

## Evaluación del aceite esencial de *Thymus sp* (tomillo) como agente conservador para prolongar la vida de anaquel de fresas (*Fragaria sp*)

Ramírez Pérez, M. S.<sup>a,\*</sup>, Piña-Barrera, A. M.<sup>a</sup>, Álvarez Román, R.<sup>b</sup>, Báez González, J. G.<sup>c</sup>, Amaya Guerra, C. A.<sup>c</sup> y Galindo Rodríguez, S. A.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Química Analítica, Av. Manuel L. Barragán s/n, Cd. Universitaria 66451, Monterrey, N.L. México.

<sup>b</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina, Departamento de Química Analítica, Av. Madero y Dr. Aguirre Pequeño, Col. Mitras Centro 64460, Monterrey, N.L. México.

<sup>c</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Alimentos, Av. Manuel L. Barragán s/n, Cd. Universitaria 66451, Monterrey, N.L. México.

\* [mar\\_bella1222@hotmail.com](mailto:mar_bella1222@hotmail.com)

### RESUMEN

Se evaluó la actividad del aceite esencial de *Thymus sp* (AET) para mejorar la vida útil de fresas (*Fragaria sp*). Inicialmente, se prepararon emulsiones del AET a diferentes concentraciones y se compararon con muestras no tratadas. Todas las muestras fueron conservadas por 8 días a 10 °C. Los cambios en la calidad del fruto fueron evaluados por medio de las determinaciones de color, firmeza, sólidos solubles totales, azúcares reductores, pH, acidez titulable, humedad, así como por observación de daño microbiológico. Los frutos con AET no presentaron daño inducido por microorganismos, reduciendo de manera importante la pérdida de integridad hasta en un 75% con respecto al control; además se mantuvo por más tiempo el color en los frutos. Los resultados mostraron un retardo en la pérdida de firmeza y azúcares. Se observó una disminución en el porcentaje de humedad hasta un 12%, contribuyendo este parámetro a la conservación del fruto. Las fresas tratadas y el control no presentaron diferencias respecto a los análisis de pH y acidez titulable. En términos generales, el uso del AET logró prolongar la vida de anaquel de frutos de fresas y podría mejorar la calidad de frutas, permitiendo así la conservación de sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales por más tiempo.

### ABSTRACT

This study focused on the use of thyme essential oil (*Thymus sp*) (TEO) to improve strawberries shelf-life (*Fragaria sp*). Emulsions TEO were prepared at different concentrations and they were compared with untreated fruits. Treated fruits and untreated samples were stored for up to 8 days at 10°C. Changes in fruit quality were evaluated by analysis of color, firmness, total soluble solids, sugars, pH, titratable acidity and humidity were tested. Microbiological attack was tested. All treatments with TEO did not present microbiological attack, treatments reduced significantly the loss of integrity and the rot of this, up to 75% with respect to control and they preserved the color in the fruit for a longer time. The results showed a delay in the loss of firmness and sugars mainly. A decrease in the humidity percentage was observed up to 7%, contributing this parameter to the conservation of the fruit. Strawberries treated, and control fruits did not present differences regarding titratable acidity and pH evaluated. From the results, it was concluded that the use of TEO leads to increased strawberry shelf-life and could improve the quality of fruits and vegetables, allowing the preservation of their physicochemical and sensory properties for a longer period of time.

### Palabras clave:

Vida de anaquel, fresas, aceites esenciales.

### Keywords:

Shelf-life, strawberries, essential oils.

**Área:** Frutas y hortalizas.

## INTRODUCCIÓN

Aumentar la oferta alimentaria de productos vegetales frescos mediante la reducción de las pérdidas que ocurren en la cosecha, y durante el manejo posterior, es un tema de suma importancia para la comercialización de los productos hortofrutícolas. Un alto porcentaje de pérdidas puede ser causado por factores postcosecha, debido principalmente, a la deficiencia en tecnología y procedimientos inadecuados durante el almacenamiento. De igual manera, dichas pérdidas son consecuencia también de daños mecánicos, deterioro fisiológico por la exposición de los productos a temperaturas inadecuadas y presencia de microorganismos, roedores e insectos. Durante el procesamiento también existen pérdidas debido a un estado de madurez inadecuado o a la falta de cumplimiento de los requisitos estipulados por las normas de calidad, llegando al consumidor entre un 49-82% de la producción total.

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2012), FAO por sus siglas en inglés, los productos hortofrutícolas, durante el proceso de postcosecha, alcanzan pérdidas entre el 15% y 50% de la producción. De aquí la importancia de los estudios sobre este tema, sobre todo en estos tiempos en los que se desea aumentar la disponibilidad de alimentos. Asimismo, cabe mencionar el interés que ha adquirido el consumo de frutas y hortalizas para la población mundial por su aportación a la salud. El consumo actual estimado de frutas y verduras es muy variable en todo el mundo, oscilando entre 100 g/día en los países menos desarrollados y aproximadamente 450 g/día en Europa Occidental. De igual manera, la FAO menciona que la producción mundial de frutas sin procesar es de 636.5 millones de toneladas; mientras que la de hortalizas sin procesar es de 1.106 millones de toneladas. El principal país productor de frutas y hortalizas es China con 137 millones (22% del total) y 574 millones (52% del total) de toneladas anuales, respectivamente. Los datos más recientes reportados por la FAO sitúan a México como el séptimo productor mundial de frutas y hortalizas, con un total de 32 millones de toneladas anuales. Las frutas producidas en México que se destacan por su comercialización a nivel internacional son el aguacate (30.2%), limón (13.6%), papaya (6.6%), naranja (6.3%), frambuesa (5.8%), fresa (5.7%) y toronja (5.1%). A excepción de la naranja, México se ubica entre los primeros cinco países productores de estas frutas.

Una de las frutas de importancia económica para México es la fresa (FAO, 2016). Actualmente, México es el tercer productor más importante de fresas en el mundo, con una producción estimada en 2016 de 398 mil 287 toneladas (SAGARPA, 2017). La mayoría de las fresas frescas importadas en los Estados Unidos (EU) provienen de México, donde dichas importaciones representan el 7% del mercado de ese país. Entre los principales estados productores de fresa en México se encuentran Michoacán, Baja California, Guanajuato, Baja California Sur y el Estado de México (SAGARPA, 2017).

El rápido deterioro y las pérdidas postcosecha de la fresa en México son causadas principalmente por invasión fúngica provocada por microorganismos entre ellos *Botrytis cinérea* (Peretto *et al.* 2015). Evitar o reducir el daño microbiológico causado en el fruto de fresa juega un papel muy importante para prolongar su vida de anaquel. Por lo tanto, el uso de sustancias apropiadas con actividad antibacteriana y antioxidante es útil y necesario para mejorar la calidad y aumentar la vida útil de frutas y hortalizas, evitando así, pérdidas económicas.

Los métodos modernos de almacenamiento y conservación de alimentos, tales como la refrigeración y la congelación, están muy extendidos en los países de primer mundo, pero son raros en muchos de los países en desarrollo. Sin embargo, los excedentes de muchas de las cosechas estacionales locales pueden conservarse para su utilización posterior mediante una serie de métodos de procesamiento que sólo requieren equipo sencillo y de bajo costo. Entre los métodos más utilizados a pequeña escala se encuentran el secado y la conservación con productos químicos (SAGARPA, 2017). Por otro lado, Moncayo (2013) ha reportado el uso de películas elaboradas con materiales biodegradables, como almidones y ceras, para mejorar las propiedades mecánicas y de barrera en el fruto.

Otras sustancias que se han utilizado durante muchos años como alternativas para la conservación de alimentos son los antioxidantes, los cuales, al reducir la tasa de oxidación, aumentan la vida útil de los productos alimenticios y mejoran la estabilidad de los lípidos, evitando así la pérdida de características sensoriales y su valor nutricional. Hoy en día, el uso de antioxidantes naturales, obtenidos a partir de plantas, son considerados como una alternativa a los antioxidantes sintéticos (Mahdavi *et al.* 2017).

Entre los antioxidantes naturales destacan los aceites esenciales (AE), los cuales representan una alternativa como conservadores naturales en la industria alimentaria (Sacchetti *et al.* 2005). Uno de los AE con buenas propiedades antimicrobianas y antioxidantes es el obtenido de la planta de *Thymus* sp, conocida comúnmente como tomillo. Este AE es un buen candidato para utilizarse como aditivo en alimentos. La actividad antimicrobiana de los AE está asociada con compuestos terpenoides y fenólicos. El aceite esencial de tomillo (AET) está constituido principalmente por fenoles como el timol, carvacrol y *p*-cimeno. Numerosos estudios han demostrado que el AET es uno de los aceites esenciales con mayor actividad en relación con propiedades antimicrobianas y antioxidantes. (Sarengaowa *et al.* 2017; Arango *et al.* 2012; Sacchetti *et al.* 2005).

En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del AET sobre los parámetros de calidad de la fresa para valorar su uso como agente conservador de productos hortofrutícolas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Preparación de emulsiones con aceite esencial de tomillo

Se prepararon emulsiones de AET utilizando dos concentraciones diferentes, 2 y 4 mg/mL. Una fase oleosa, preparada con el AET y un tensoactivo, se incorporó a una fase acuosa y se homogeneizó a 6000 rpm utilizando el equipo Ultraturrax (mod. VDI 12, VWR).

### Frutos

Se utilizaron fresas comerciales, las cuales presentaban características homogéneas de color, textura y tamaño. Visualmente, los frutos no presentaban daño mecánico ni presencia de microorganismos. Las muestras se dividieron en 4 grupos (Tabla I), cada uno conformado por 8 fresas. Todos los grupos se conservaron a 10 °C y 60% HR durante 8 días y se analizaron al final del experimento.

**Tabla I.** Identificación de grupos de estudio de frutos de fresa no tratados y tratados con aceite esencial de tomillo.

Tratamiento	Identificación	Concentración aceite (mg/mL)
Control	CTRL	-
Emulsión s/aceite	BCO	-
Emulsión AET	AET1	2
Emulsión AET	AET2	4

De igual manera, se determinaron los parámetros iniciales (día 0) de la fruta, para comparar con los grupos no tratados y tratados con AET.

### Parámetros de calidad de los frutos de fresa

#### Firmeza

La evaluación de firmeza del fruto se analizó con un texturómetro (mod. Texture Analyzer CT-3, Brookfield). Inicialmente, se ajustaron los parámetros de distancia de penetración y velocidad. Posteriormente, se colocó la mitad del fruto sobre la base del equipo y se perforó la superficie del fruto con el adaptador *Probe TA-FSF*. El resultado obtenido por el equipo fue la fuerza requerida para penetración en el fruto y la energía utilizada. El dato se expresó en g/cm<sup>2</sup>.

#### Color

Para el análisis de color se utilizó un colorímetro (mod. ColorFlex EZ, HunterLab). Primeramente, se calibró el equipo con los filtros respectivos. Enseguida se tomó una pequeña alícuota de la pulpa de los frutos con cada uno de los tratamientos. Se colocó en el lente del equipo y se obtuvieron 3 coordenadas (L, a, b) las cuales se utilizaron para medir el cambio de color ( $\Delta E$ ) por medio del sistema *CIE L\*A\*B\** (CIE1976).

#### Sólidos Solubles Totales (SST)

Para la evaluación de los SST se utilizó un refractómetro (mod. Abbemat 200, Anton Paar); después de calibrar el equipo, se homogeneizó la muestra y se colocó una pequeña alícuota sobre la lente del equipo. El resultado obtenido fue expresado en °Brix.

**Azúcares reductores (AR)**

Se determinó por la norma NMX-F-312-1978 incorporando el método del ácido dinitrosalicílico (DNS) reportado por Gil (2006). Inicialmente, se homogeneizó la muestra y se aclaró con acetato neutro de plomo ((C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>OO)<sub>2</sub> Pb) y oxalato de sodio (Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, solución sobresaturada); seguidamente, se filtró y el recuperado se diluyó con agua destilada. Posteriormente, se tomó una alícuota de la muestra y se colocó en tubos de ensayo y se le agregó el reactivo DNS manteniendo a una temperatura de 100°C en baño de agua. Finalmente, se midió la absorbancia a una longitud de onda de 540 nm utilizando un espectrofotómetro (mod. Genesys 20, Thermo Scientific). Se realizó una curva de calibración para cuantificar los azúcares en la muestra. El resultado fue expresado en porcentaje de AR.

**Acidez titulable (AT) y pH**

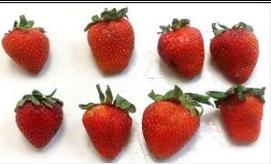
La acidez titulable se determinó según la NMX.F-102-S-1978. La determinación de pH se realizó en base a la NMX.F-317-S-1978. Se tomó una alícuota de la pulpa de la muestra, se diluyó en agua destilada y se calentó a 45°C, durante 2h. Posteriormente, la muestra se homogeneizó y se filtró. Del filtrado se realizó una dilución y se tomó una alícuota para medición directa de pH (mod. pH 120, Conductronic). Posteriormente, se tomó otra alícuota que se tituló con solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.01 N. El resultado fue expresado en porcentaje de ácido cítrico.

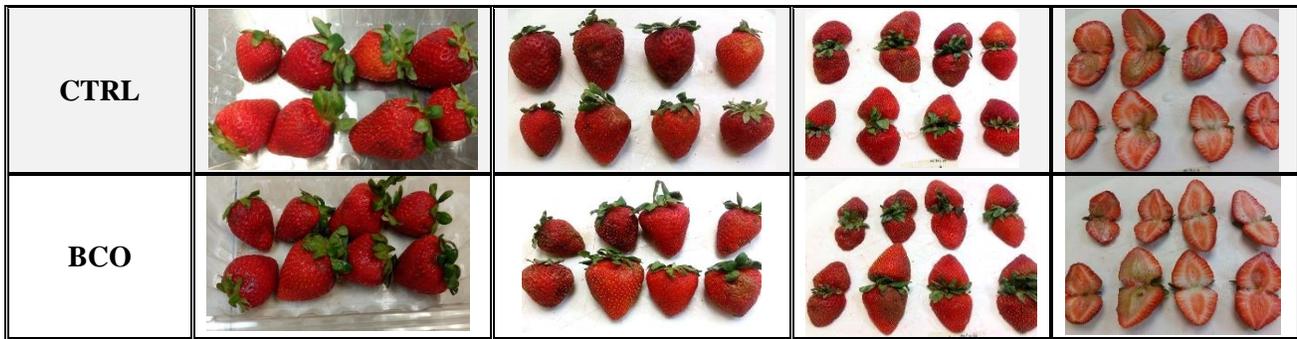
**Humedad**

Se determinó por el método descrito según la NMX-F-083-1986. Para el análisis se utilizaron cápsulas de porcelana para pesar la muestra, se tomó una alícuota de ésta y se llevó a un horno (mod. Drying Oven DX 602C, Yamato) a 110°C. El resultado fue expresado en porcentaje de humedad.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Ninguno de los grupos tratados con AET mostró presencia de microorganismos, mientras que el grupo control presentó un daño microbiológico evidente (Figura 1) después de 8 días de almacenamiento a 10 °C. Estos resultados coinciden con diversos estudios, donde se ha reportado la actividad antimicrobiana del AET contra diferentes microorganismos patógenos transmitidos por alimentos y fitopatógenos; entre ellos *Botrytis cinerea*, *Rhizopus stolonifer*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus* (Saewanoga *et al.* 2017; Bhaskara *et al.* 1997). Previamente, se ha reportado el uso de AE como el de tomillo incorporados en recubrimientos comestibles en manzanas demostrando la inhibición del crecimiento microbiano (Saewanoga *et al.* 2017). Por otro lado, los grupos CTRL y BCO presentaron un 100% de pérdida de integridad y un 75% de pudrición en la pulpa, mientras que los grupos tratados con AET a diferente concentración (2 y 4 mg/mL) presentaron solo 50% de pérdida de integridad y un 25% daño de pudrición en la pulpa. La reducción de la pérdida de integridad pudo deberse al efecto protector del tratamiento sobre la superficie del fruto, el cual contribuye a una disminución de la respiración del fruto retardando las reacciones enzimáticas y, por ende, la maduración del fruto (Treviño *et al.* 2015).

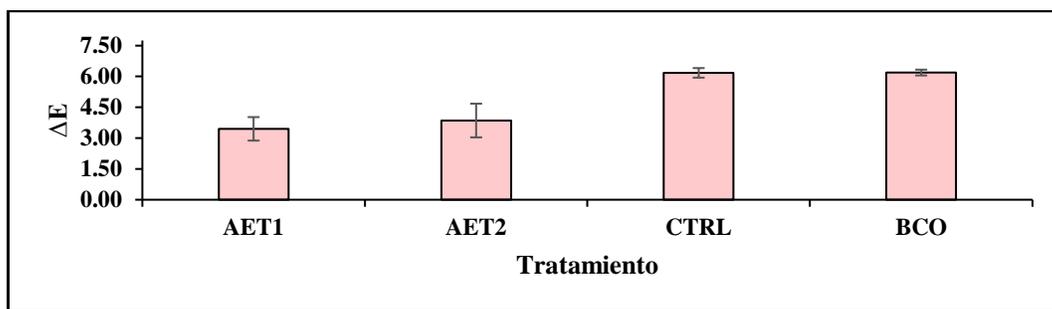
Tratamiento	Día 0	Día 8	Día 8 (Superficie)	Día 8 (Pulpa)
AET1 (2 mg/mL)				
AET2 (4 mg/mL)				



**Figura 1.** Comparación entre grupos tratados con AET (AET1 y AET2), BCO y CTRL durante 8 días a 10°C y 60% HR (n=8).

### Análisis de color

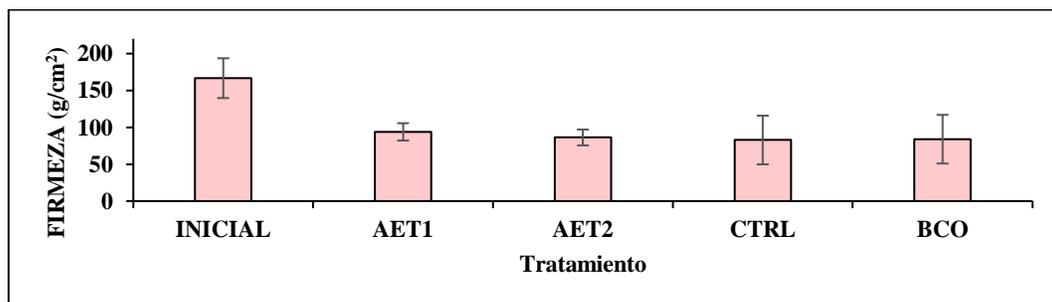
Se determinó el cambio total de color ( $\Delta E$ ) en cada muestra utilizando las 3 coordenadas  $CIE L^*A^*B^*$  (CIE1976). Se tomó como referencia las coordenadas de los parámetros iniciales (día 0). En la Figura 2 se observa que los grupos sin tratamiento de AET presentaron un  $\Delta E$  mayor que los grupos tratados con AET; es decir, sufrieron una pérdida de color importante. El tratamiento con AET mantuvo el color del fruto y esto podría indicar una disminución de la tasa de respiración, y de los procesos enzimáticos del fruto (Peretto *et al.* 2015).



**Figura 2.** Cambio de color ( $\Delta E$ ) en fresas tratadas y no tratadas con AET almacenadas durante 8 días a 10 °C. AET1 = 2 mg/mL y AET2 = 4 mg/mL (n= 8,  $\bar{x} \pm DS$ ).

### Análisis de firmeza

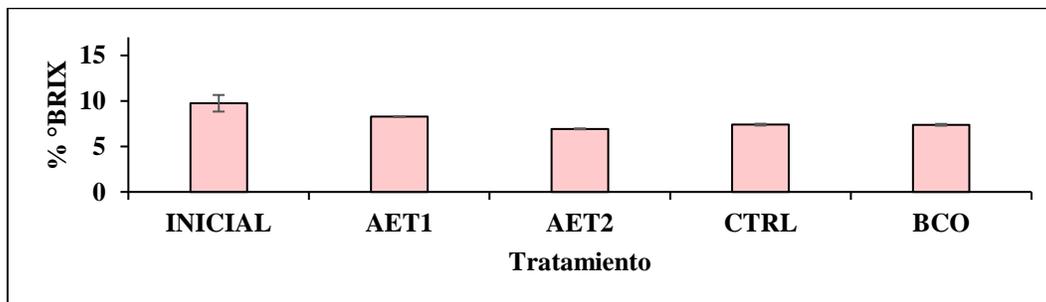
Los resultados obtenidos se interpretaron como la fuerza requerida para deformar la fruta ( $g/cm^2$ ). En la Figura 3 se observa que los tratamientos con valores más altos (AET1 y AET2) fueron los que conservaron mejor la firmeza comparando con los parámetros iniciales. Además, se mejoró en un 11.60%, la firmeza en comparación con el CTRL. Estos efectos podrían ser debidos a la cobertura de los poros de la superficie del fruto por el aceite esencial (Voca *et al.* 2008). El mantener el grado de firmeza esta relacionado directamente con la calidad del fruto ya que un deterioro de este favorecería un daño por microorganismos (Treviño *et al.* 2015); además, es un parametro importante para la aceptación del fruto por el consumidor.



**Figura 3.** Firmeza en fresas tratadas y no tratadas con AET almacenadas durante 8 días a 10 °C. AET1 = 2 mg/mL y AET2 = 4 mg/mL (n= 8,  $\bar{x} \pm DS$ ).

### Análisis de azúcares y sólidos solubles totales

Los azúcares son los principales compuestos solubles en los frutos de fresa, de los cuales la fructosa, la glucosa y la sacarosa son los que se encuentran en mayor cantidad. En los análisis de SST, reportados como °Brix, los grupos tratados con AET y no tratados mantuvieron un porcentaje de sólidos solubles muy similar a los parámetros iniciales (Figura 4). Por lo tanto, no hubo un efecto por parte del tratamiento con AET para este parámetro. Por otro lado, los grupos tratados con AET mantuvieron el contenido de AR similar a los parámetros iniciales (Figura 5); mientras que los grupos CTRL y BCO disminuyeron un  $1.65 \pm 0.05\%$  este parámetro. De manera general, los carbohidratos totales no variaron durante el tiempo de almacenamiento. Esto es de esperarse debido a que la fresa es un fruto no climatérico por lo que este factor no varía en función del tiempo durante el almacenamiento (Saavedra & Algecira, 2010).



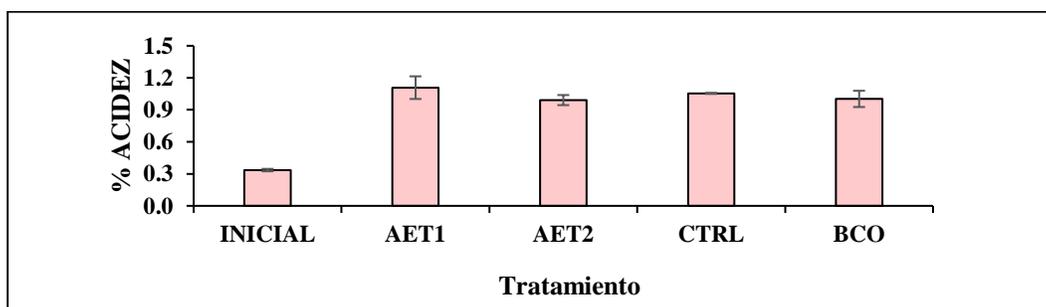
**Figura 4.** SST en fresas tratadas y no tratadas con AET almacenadas durante 8 días a 10 °C. AET1 = 2 mg/mL y AET2 = 4 mg/mL (n= 8,  $\bar{x} \pm DS$ ).



**Figura 5.** Porcentaje de AR en fresas tratadas y no tratadas con AET almacenadas durante 8 días a 10 °C. AET1 = 2 mg/mL y AET2 = 4 mg/mL (n= 8,  $\bar{x} \pm DS$ ).

### Acidez titulable y pH

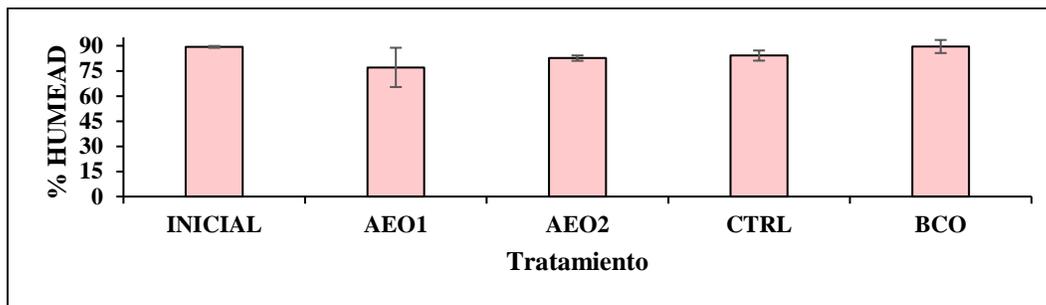
En los análisis de pH y acidez titulable (AT) hubo un aumento tanto en los tratamientos con AET como en las muestras control y blanco. No se encontró diferencia importante entre las grupos estudiados (Figuras 6). El aumento de AT indica los niveles de maduración de los frutos, mientras que el pH podría verse afectado por diversos factores postcosecha tales como temperatura y CO<sub>2</sub> (Ulukanli *et al.* 2015). De manera general en todas las muestras se obtuvo un porcentaje de AT cercano al  $1\% \pm 0.1$ , mientras que el pH observado fue de  $3.4 - 3.55 \pm 0.02$ . El resultado indicó que ninguno de los tratamientos influye sobre el pH ni AT.



**Figura 6.** Porcentaje de AT en fresas tratadas y no tratadas con AET almacenadas durante 8 días a 10 °C. AET1 = 2 mg/mL y AET2 = 4 mg/mL (n= 8,  $\bar{x} \pm DS$ ).

### Análisis de humedad

El porcentaje de humedad disminuyó de un 89.32% del parámetro inicial hasta un 82-77% al final del experimento para el tratamiento con AET (Figura 8), mientras que el CTRL y el BCO presentaron mayor porcentaje de humedad entre un 89-84%. La pérdida de agua en los frutos tratados podría deberse a la emulsión sobre la superficie del mismo, ya que puede modificar la interacción del fruto con la atmósfera (Sacchetti *et al.* 2005; Treviño *et al.* 2015). Además, en el periodo de postcosecha se cuenta con una actividad del agua cercana a 0.99, la cual actúa como facilitador de las reacciones químicas, enzimáticas y microbiológicas. Una disminución de la  $A_w$  frena el crecimiento de microorganismos, las reacciones enzimáticas, el pardeamiento no enzimático y la oxidación lipídica lo que favorecería la prolongación de la vida de anaquel del fruto por más tiempo. (Ríos *et al.* 2007).



**Figura 7.** Porcentaje de humedad en fresas tratadas y no tratadas con AET almacenadas durante 8 días a 10 °C. AET1 = 2 mg/mL y AET2 = 4 mg/mL (n= 8,  $\bar{x} \pm DS$ ).

### CONCLUSIÓN

Al comparar las muestras no tratadas y las tratadas con AET se observó que los tratamientos realizados con AET sobre fresa tuvieron un efecto importante sobre los parámetros de color y firmeza; pero, sobre todo, y de manera importante, se observó que inhibió el desarrollo de microorganismos sobre el fruto. En base a estos resultados, se determinó que hubo una mejora en la calidad de la fresa consiguiendo prolongar la vida de anaquel de este fruto, demostrando que el AET puede ser una alternativa como agente conservador de productos hortofrutícolas.

### BIBLIOGRAFÍA

- Arango, O., Pantoja, D., Santacruz, L., & Hurtado, A., (2012). Antioxidant activity of essential oils of Oregano (*Lippia origanoides* h.b.k) grown in alto patia. *Journal Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 79- 86.
- Beltrán, A., Ramos, M., & Álvarez, M., (2010). Estudio de la vida útil de fresas (*Fragaria vesca*) mediante tratamiento con radiación ultravioleta de onda corta (UV-C). *Revista Técnica Institucional ESPOL -RTE*, 23(2), 17- 24.
- Bhaskara, M., Angers, P., Gosselint, A., & Arul, J. (1997). Characterization and use of essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifera* in strawberry fruits. *Revista Phytochemistry*, 47(2), 1515- 1520.
- Bolaños, M., & Nieto, A. (2008). Comparación cualitativa de cultivos de fresas (*Fragaria x ananassa*) de cultivares mexicanos y estadounidenses. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 14(2), 113- 119.

- López, M., Ruiz, S., Navarro, C., Ornelas, J., Estrada, M., Gassos, L., & Rodrigo, J. (2012). Efectos de recubrimientos comestibles a base de quitosano en la reducción microbiana y conservación de la calidad de frutas. *Revista Biotecnica*, 14(1), 33- 43.
- Mahdavi, V., Hosseini, S., & Sharifan, A. (2017). Effect of edible chitosan film enriched with anise (*Pimpinella anisum L.*) essential oil on shelf life and quality of the chicken Burger. *Journal of Food Science and Nutrition*, 6(2), 269- 279.
- Moncayo, D. (2013). Desarrollo de un recubrimiento comestible a partir de un biopolímero para prolongar la vida útil de frutas frescas. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. p. 12
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2016). Estadísticas de la FAO. 2013-2015. Disponible en la página: <http://www.fao.org/statistics/es/> Fecha de acceso: junio de 2017.
- Peretto, G., Wen, D., Avena, R., Bouy, S., Sheng, S., Sambo, P., & McHugh, T. (2015). Increasing strawberry shelf-life with carvacrol and methyl cinnamate antimicrobial vapors released from edible films. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 89(1), 11- 18.
- Restrepo F., Jorge I., Aristizábal T., & Iván D. (2010). Conservación de fresa (*Fragaria x ananassa duch cv. Camarosa*) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila (*Aloe barbadensis miller*) y cera de *Carnaúba vitae*. *Revista Facultad Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia*, 17(3), 252- 263.
- Ríos, E., Giraldo, G., & Duque, A. (2007). Predicción de la Actividad de Agua en Frutas Tropicales. *Revista de Investigaciones, Universidad del Quindío*, 17(1), 27- 32.
- Saavedra, N., Algecira, N., (2010). Evaluación de películas comestibles de almidón de yuca y proteína aislada de soya en la conservación de fresas. *Revista En Ciencias Biomédicas*, 8(14), 171- 182.
- Sacchetti, G., Maietta, S., Muzzolia, M., Scagliantib, M., Manfredinib, S., Radicec, M., & Bruni, R. (2005). Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Journal of Food Chemistry*, 91(4), 621- 632.
- Sarengaowa, H., Jiang, A., Xiu, Z., & Feng, K. (2017). Effect of thyme oil-alginate-based coating on quality and microbial safety of fresh-cut apples. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 98(6), 2302- 2311.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA. (2015). Recursos fitogenéticos para la alimentación y agricultura en México. 2003-2007. Disponible en la página: <http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/Mexico.pdf> Fecha de acceso: junio de 2017.
- Treviño, M., García, S., Flores, M., & Arévalo, K. (2015). Edible active coatings based on pectin, pullulan, and chitosan increase quality and shelf life of strawberries (*Fragaria ananassa*). *Journal of Food Science*, 80(8), 1823- 1828.
- Ulukanli, Z., & Tulin, U. (2015). The effect of oleum myrtle on the fruit quality of strawberries during MAP storage. *Journal Food Science and Technology*, 52(5), 2860- 2868.
- Voca, S., Dobricevic, N., Dragovic, U., Duralija, B., Druzic, J., Cmelik, Z., & Babojelic, M. (2008). Fruit quality of new early ripening strawberry cultivars in Croatia. *Journal Food Technolgy and Biotechnology*, 46(1), 292- 298.