceites esenciales de especias y hierbas como antimicrobianos en productos alimenticios

Actualmente, los consumidores requieren que los productos que consume sean elaborados con sustancias naturales. En este ámbito, los aceites esenciales de especias y hierbas están siendo muy valorados. A continuación se comentan algunos estudios en los que se adicionaron aceites esenciales como agentes antimicrobianos a diversos alimentos.

La adición de 0.8 % (v/p) de aceite esencial de orégano permitió una reducción inicial de 2-3 ciclos logarítmicos de la población bacteriana presente en muestras de carne, incluyendo *L. monocytogenes* y bacterias ácido lácticas. Las muestras de carne fueron almacenadas en atmósfera modificada (40% CO₂, 30% O₂ y 30% N₂) y empacadas al vacío; se observó que a condiciones normales de almacenamiento la inhibición del crecimiento bacteriano fue menor (Tsigarida *et al.*, 2000).

En otro estudio realizado por Skandamis y Nychas (2001), el aceite esencial de orégano disminuyó el crecimiento de la población bacteriana presente en carne molida, almacenada en condiciones de atmósfera modificada. Las concentraciones más efectivas fueron 0.5% y 1%.

Ghafsi *et al.* (2007) detectaron que el aceite esencial de orégano tiene efecto sinérgico favorable con la bacteriocina producida por *Lactobacillus curvatus* CWBI-

B28, para el control de *L. monocytogenes*, en carne de cerdo durante el almacenamiento a 4 °C, pudiendo ser útil para mejorar la estabilidad de los productos cárnicos.

Por otra parte, Mejlholm y Dalgaard (2002) evaluaron nueve aceites esenciales para prolongar el tiempo de vida útil de filetes de bacalao envasados en una atmósfera modificada. Estos autores concluyeron que los aceites esenciales de orégano y canela presentaron la mayor inhibición del crecimiento de *Pseudomonas phosphoreum*, e incrementaron el tiempo de vida útil de los filetes de 11-12 días a 21-26 días a 2 °C, seguidos de los aceites esenciales de limón, tomillo, clavo, laurel, mejorana, salvia y albahaca.

Se ha estudiado el efecto bacteriostático de los aceites esenciales de orégano y canela en productos envasados que no son esterilizados, demostrando su efecto antimicrobiano frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* (Becerril *et al.*, 2007).

Por su capacidad de extender la vida de anaquel de un producto y reducir el riesgo de crecimiento de patógenos en la superficie de los alimentos, los aceites esenciales han sido incluidos en la formulación de películas comestibles, las cuales permiten incorporar agentes antimicrobianos para proveer estabilidad microbiológica a los alimentos (Rooney, 2002).

Los aceites esenciales también han sido aplicados a productos de panadería La canela, el clavo de olor, el laurel, las hojas de limón y el tomillo, demostraron tener actividad antifúngica frente a hongos comunes que causan deterioro; aunque la combinación de estos aceites esenciales con el envasado en atmósfera modificada resulta ser una mejor alternativa (Guynot *et al.*, 2003).

Eissa *et al.* (2008) evaluaron el efecto inhibidor de cinco aceites esenciales extraídos de hojas de limón, albahaca, romero, salvia y clavo, contra la actividad de la enzima polifenoloxidasa, el pardeamiento enzimático, el crecimiento de *Aspergillus flavus* y *A. ochraceus* y su producción de micotoxinas en muestras de jugo de manzana. Los mejores efectos de inhibición se encontraron con los aceites de hojas de limón, clavo y romero, cuando se adicionaron en dosis de 0.05, 0.2 y 0.9 %, respectivamente. Se encontró un incremento del tiempo de vida útil del jugo en cuatro semanas, a 4 °C de almacenamiento.

Se ha observado que las concentraciones que se requieren para lograr un efecto antimicrobiano de los aceites esenciales provenientes de especias y hierbas, son considerablemente más altas en alimentos que en medios de cultivo. Esto altera significativamente el sabor de los alimentos, por lo que sería conveniente reforzar la efectividad de los aceites esenciales puede reforzarse con el uso de aditivos o con combinaciones sinérgicas con otros factores, reduciendo así las concentraciones necesarias de aceite esencial para lograr la eficacia deseada (Gould, 1996).

Conclusiones

Los aceites esenciales constituyen una alternativa eficaz a los antimicrobianos tradicionales en el control del crecimiento microbiano en alimentos. Los compuestos activos mayoritarios de los aceites esenciales de especias y hierbas son los compuestos fenólicos, los cuales son efectivos para inhibir el crecimiento de un gran número de microorganismos.

La aplicación de la mayoría de los aceites esenciales se ve limitada por el hecho de que las concentraciones a las que se logra un efecto antimicrobiano importante, son suficientes para alterar el sabor de los alimentos adicionados con estos aceites; y en muchos casos tales alteraciones no suelen ser agradables. Por esto es necesario profundizar en el conocimiento de los mecanismos de acción y de los factores extrínsecos e intrínsecos asociados con el uso de aceites esenciales en alimentos, así como en la combinación de estos aceites con otras formas de conservación de los alimentos.

Referencias

- Aureli, P., Constantini, A. y Zolea, S. 1992. Antimicrobial activity of some plant essential oils against *Listeria monocytogenes*. *Journal Food Protect.* 55:334-348.
- Basmacioglu, H., Tokusoglu, O. y Ergu, M. 2004. The effect of oregano and rosemary essential oils or alpha-tocopheryl acetate on performance and lipid oxidation of meat enriched with n-3 PUFA's in broilers. *South African Journal of Animal Science.* 34(3):197-210.
- Bauer, K., Garbe D. y Surburg H. 2001. Common fragrance and flavor materials: preparation, properties and uses. Wiley-VCH. Weinheim. 293 p.
- Becerril, R., Gómez-Lus, R., Goñi, P. y López, P. 2007. Combination of analytical and microbiological techniques to study the antimicrobial activity of a new active food packaging containing cinnamon or oregano against *E. coli* and *S. aureus*. *Analysis Bioanalysis Chemical.* 388:1003–1011.
- Beuchat, L.R. y Golden, D.A. 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technology.* 43(1):134-142.
- Burt, S. A., Vander, R., Koets, A. P., De Graaff, A. M., Van Knapen, F., Gaastra, W., Haagsman, H. y Veldhuizen, J. A. 2007. Carvacrol induces heat shock protein 60 and inhibits synthesis of flagellin in *Escherichia coli* O157:H7. *Applied and Environmental Microbiology.* 73(14):4484 – 4490.

- Busta, F.F. y Foegeding, P. M. 1983. Chemical food preservatives. En: S. S. Block (Ed). *Desinfection, Sterilization and Preservation*. Tercera Edición. Lea y Febiger. Filadelfia. pp. 656-675.
- Cano, C. 2007. Actividad antimicótica in vitro y elucidación estructural del aceite esencial de las hojas de *Minthostachys mollis* "muña". Tesis de Maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú.
- Carey, F. A. 2003. *Organic Chemistry*. Quinta edición. McGraw-Hill, EE.UU. pp. 123.
- Davidson, P. M. y Branen, A. L. 1993. *Antimicrobials in food*. Marcel Dekker, Inc., Nueva York. pp. 95-136.
- Eissa H.A., Abd-Elfattah S.M. y, Abuf-Seif F.A. 2008. Anti-microbial, anti-browning and anti-mycotoxicigenic activities of some essential oil extracts in apple juice. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 58 (4): 425-432
- Escobedo, M. S. 1987. Conservación de yuca (*Manihot esculenta grantz*) con aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis kunth griseb*) y con germicida químico "Bacoxin". Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- Faleiro, M.L., Miguel, M.G., Ladeiro, F., Venancio, F., Tavares, R., Brito, J.C., Figueiredo, A.C., Barroso, J.G. y Pedro, L.G. 2003. Antimicrobial activity of essential oils isolated from Portuguese endemic species of *Thymus*. *Letters in applied microbiology*. 36:35-40.
- García, C. y Solís, E. 2000. Evaluación in vitro de aceite esencial de muña y hierba luisa como agente fúngico de *Fusarium oxysporum* en plantas con potencia biocida. Edición RRAA. Perú.
- Ghelfi, H., Benkerroum, N., Doguinet, D., Bensaid, N. y Thonart, N. 2007. Effectiveness of cell-adsorbed bacteriocin produced by *Lactobacillus curvatus* CWBI-B28 and selected essential oils to control *Listeria monocytogenes* in pork meat during cold storage. *Letters in applied microbiology*. 44:268-273.
- Gould, G.W. 1996. Industry perspectives on the use of natural antimicrobials and inhibitors for food applications. *Journal Food Protection Supplement*. 12:82-86.
- Guynot, M.E., Ramos, A. J., Seto, L., Purroy, P., Sanchis, V. y Marin, S. 2003. Antifungal activity of volatile compounds generated by essential oils against fungi commonly causing deterioration of bakery products. *Journal of Applied Microbiology*. 94:893-899.
- Holley, R. y Patel, D. 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essentials oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*. 22(4):273-292.
- Ismaiel, A. y Pierson, M.D. 1990. Inhibition of growth and germination of *C. botulinum* 33A, 40B y 1623E by essential oil of spices. *Journal Food Science*. 55(6):1676.
- Jay, J. 1991. *Modern Food Microbiology*. Van Nostrand Reinhold. Nueva York. pp. 176.
- Juven, B.J., Kanner, J., Schved, F. y Weisslowicz, H. 1994. Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *Journal Applied Bacteriology*. 76:626-631.
- López-Malo, A. 1995. Efecto de diversos factores sobre la capacidad antimicótica de vainilla. Tesis de Maestría. Universidad de las Américas, Puebla, México.
- López-Malo, A. 2000. La preservación multiobjetivo de alimentos: Efectos de factores tradicionales y emergentes en la respuesta de *Aspergillus flavus*. Tesis de Doctorado. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- López-Malo, A., Palou, E. y Alzamora, S. 2005. Naturally occurring compounds – plant sources, En: *Antimicrobials in Food*. Tercera edición. E.E.U.U. Editores. P. Michael Davidson, John N. Sofos y A. L. Branen. Editorial Taylor y Francis Group. pp. 428-451.
- Luqman, S., Dwivedi, G., Darokar, M., Kaira, A. y Khanuja, S. 2007. Potential of rosemary oil to be used in drug-resistant infections. *Alternative therapies*. 13(5):54-59.
- Martínez, M. 2008. Evaluación de la actividad antimicrobiana de aceite esencial de lima. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas, Puebla, México.
- Mattos, C. J. 2007. Efecto de la muña (*Satureja parvifolia*) como aditivo no nutricional en la estimulación de *lactobacillus spp.* y control de *Salmonella typhimurium* en cuyes de carne. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.

- Mejlholm, O. y Dalgaard, P. 2002. Antimicrobial effect of essential oils on the seafood spoilage micro-organism *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products. *Letters in Applied Microbiology*. 34:27-31.
- Moreno, P. M. 2002. Inhibición de *Aspergillus flavus* y *Penicillium digitatum* utilizando agentes antimicrobianos naturales y/o sintéticos. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas, Puebla, México.
- Munares, E. M. 1983. Estudio del aceite esencial de la muña (*Minthostachys mollis kunth griseb*) en almacenaje de papa como inhibidor de brotamiento y microorganismos. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- Ohno, T., Kita, M., Yamaoka, Y., Imamura, S., Yamamoto, S., Kodama, T., Kashima, K. y Imanishi J. 2003. Antimicrobial Activity of Essential Oils against *Helicobacter pylori*. Blackwell Publishing Ltd, *Helicobacter*. 8:207-213.
- Oosterhaven, K., Poolman, B. y Smid, E. J. 1995. Scarvone as a natural potato sprout inhibiting, fungistatic and bacteristatic compound. *Industrial Crops and Products*. 4:23-31.
- Quispe, N. J. 1994. Efecto del aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis kunth griseb*) en el almacenamiento de naranja (*Citrus senoeni linn osbeck*) Variedad Valencia. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- Radudiene, J., Judpintiene, A., Peeiulyte, D. y Jnulis, V. 2005. Chemical composition of essential oil and antimicrobial activity of *Origanum vulgare*. *Biologija*. 4:53-58.
- Roneey, M. L. 2002. Active packaging: Science and application. En: J. S. Welti-Chanes, G. Barbosa-Cánovas y J. M. Aguilera. *Engineering and Food for the 21 st Century*. CRC Press, Boca Ratón EE.UU. pp. 539-547.
- Santiestéban, A., Palou, E. y López-Malo, A. 2006. Susceptibility of food borne bacteria to binary combinations of antimicrobials at selected a_w and pH. *Journal of Applied Microbiology*. 102(2):486-497.
- Skandamis, P.N. y Nychas, G. 2001. Effect of oregano essential oil on microbiological and physico-chemical attributes of minced meat stored in air and modified atmospheres. *Journal of Applied Microbiology*. 91:1011-1022.
- Tsigarida, E., Skandamis, P.N. y Nychas, G. 2000. Behaviour of *Listeria monocytogenes* and autochthonous flora on meat stored under aerobic, vacuum and modified atmosphere packaging conditions with or without the presence of oregano essential oil at 5 °C. *Journal of Applied Microbiology*. 89:901-909.
- Vásquez, O., Alva, A. y Marreros, J. 2001. Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*). *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias Universidad Nacional Amazónica del Perú. Perú 1(1):38–42.