

Evaluación de la vida útil de quesos semimaduros con recubrimientos comestibles utilizando aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*) como agente antimicrobiano

Shelf life evaluation of semi-hard cheeses with edible coatings using oil essential of ginger (*Zingiber officinale*) as an antimicrobial agent

José Tapiero C. 1Ronald Soleno W.Andrés Lozada P.Vanessa Blandón R. Katherine Ramírez M. Mayra Rosero R.Yessika Rivas R.

Recibo: 19.03.2017 Aceptado: 17.07.2017

Tapiero - Cuellar, J L., Soleno, R., Lozada, A., Blandon, V., Ramírez, K., Rosero, M. y Rivas, Y. (2017). Evaluación de la vida útil de quesos semimaduros con recubrimientos comestibles utilizando aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*) como agente antimicrobiano. *Rev. Colomb. Investig. Agroindustriales*, 4(1), 78-87. doi:<http://dx.doi.org/10.23850/24220582.623>

Resumen

El uso de materiales biodegradables ha permitido sustituir en gran parte los empaques plásticos. Los recubrimientos comestibles a partir de polisacáridos se han convertido en una alternativa atractiva y rentable para la conservación de alimentos. Para este trabajo se utilizaron películas de carboximetilcelulosa (CMC) (1,5; 2,0; 2,5%) incorporando glicerol como plastificante (5%) y aceite esencial (AE) (0,05; 0.1 mL/L) de jengibre (*Zingiber officinale*) como agente antimicrobiano para la conservación de quesos semimaduros tipo paipa. Se realizó la extracción de AE de jengibre (*Zingiber officinale*), así como la identificación de sus componentes principales. Para el efecto se realizaron pruebas fisicoquímicas del rizoma (Rz) (humedad 84,79; cenizas 1,39 proteínas 2,27; grasa 4,12; fibra 0,62; carbohidratos 5,78) sobre la especie analizada. El aceite esencial se obtuvo por hidrodestilación asistida por microondas (MWH) en un tiempo de 60 minutos (dividido en intervalos de 15 minutos), con una separación final por rotaevaporación. Los rendimientos obtenidos fueron del 0,15-0,25% con respecto al peso húmedo. Las características físicas de las muestras presentaron valores de índice de refracción de 1,52, densidad 0,88 g/ml y solubilidad en etanol a 96° de pureza. El análisis del aceite esencial se realizó por GC-MS, encontrándose un alto contenido de sesquiterpenos, como el zingibereno (7,2-8,5%) y el α -curcumeno (2,8-3.3%). Los quesos semimaduros fueron recubiertos, y almacenados en condiciones de anaquel (15°C; HR 80%), evaluándose durante 24 días la inhibición

Resumen

del crecimiento de la microbiota predominante en este tipo de alimentos (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Geotrichum*, *Mucor sp* y *Fusarium*). Los RC para CMC 2,5; AE 0,1 mL y glicerol del 5% presentaron diferencias significativas ($<0,5$) con respecto a la reducción de la carga microbiana para el producto final, convirtiéndose en una alternativa agroindustrial para la conservación de quesos.

Palabras clave: Empaques biodegradables; productos naturales; hidrodestilación; lácteos; cromatografía

Abstract

The use of biodegradable materials has made it possible to replace plastic packaging to a large extent. Edible coatings from polysaccharides have become an attractive and cost-effective alternative for food preservation. For this work, carboxymethylcellulose (CMC) films (1.5, 2.0, 2.5%) were used incorporating glycerol as a plasticizer (5%) and essential oil (AE) (0.05, 0.1 mL / L) of ginger (*Zingiber officinale*) as an antimicrobial agent for the conservation of paipa-like semi-mature cheeses. The extraction of AE from ginger (*Zingiber officinale*) was carried out, as well as the identification of its main components. For the physicochemical effect tests of the rhizome (Rz) (moisture 84.79, ash 1.39 proteins 2.27, fat 4.12, fiber 0.62, carbohydrates 5.78) were performed on the analyzed species. The essential oil was obtained by microwave-assisted hydrodistillation (MWHd) in a time of 60 minutes (divided into intervals of 15 minutes), with a final separation by Rota evaporation. The yields obtained were 0.15-0.25% with respect to the wet weight. The physical characteristics of the samples showed values of refractive index of 1.52, density 0.88 g / ml and solubility in ethanol at 96° of purity. The analysis of the essential oil was performed by GC-MS, finding a high content of sesquiterpenes, such as zingiberene (7.2-8.5%) and α -curcumene (2.8-3.3%). Semi-mature cheeses were coated, and stored under shelf conditions (15°C, 80% RH), evaluating for 24 days the growth inhibition of the predominant microbiota in this type of food (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Geotrichum*, *Mucor sp* and *Fusarium*). The RC for CMC 2.5; AE 0.1 mL and glycerol of 5% presented significant differences (<0.5) with respect to the reduction of the microbial load for the final product, becoming an agroindustrial alternative for the conservation of cheeses.

Keywords: Biodegradable packaging; natural products; hydro-distillation; dairy products; chromatography.

Introducción

Los aceites esenciales son compuestos de naturaleza aceitosa, presentes en casi todos los vegetales y ampliamente distribuidos en distintas partes constitutivas de los mismos, como raíces, tallos, hojas, flores y frutos (Briga, 1962). Sus componentes son metabolitos secundarios heterogéneos como terpenos, esquiterpenos, ácidos, ésteres, fenoles y lactonas, entre otros fácilmente separables por métodos químicos o físicos (Luís, Duarte, Gominho, Domingues & Duarte, 2016).

Su aplicación se ha generalizado en las industrias de alimentos y farmacéutica; por su homogeneidad en sus aromas y la baja susceptibilidad al ataque de microorganismos (Ramos-García, Bautista-Baños y Barrera-Necha, 2010).

El uso de películas comestibles es considerado con el propósito de aumentar el tiempo de almacenamiento y mejorar el aspecto de muchos alimentos (Khalifa, Barakat, El-Mansy, & Soliman, 2016). Algunas ceras son aplicadas para retrasar la deshidratación de los cítricos que se ha aplicado desde los siglos XII y XIII en China y que actualmente las están usando en muchos alimentos: productos cárnicos, pescados y pollos tanto frescos congelados, frutas y hortalizas enteras o en trozos y diferentes tipos quesos entre otros (Benítez, Achaerandio, Pujolà & Sepulcre, 2015).

La incorporación de agentes antimicrobianos (ácidos orgánicos, bacteriocinas, enzimas, extractos de plantas y polisacáridos) en películas y recubrimientos comestibles, ha permitido retardar o inhibir el crecimiento de bacterias, mohos y levaduras en los alimentos; logrando aumentar el tiempo de vida útil en este tipo de productos (Yuan, Chen, & Li, 2016).

En efecto, se han reportado distintos trabajos (Alves de Azeredo *et al.*, 2011; Ramos-García *et*

al., 2010; Zheng, Young-Min, Kyu-Seok, Sunggi, & Sun-Young, 2013, entre otros) orientados a preservar frutas y hortalizas mínimamente procesadas, para lo cual desarrollaron películas comestibles impregnadas con aceites esenciales extraídos de distintas plantas. También, se han realizado ensayos preliminares para la utilización de este tipo de recubrimientos en la conservación de quesos de distinto tipo. Sin embargo, y a pesar de los resultados positivos, esta aplicabilidad no se usa a nivel industrial, encontrándose en etapa de desarrollo y evaluación (Cerqueira, *et al* 2007). Así por ejemplo se mencionan los trabajos de Enríquez Araujo (2010), Álvarez, Damiani, Martucci y Gende (2004) y los avances realizados por la Universidad Politécnica de Valencia en el año 2014, en relación con el desarrollo de películas comestibles, incorporando aceites esenciales de orégano y romero, para la conservación de quesos blandos.

En Colombia en el año 2013 se trabajó en el desarrollo de películas comestibles para conservación de quesos, utilizando nicina como agente antimicrobiano. También se conoce la existencia de un proyecto de la Universidad Nacional para el uso de películas y recubrimientos comestibles a base de almidón y nanofibras de achira con actividad antimicrobiana en la evaluación de la calidad y vida útil de quesos frescos. Sin embargo, es poco el avance alcanzado a nivel experimental en cuanto al desarrollo de películas comestibles con aceites esenciales como agentes antimicrobianos, y su aplicación en la industria quesera (Asensio, 2013). Por ello, el presente trabajo plantea como propósito aprovechar las propiedades antimicrobianas del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*) en la conservación de quesos semimaduros, a través de su incorporación a películas comestibles.

Metodología

Este trabajo se realizó en el Complejo Agroindustrial del Centro Agropecuario de Buga-Sena. (Guadalajara de Buga, Valle del Cauca, Colombia). Se utilizaron quesos semimaduros tipo paipa 25 días que fueron recubiertos y empacados al vacío después de su proceso de maduración, elaborados con leche bovina de la raza hartón del Valle. Se les aplicó un recubrimiento comestible (RC) de CMC con aceite esencial de jengibre como agente antimicrobiano para mohos y levaduras.

Se utilizaron muestras de jengibre, provenientes de la zona cafetera, Valle del Cauca y altiplano cundi-boyacense, con una densidad promedio de 39,6 g/cm³ y un peso medio de 400 g. Las operaciones de limpieza y desinfección del rizoma fueron de lavado y desinfección. Posteriormente se realizó una reducción del tamaño de partícula (1,67 mm) de acuerdo con lo reportado por Leyva, M.A., Ferrada, P.J., Martínez, J.R., Stashenko, E.E (2007). Las propiedades fisicoquímicas del jengibre fueron evaluadas para los parámetros de pH acidez según los Métodos Oficiales de Análisis de la AOAC 981.12 y AOAC 942.15.

Se usó la hidrodestilación asistida por radiación de microondas (MWHD) con una potencia de 700 watt mediante un montaje de destilación tipo Clevenger (Figura 1) según el procedimiento descrito por Stashenko. Se usaron 400 g de rizomas triturado. La duración de la hidrodestilación fue de 60 minutos, divididos en intervalos de 15 minutos. Posteriormente, se hizo un perfil de ácidos grasos por GC-MS en un equipo Shimadzu-QP2010 del Laboratorio de Investigaciones Agroindustriales (LIA) del Sena de Buga. El AE se usó como agente antimicrobiano en los recubrimientos para los quesos.

El análisis cromatográfico de las muestras se realizó mediante una separación de los

componentes del aceite por cromatografía de gases acoplado a masas GC-MS-QP2010. Se determinó el índice de Kováts en una columna capilar DB- μ MS 60 m x 0,25 μ m, fase estacionaria de 5 % de polimetilsiloxano. Se inyectó 2 μ L del aceite en diclorometano y se utilizó helio como gas de arrastre (Pureza: 99,9995 %; P: 113,3 kPa; VL: 26 cm⁻¹). La temperatura del horno fue de 45° C (5 min) hasta 250° C (5 min) para la columna apolar.



Figura 1. Hidrodestilación asistida por la radiación de microondas (MWHD) de aceite esencial de jengibre.

Fuente: elaboración propia.

Los RC se elaboraron con (2,0; 2,5 y 3,0 %) de CMC en 500 ml de agua con agitación constante hasta su gelatinización (80°C). Seguidamente, se incorporó 6 % de glicerol agitándose durante 10 minutos. Inmediatamente, se adicionaron (0,05; 0.1 mL/L) de AE de jengibre con el objetivo de formar la emulsión; utilizando un arreglo factorial 1*3*2 con un índice de significancia de (< 0,05). Finalmente, los RC fueron depositados en cajas de Petri (50 mL) que se secaron a 40°C por 24 horas. A estas se

les evaluaron sus características mecánicas para elongación y tensión superficial y física como su permeabilidad al vapor de agua.

Para la elaboración de las muestras se utilizaron 10 lotes de 100 litros de leche de la raza Harton del Valle; con un rendimiento de 13-14 %. Se elaboraron quesos de 500g siguiendo las BPM y almacenándose por un periodo de 22-25 días en cava de maduración. Se consideraron los parámetros fisicoquímicos de pHs, acidez titulable, grasa y proteína. La determinación de los atributos de color para los quesos se realizó mediante CIELAB para las coordenadas de L*, a* y b* usando la metodología planteada por Ramírez -Navas, (2010) con un colorímetro HunterLab modelo ColorFlex-EZ, el iluminante D65 y un ángulo de observación de 10° (HunterLab, 2008).

A los quesos semimaduros se les aplicó la película de las emulsiones desarrolladas y se evaluaron durante 24 días en condiciones de cava de maduración (15°C; HR80 %). Posteriormente, se realizaron siembras en superficie de cada una de las diluciones decimales 10^{-1} a 10^{-3} usando agar extracto de malta, para hongos filamentosos y agar YGC para levaduras. Finalmente, se efectuaron evaluaciones macro y microscópicas de los hongos y las levaduras. Seguidamente, se realizó tinción y comparación con atlas de referencia para géneros de *Penicillium*, *Aspergillus*, *Geotrichum*, *Mucor sp* y *Fusarium*, los cuales fueron aislados para su identificación.

Resultados y discusión

El análisis fisicoquímico de los rizomas para humedad (Figura 2), estuvo en el orden de $83,92 \pm 0,06$ - $85,67 \pm 0,22$ por ciento para cada una de las diez muestras evaluadas. Es importante observar que las muestras del

altiplano cundi-boyacense (m-7, m-8, m-9 y m-10) presentan mayor cantidad de agua que pueden estar asociadas a las condiciones bioclimáticas y del entorno.

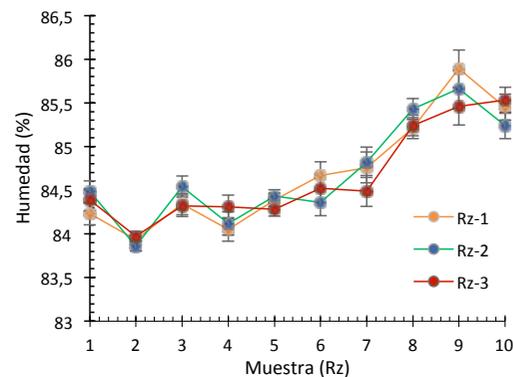


Figura 2. Determinación de humedad en rizomas de jengibre.

Fuente: autores.

El jengibre es usado para dar sabor a platos dulces o salados, facilitando la incorporación de minerales al producto, siendo una buena fuente de potasio, e importante para conservar el equilibrio hidroelectrolítico (Tapiero, C. J.L.; Soleno-Wilches; Corrales, 2016). El porcentaje de cenizas (Figura 3) para las muestras está entre 1,28 a 1,48 g/100g, siendo la muestra del Eje Cafetero la de porcentaje más bajo.

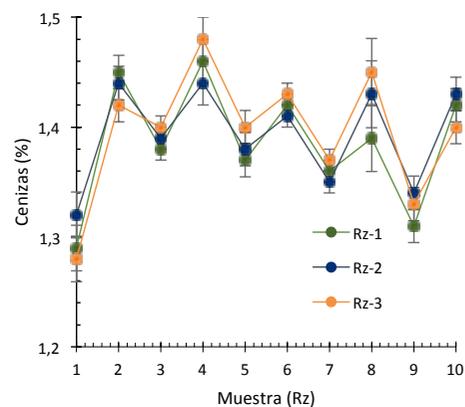


Figura 3. Determinación de cenizas en rizomas de jengibre.

Fuente: autores.

Los extractos de rizoma de jengibre presentan niveles de porcentajes para proteínas que se encuentran entre $2,22 \pm 0,01$ a $2,32 \pm 0,01$ (Figura 4), grasa entre $4,05 \pm 0,02$ a $4,16 \pm 0,02$ (Figura 5); fibra entre $0,58 \pm 0,01$ a $0,73 \pm 0,02$ (Figura 6) y los carbohidratos están entre $5,68 \pm 0,01$ a $5,94 \pm 0,03$ por ciento (Figura 7). Las muestras colectadas en las diferentes zonas (Eje Cafetero, Valle del Cauca y altiplano cundiboyacense) presentan diferencias significativas.

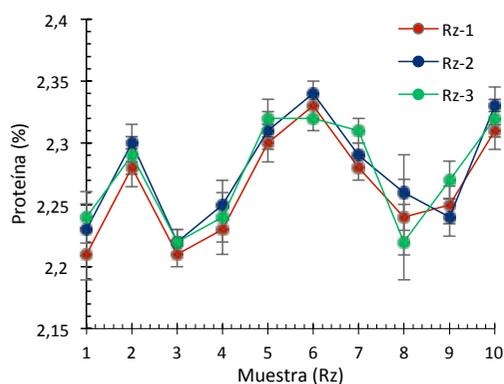


Figura 4. Determinación de proteínas en rizomas de jengibre.

Fuente: autores.

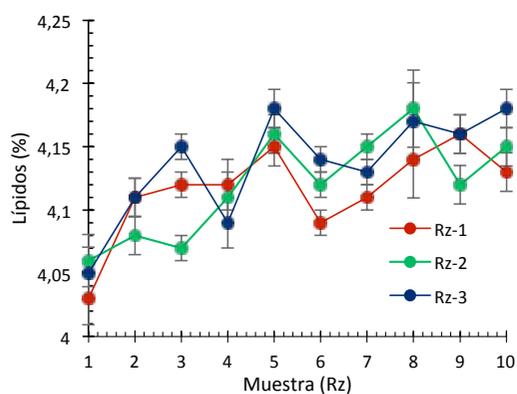


Figura 5. Determinación de lípidos en rizomas de jengibre.

Fuente: autores.

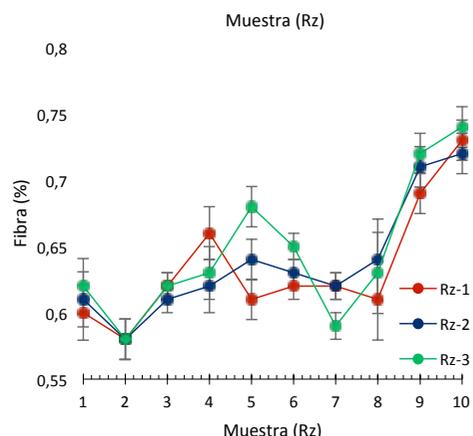


Figura 6. Determinación de fibra en rizomas de jengibre.

Fuente: autores.

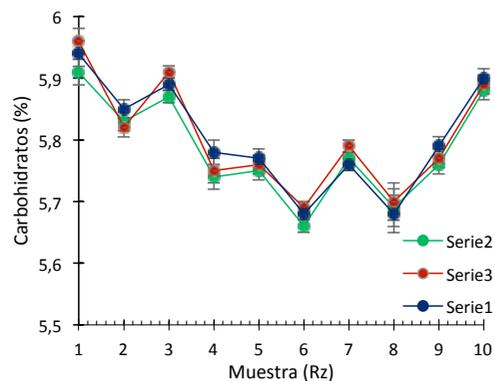


Figura 7. Determinación de carbohidratos en rizomas de jengibre.

Fuente: autores.

La extracción MWHD es una técnica que optimiza la extracción de AE mediante la interacción entre el vapor y el AE presente en la materia prima. Esta reducción de tiempo se da por un calentamiento uniforme del producto al usar la irradiación por microondas. El aceite obtenido fue de color amarillo claro, agradable al olfato, soluble en solventes orgánicos como diclorometano y cloroformo, con un índice de refracción de 1.4860 a 1.4980 ± 0.002 a 25°C y una densidad relativa a $20/20^\circ\text{C}$ de 0.874 a 0.885 g/cm^3 .

Los rendimientos obtenidos fueron del 0,15-0,25 % con respecto al peso húmedo, siendo muy similares a los reportados por Leyva, M.A *et al* (2007).

El AE presentó un alto contenido hidrocarburos sesquiterpénicos como a-zingibereno (7.2- 8.5 %), b-bisaboleno (3.2- 3.8 %), E,E-a-farneseno (3.1-4.0 %) y ar-curcumeno (2.8-3.3 %); los hidrocarburos monoterpénicos fueron canfeno (5.1-6.2 %), mirceno (1.3-4.8 %) y a-pineno (1.7-2.1 %). Este tipo de compuestos tienen efecto funcional cuando se incorporan a otros alimentos como especias, o en el caso de recubrimientos como efecto antimicrobiano para algunos microorganismos patógenos (Rojas-Graù, M.A.; Soliva, F. R. and Martín, 2009).

Las películas de carboximetilcelulosa (CMC) (1,5; 2,0; 2,5 %) con glicerol como plastificante (5 %) y aceite esencial (AE) (0,05; 0.1 mL/l) de jengibre (*Zingiber officinale*) como agente antimicrobiano presentaron una respuesta positiva frente al tiempo de conservación de los quesos recubiertos lográndose una disminución de los mohos y levaduras que crecieron durante la etapa de maduración. Los RC para CMC 2,5; AE 0,1 mL y glicerol del 5 % presentaron diferencias significativas ($<0,5$) con respecto a la reducción de la carga microbiana para el producto final.

Las propiedades mecánicas de las películas fueron evaluadas, logrando valores de 10,12, 11,26 y 1,4MPa de fuerza tensil, respectivamente; y 9,3 %, 10,7 % y 14.3 % de elongación. Se observó que a mayor proporción de CMC y AE de jengibre y manteniendo constante la cantidad de glicerol, se obtienen muy buenas propiedades mecánicas para este tipo de productos.

Los quesos semimaduros tipo paipa son un producto artesanal con implicaciones agroindustriales (Viteri, 2014). Las muestras procesadas fueron evaluadas encontrándose

parámetros fisicoquímicos para humedad entre 47,4-48,6 \pm 3,4 g/100g, grasa de 22,7-23,2 \pm 0,5 g/100g y proteína total de 21,3-24,6 \pm 0,3 g/100g, propios de este tipo de productos. Los valores de cromaticidad fueron del orden de (L 64 \pm 2,45; a* -1,92 \pm 0,05; b* 46,0 \pm 0,04 y C 30,7 \pm 1,17) evidenciando una alta luminosidad, se presenta registro negativo para la tonalidad verde, el amarillo es el color que predomina, asociado al tiempo de almacenamiento en cava y al contenido de carotenoides de leche; la saturación del color registra un nivel medio, que resulta importante para estos quesos que se consumen por su alto impacto visual.

Los quesos semimaduros con los recubrimientos comestibles de CMC y aceite esencial de jengibre mostraron una disminución del crecimiento para mohos y levaduras el tiempo de almacenamiento (Figuras 8 y 9). Su decrecimiento fue lineal para un periodo de 24 días, Con una eliminación total a los 18 días.

Se evaluó el crecimiento de agentes microbianos sobre queso madurado disponiendo muestras a 15°C y humedad relativa del 80 %, usando sal saturada de cloruro de sodio (a_w 0.9358), para su limpieza.

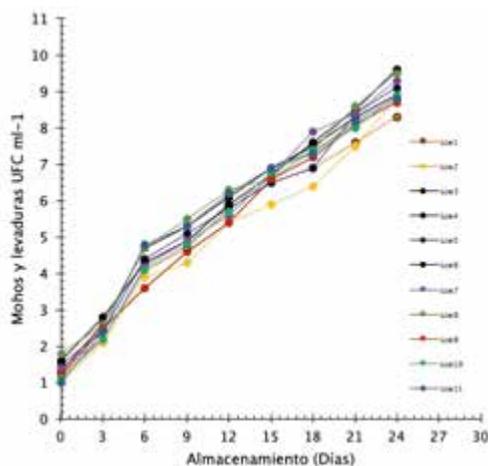


Figura 8. Crecimiento de mohos y levaduras durante la maduración de 10 lotes de quesos en anaquel.

Fuente: autores.

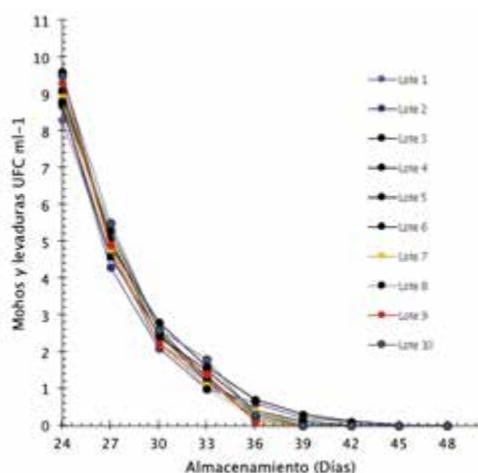


Figura 9. Evaluación del crecimiento de mohos y levaduras en 10 lotes de quesos semimaduros durante el almacenamiento.

Fuente: autores.

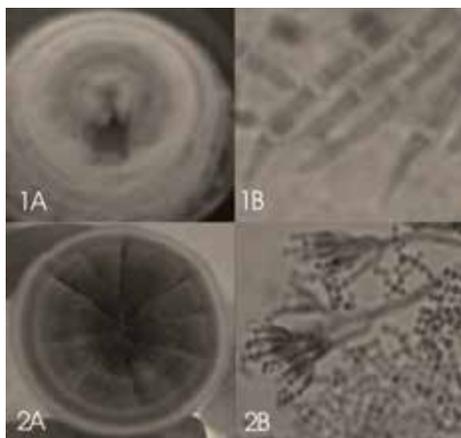


Figura 10. Hongos presentes en quesos semimaduros. (1A -1B *Fusarium*) (2A-2B *Penicillium*).

Fuente: autores.

Fusarium es un hongo que se encuentra fácilmente en el ambiente blanco, algodonoso y con hifas septadas, mientras que *Penicillium* es de color verde y sus hifas también son septadas (Figura 10); *Mucor sp* presenta un color que va de blanco-café a gris, tiene esporangiosforo y *Geotrichum sp* es blanco crema septado (Figura 11). Estos crecen durante el periodo de maduración de los quesos, sin embargo, mediante el uso de los recubrimientos con

incorporación de AE de jengibre como agente antimicrobiano, se logró una disminución total del crecimiento fúngico en un periodo de 18 días, después de la maduración.

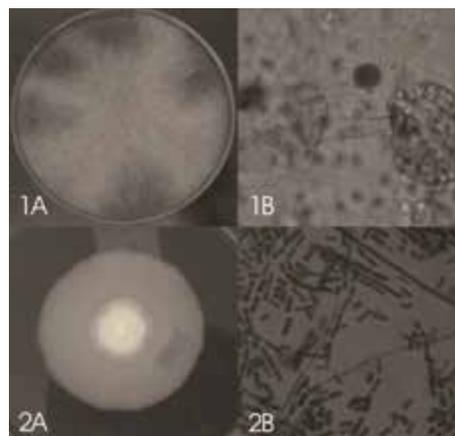


Figura 11. Hongos presentes en quesos semimaduros. (1A -1B *Mucor sp.*) (2A-2B *Geotrichum sp.*)

Fuente: autores.

Conclusión

Se concluye que, de acuerdo con la concentración y forma de aplicación del AE de jengibre, se obtiene un efecto antimicrobiano sobre las cepas de los hongos y levaduras *Penicillium*, *Aspergillus*, *Geotrichum*, *Mucor sp* y *Fusarium*, presentes en los quesos semimaduros estudiados. De esta manera, la interacción entre los hidrocoloides que conforman los recubrimientos comestibles y los principios antimicrobianos del AE utilizado, constituye una alternativa eficiente para la conservación de este tipo de quesos.

Investigaciones futuras deben estar encaminadas a estudiar en profundidad la forma en que la adición de los AE impacta sobre las propiedades mecánicas y funcionales de los recubrimientos comestibles, y asimismo sobre las características sensoriales del producto alimenticio tratado.

Referencias

- Allgeier, A.M., y Duch, M.W. (2001). En "Chemical Industries Catalysis of Organic Reactions". Capítulo 2 (M.E. Ford, Ed.) Vol. 82 p. 229. New York: Marcel Dekker.
- Álvarez, B. S., Damiani, N., Martucci, J. F., y Gende, L.B. (2014). *Cambios en la calidad de un queso pategrás envuelto con películas de casinato de sodio, incorporadas con aceites esenciales de orégano y laurel para mejorar su vida útil*. X Congreso de Microbiología General. Mar del Plata, Argentina.
- Alves De Azeredo, G., Montenegro Stamford, T. L., Campos Nunes, P., Gomes Neto, N. J., Gomes De Oliveira, M. E., & Leite De Souza, E. (2011). Combined application of essential oils from *Origanum vulgare* L. and *Rosmarinus officinalis* L. to inhibit bacteria and autochthonous microflora associated with minimally processed vegetables. *Food Research International*, 44(5), 1541–1548. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.012>
- Asensio, C. M. (2013). *Utilización de aceites esenciales de variedades de orégano como conservante antimicrobiano, antioxidante y de las propiedades sensoriales de alimentos: quesos cottage, ricota y aceite de oliva* (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Briga, J. (1962). *Los aromáticos en la industria moderna*. (2da ed.) Barcelona, España: Editorial Sintet.
- Benítez, S., Achaerandio, I., Pujolà, M., & Sepulcre, F. (2015). Aloe vera as an alternative to traditional edible coatings used in fresh-cut fruits: A case of study with kiwifruit slices. *LWT - Food Science and Technology*, 61(1), 184–193. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.036>
- Cerqueira, M.A., Lima, A.M.P., Vicente, A.A., Teixeira, J.A. & Moreira, R. A. (2007). *Novel Functional Polysaccharides as Edible Coatings for Cheese*. Proceedings of the 3ra CIGR Section VI International Symposium on food and agricultural products: processing and innovations. Naples, Italy, 24-26 September 2007.
- Chams, L.M (2013). Efecto de películas antimicrobianas sobre la supervivencia de *Salmonella spp.* y *Staphylococcus aureus* en queso costeño elaborado con diferentes concentraciones de NaCl. (Tesis de maestría). Universidad de Córdoba, Colombia.
- Enríquez, A.C. (2012). *Estudio de la actividad antimicrobiana del aceite esencial y extractos vegetales evaluados en quesillo* (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, México, Oaxaca
- HUNTERLAB (2008). CIE L* C* h color scale. *Applications Note*, 8(11), 1-4.
- Khalifa, I., Barakat, H., El-Mansy, H. A. & Soliman, S. A. (2016). Improving the shelf-life stability of apple and strawberry fruits applying chitosan-incorporated olive oil processing residues coating. *Food Packaging and Shelf Life*, 9, 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.05.006>
- Knudsen, K.G., Cooper, B.H. & Topsoe, H. (1999). Catalyst and process technologies for ultra low sulfur diesel. *Appl. Catal. A: General*, 189(2), 205-215. [https://doi.org/10.1016/S0926-860X\(99\)00277-X](https://doi.org/10.1016/S0926-860X(99)00277-X)
- Leyva, M., Ferrada, P., Martínez, J. y Stashenko, E. (2007). Rendimiento y composición química del aceite esencial de *Zingiber officinale* en función del diámetro de partícula. *Scientia et Technica*, 13(33), 187–188. doi: <http://dx.doi.org/10.22517/23447214.6041>
- Luis, Â., Duarte, A., Gominho, J., Domingues, F. & Duarte, A. P. (2016). Chemical composition, antioxidant, antibacterial and anti-quorum sensing activities of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus radiata* essential oils. *Industrial Crops and Products*, 79, 274–282. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.10.055>
- Parzanese, M. (s/f). *Tecnologías para la industria alimentaria, películas y recubrimientos comestibles*. Recuperado de: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_07_PeliculaComestible.pdf
- Ramos-García, M. D. L., Bautista-Baños, S., & Barrera-Necha, L. L. (2010). Compuestos Antimicrobianos Adicionados en

- Recubrimientos Comestibles para Uso en Productos Hortofrutícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 28(1), 44–57.
- Ramírez, J. S. (2010). Espectrocolorimetría en caracterización de leches y quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 61, 52–58.
- Rojas-Graù, M.A., Soliva, F. R. & Martín, B. O. (2009). Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: a review. *Food Science and Technology*, 20, 438–447. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.05.002>
- Tapiero, C. J.L.; Soleno-Wilches; Corrales, G. y M. R. (2016). Combined effect of essential oils on vacuum- packed pork ribs conservation. *Revista de Agronomía de La Universidad Nacional de Colombia*, 1(January), S866–S868. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.sup.2016n1.58086>
- Viteri, C. A. (2014). Caracterización fisicoquímica del suero dulce obtenido de la producción de queso casero en el municipio de Pasto. *Rev. Colomb. Investig. Agroindustriales*, 1, 22–32. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23850/24220582.110>
- Yuan, G., Chen, X. & Li, D. (2016). Chitosan films and coatings containing essential oils: The antioxidant and antimicrobial activity, and application in food systems. *Food Research International*, 89, 117–128. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.10.004>
- Zheng L., Bae Y.M., Jung K.S., Heu S. & Lee S.Y. (2013). Antimicrobial activity of natural antimicrobial substances against spoilage bacteria isolated from fresh produce. *Food Control*, 32(2), 665–672. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.01.009>