

Evaluación de la conservación del aceite esencial de *Salvia sagittata* Ruiz & Pav en la elaboración del queso aromatizado envasado al vacío

Evaluation of the preservation of the essential oil of *Salvia sagittata* Ruiz & Pav in the preparation of vacuum-packed flavored cheese

Carhuallanqui Avila, S⁽¹⁾, Flores Ricaldi, C⁽¹⁾, Terrel Rivas, C⁽¹⁾, De la Cruz Calderón, G⁽¹⁾
⁽¹⁾Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú
e-mail: scarhuallanqui@uncp.edu.pe

Resumen: Las actuales tecnologías de conservación se busca desarrollar investigaciones que determinen la vida de útil de los productos alimentarios, adicionando conservantes naturales. En esta investigación se determinó los efectos de las concentraciones del aceite esencial de salvia en las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso aromatizado envasadas al vacío durante su conservación de vida en anaquel. En la primera etapa se obtuvo aceite esencial de salvia por arrastre de vapor. En la segunda se elaboró el queso aromatizado con aceite esencial de salvia (0.01%, 0.02% y 0.03%) envasado al vacío, en la tercera etapa se determinó la composición fisicoquímica y microbiológica del queso aromatizado envasado al vacío en vida en anaquel. Los resultados del aceite esencial, siendo su rendimiento 0.124%, el componente químico de mayor porcentaje Caryophyllene (43.7%), índice de refracción de $1.495\% \pm 0.06$, pH de 6.47 ± 0.09 e índice de acidez de $0.058\% \pm 0.11$ (ácido predominante KOH). En los análisis fisicoquímicos de los quesos en estudio respecto a su pH disminuyó en los días de almacenamiento de 20 días ($p < 0.05$), la humedad disminuyó, la acidez se incrementó durante su almacenamiento ($p < 0.05$). En los análisis microbiológicos, la *Listeria monocytogenes*, la *Escherichia coli* y los coliformes en el tratamiento T1 a los 15 días de almacenamiento se encontraban fuera de los valores límite establecidos por la NTP 202.195:2004, pero en los tratamientos T2, T3 y T4 recién a los 20 y 25 días de almacenamiento se encontraban fuera de los límites. Se concluye que los quesos con adición de aceite esencial de salvia presentan mayor tiempo de vida útil.

Palabras clave: Queso aromatizado, aceite esencial, salvia, vida en anaquel, *Listeria monocytogenes*, coliformes totales

Abstract: Current conservation technologies seek to develop research that determines the shelf life of food products, adding natural preservatives. In this investigation, the effects of the sage essential oil concentrations on the physicochemical and microbiological characteristics of the flavored cheese vacuum-packed during its shelf life conservation were determined. In the first stage sage essential oil was obtained by steam entrainment. In the second, the cheese flavored with sage essential oil (0.01%, 0.02% and 0.03%) vacuum packed was prepared, in the third stage the physicochemical and microbiological composition of the flavored cheese vacuum packed in shelf life was determined. The results of the essential oil, being its yield 0.124%, the chemical component of the highest percentage Caryophyllene (43.7%), refractive index of $1.495\% \pm 0.06$, pH of 6.47 ± 0.09 and acid number of $0.058\% \pm 0.11$ (predominant acid KOH). In the physicochemical analyzes of the cheeses under study with respect to their pH decreased on the days of storage of 20 days ($p < 0.05$), the humidity decreased, the acidity increased during storage ($p < 0.05$). In the microbiological analyzes, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* and coliforms in the T1 treatment at 15 days of storage were outside the limit values established by the NTP 202.195: 2004, but in the T2, T3 and T4 treatments just recently at 20 and 25 days of storage they were outside the limits. It is concluded that cheeses with added sage essential oil have a longer shelf life.

Key words: Flavored cheese, essential oil, sage, shelf life, *Listeria monocytogenes*, total coliforms

1. Introducción

La contaminación de alimentos causa enfermedades, causando problemas de salud, mortalidad de las personas, también genera pérdidas en las industrias (Orberá, 2009). Se conoce que casi 1 de cada 10 personas se enferman cada año por ingerir alimentos contaminados y 420 000 mueren por estas enfermedades. Las regiones de África y Asia Sudoriental tienen la carga más alta de ETA (Organización Mundial de la Salud, 2016). En Perú, el 2014 se informó y estudió un total de 61 brotes de ETA y el III trimestre de 2015 se informó 27 brotes de ETA (52% menor a la de 2014) siendo el departamento de Lima que reporta el mayor número de brotes de ETA (Ministerio De Salud, 2015).

El queso es un producto de alto consumo a nivel mundial, y sus características nutricionales, de textura y sensoriales diferentes entre cada tipo. El queso fresco es un alimento susceptible a contaminación. Se encontró en quesos artesanales que el 21,4% de *L. monocytogenes* y 78,6% de otros microorganismos (*Enterococcus* spp. y *Bacillus* spp) representan un riesgo potencial (Espinoza, De la Torre, Salinas, & Sánchez, 2009). Esta bacteria no es tan común y habitual como otros patógenos transmitidos por alimentos, como *Salmonella* o *Escherichia coli*, pero sí es una de las más letales y adaptables que se encuentran en los alimentos (Chavarrías, 2014). Se sabe que la *Listeria monocytogenes* causa listeriosis, enfermedad transmitida a través de alimentos, estudio realizado por la OMS (2010) la *L. monocytogenes* causó una infección mundial a 23 150 personas, murieron 5 463, el 20,7 % de las personas enfermas fueron mujeres embarazadas (sector más afectados), otros grupos sensibles a las infecciones por esta bacteria fueron las personas inmunodeprimidas, ancianos y niños.

Chapa (2018), investigó la actividad antimicrobiana del aceite esencial de orégano sobre *Listeria monocytogenes* en queso fresco, evaluando la capacidad de inhibición microbiana, donde su capacidad de inhibición microbiana fue superior al efecto del sorbato de potasio, de aceptabilidad sensorial y sugieren la aplicación del aceite esencial para prevenir la contaminación por este patógeno y el deterioro del queso fresco por el crecimiento de este microorganismo.

Para conservar los alimentos, controlar e inhibir los microorganismos, se usan tratamientos térmicos, aunque existen microorganismos que resisten a altas temperaturas.

Actualmente se busca utilizar sustancias de origen natural que proporciona a los alimentos calidad sensorial y microbiológica, sustituyendo los aditivos químicos, causantes de enfermedades modernas (Ríos & Recio, 2009). Siendo los aceites esenciales compuestos fenólicos, antioxidantes, conocidos por su actividad antimicrobiana contra un amplio rango de bacterias, efecto que permite colapsar la membrana celular causando pérdidas de componentes vitales, así como analgésicos, antiespasmódicos, insecticidas, larvicidas, pesticidas y vermicidas (Duke, 2009).

Esta investigación contribuirá a mejorar la calidad e inocuidad del queso utilizando el aceite esencial como aditivo natural, contribuyendo al desarrollo industrial de la Industria quesera. Se investigó la capacidad inhibitoria que posee el aceite esencial de *Salvia* sobre la *L. monocytogenes* a diferentes concentraciones, utilizando como aditivo natural en la elaboración de queso aromatizado, buscándose una alternativa para la conservación de alimentos mediante el uso de aditivos naturales como los aceites esenciales. Siendo el objetivo general: Determinar los efectos de las contracciones del aceite esencial de salvia en las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso aromatizado envasadas al vacío durante su conservación de vida en anaquel y como objetivos específicos: a) Extraer el aceite esencial de la salvia por arrastre de vapor. b) Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso aromatizado. c) Determinar el rendimiento del flujograma del queso con diferentes concentraciones de aceite esencial de salvia envasadas al vacío. d) Determinar el efecto de las concentraciones del aceite esencial de salvia en las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso aromatizado envasadas al vacío en su conservación de vida en anaquel.

2. Materiales y Métodos

En esta investigación la unidad experimental fue la *Salvia* desecada al medio ambiente proveniente de los centros poblados de la provincia de Tarma, aprox., así como 30 litros de leche del centro poblado de Huayquin.

Los materiales y equipos utilizados fueron: Materiales de vidrio para el análisis fisicoquímico, químico y microbiológico. Destilador para la extracción del aceite esencial, Cromatografía a gases acoplada a Absorción

atómica, estufa desecadora, contadores de colonias, cabina de flujo laminar.

Los métodos para determinar las características fisicoquímicas, microbiológicas de la materia prima y del queso aromatizado con aceite esencial de salvia fueron:

Análisis físico químico: Densidad, Acidez y pH: Método recomendado por AOAC (2000). Análisis químico del aceite esencial de Salvia: Se realizó por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, según Bilal Gurbuza, et. al. Rosemary (Rosmarinus officinalis L.) cultivation studies under Ankara ecological conditions. Industrial Crops and Products 88 (2016) 12–16 (Laboratorios de LABICER de la UNI.). Análisis Microbiológico: Determinación de E. coli, Coliformes totales y listeria monocitogenas (ICMSF; 2000).

El procedimiento para obtener el aceite esencial por arrastre de vapor fue: Se recolecto la Salvia las primeras horas de la mañana, seleccionando las hojas de salvia, se eliminó hojas dañadas por plagas, por transporte y marchitas, se pesó 20 kg para la extracción del aceite esencial, se secó a temperatura ambiente por 10 días (Humedad de 12%), se extrajo por el método de arrastre de vapor, se envasó en frascos ámbar y almaceno a 5°C.

Procedimiento para la obtención del queso aromatizado con diferentes concentraciones de aceite esencial de salvia envasadas al vacío fue: Recepción y análisis de control de calidad de la leche, se pesó, filtro, se pasteurizo a 63°C por 30 min, se enfrió hasta 38°C adicionándose cloruro de calcio, se inoculo (adición del cuajo en relación a la leche ingresada), dejándose en reposo por 45 min, se realizó el corte, la agitación para acelerar la salida del suero, se desuerado, se lavó, se hizo un segundo batido, se dejó en reposo (Hasta que la cuajada sedimente), se adicionó la sal, hierbas aromáticas (Rocoto y Huactay) y el aceite esencial a 0,01%, 0.02%, 0.03% utilizando como emulsionante lecitina, se acomodó la cuajada en moldes para el prensado, se envaso al vacío y almacenó a 4 °C por 25 días.

Se aplicó el diseño en bloques completamente al azar, con el ANOVA del DBCA y las pruebas de medias de Tuckey (Nivel de confianza de 95 %) (Padron, 2007). La información fue procesada, mediante Microsoft Office Excel 2010 programa SPSS versión 22 y Minitab 18.



Figura 1. Diseño experimental del queso aromatizado con aceite esencial de salvia

Modelo Estadístico: (Padron, 2007)

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j \quad j = 1, 2, \dots, b_j$$

3. Resultados

Análisis químico del aceite esencial por cromatografía a gases

Tabla 1. Principales componentes químicos del aceite esencial de salvia

| Componentes químicos | Aceite esencial de salvia secada a medio ambiente (%) |
|--------------------------|---|
| Alpha-terpinyt acetate | 6.50 |
| Caryophyllene | 43.73 |
| Bicyclo(3.1.1)hept-2-ene | 0 |
| Alpha - Cubebene | 5.80 |
| Humelene | 10.51 |
| Trans-alpha.-Bergamote | 8.69 |

Tabla 2. Características fisicoquímicas del aceite esencial de salvia

| Análisis fisicoquímico | Aceite esencial de salvia secada a medio ambiente (%) |
|----------------------------------|---|
| Índice de refracción (20°C) | 1,495 ± 0.06 |
| pH | 6.47 ± 0.09 |
| Índice de acidez (mg de KOH/1 g) | 0.058% ± 0.11 |

Balance de materia y determinación del rendimiento del queso aromatizado con aceite esencial

Tabla 3. Balance de materia y determinación del rendimiento

| Extracción de aceite esencial | Aceite esencial en seco |
|-------------------------------|-------------------------|
| Cantidad (g) | 20 |
| Método de extracción | Arrastre por vapor |
| Agua para destilación (ml) | 20 |
| Hidrosol (ml) | 6000 |
| Líquido residual | 13450 |
| Aceite esencial | 6.345 |
| Rendimiento | 0.124 |

Siendo el rendimiento del queso aromatizado, según la metodología explicada en materiales y métodos del 15%.

Resultados en análisis fisicoquímico de los tratamientos de quesos aromatizados con aceites esenciales en almacenamiento.

Tabla 4. pH de los quesos aromatizados con aceite esencial de salvia a diferentes concentraciones y días de almacenamiento.

| | | T1 Queso control | T2 0.01% AES | T3 0.02% AES | T4 0.03% AES |
|----|---------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| pH | 0 días | 6.46 | 6.1 | 6.0 | 6.1 |
| | 5 días | 6.65 | 6.0 | 5.9 | 6.0 |
| | 10 días | 6.73 | 5.5 | 5.5 | 5.72 |
| | 15 días | 6.55 | 5.2 | 5.3 | 5.5 |
| | 20 días | 6.21 | 4.9 | 5.0 | 5.0 |
| | 25 días | 6.24 | 4.8 | 4.8 | 4.7 |

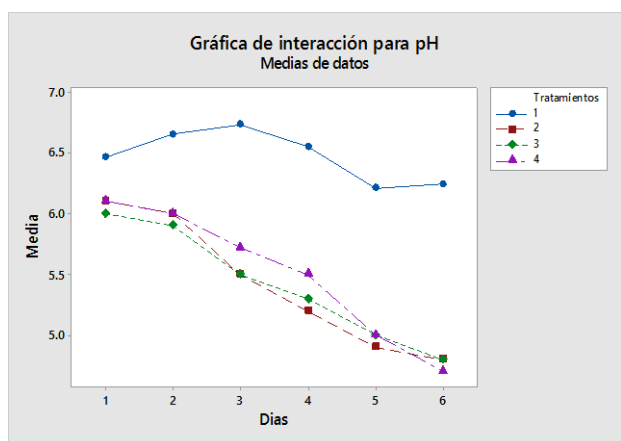


Figura 2. Medias de los tratamientos estimadas del pH, las líneas nos demuestran que a medida que pasa los días de almacenamiento el pH de los quesos aromatizados va disminuyendo.

Tabla 5: ANOVA de las concentraciones de aceite esencial de salvia y días de almacenamiento vs pH.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|----------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Trata(s) | 3 | 4.7835 | 1.59451 | 34.69 | 0.000 |
| Días | 5 | 3.7426 | 0.74851 | 16.29 | 0.000 |
| Error | 15 | 0.6894 | 0.04596 | | |
| Total | 23 | 9.2154 | | | |

Como p valor (0,000) < 0,05. Se rechaza la Hipótesis planteada y se acepta la Hipótesis alterna. Hay evidencia estadística para decir que al menos uno de los tratamientos y de los días de almacenamiento de los quesos aromatizados con aceite esencial de salvia tienen diferencias significativas en pH.

Tabla 7. Comparación de medias en los tratamientos

| Tratamientos | N | Media | Agrupación |
|--------------|---|---------|------------|
| 1 | 6 | 6.47333 | A |
| 4 | 6 | 5.50333 | B |
| 2 | 6 | 5.41667 | B |
| 3 | 6 | 5.41667 | B |

Tabla 8. Comparación de medias en días de almacenamiento

| Días | N | Media | Agrupación |
|------|---|--------|------------|
| 1 | 4 | 6.1650 | A |
| 2 | 4 | 6.1375 | A |
| 3 | 4 | 5.8625 | A B |
| 4 | 4 | 5.6375 | B C |
| 5 | 4 | 5.2775 | C D |
| 6 | 4 | 5.1350 | D |

Tabla 9. Humedad de los quesos aromatizados con aceite esencial de salvia a diferentes concentraciones y días de almacenamiento.

| | | T1 Queso control | T2 0.01% AES | T3 0.02% AES | T4 0.03% AES |
|---------|---------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Humedad | 0 días | 69.93 | 65.93 | 64.83 | 65.33 |
| | 5 días | 67.93 | 63.23 | 63.2 | 63.60 |
| | 10 días | 66.93 | 57.19 | 58.36 | 57.16 |
| | 15 días | 63.93 | 55.74 | 55.16 | 55.6 |
| | 20 días | 42.69 | 53.4 | 54.60 | 54.67 |
| | 25 días | 40.60 | 53.0 | 53.10 | 53.00 |

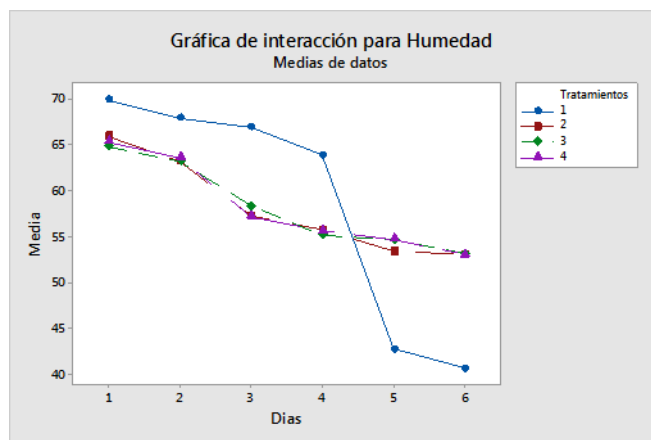


Figura 3. Medias de los tratamientos estimadas de la humedad, las líneas nos demuestran que a medida que pasa los días de almacenamiento la humedad de los quesos aromatizados va disminuyendo.

Tabla 10. Comparación de medias de los tratamientos

| Tratamientos | N | Media | Agrupación |
|--------------|---|---------|------------|
| 1 | 6 | 58.6683 | A |
| 4 | 6 | 58.2267 | A |
| 3 | 6 | 58.2083 | A |
| 2 | 6 | 58.0817 | A |

Tabla 11. Comparación de medias días de almacenamiento

| Días | N | Media | Agrupación |
|------|---|---------|------------|
| 1 | 4 | 66.5050 | A |
| 2 | 4 | 64.4900 | A |
| 3 | 4 | 59.9100 | A B |
| 4 | 4 | 57.6075 | A B |
| 5 | 4 | 51.3400 | B |
| 6 | 4 | 49.9250 | B |

Tabla 12. Acidez de los quesos aromatizados con aceite esencial de salvia a diferentes concentraciones y días de almacenamiento.

| | | T1 Queso control | T2 0.01% AES | T3 0.02% AES | T4 0.03% AES |
|--------|---------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Acidez | 0 días | 0.18 | 0.181 | 0.18 | 0.18 |
| | 5 días | 0.20 | 0.27 | 0.25 | 0.27 |
| | 10 días | 0.31 | 0.31 | 0.33 | 0.31 |
| | 15 días | 0.42 | 0.35 | 0.32 | 0.3 |
| | 20 días | 0.47 | 0.38 | 0.34 | 0.33 |
| | 25 días | 0.47 | 0.38 | 0.34 | 0.33 |

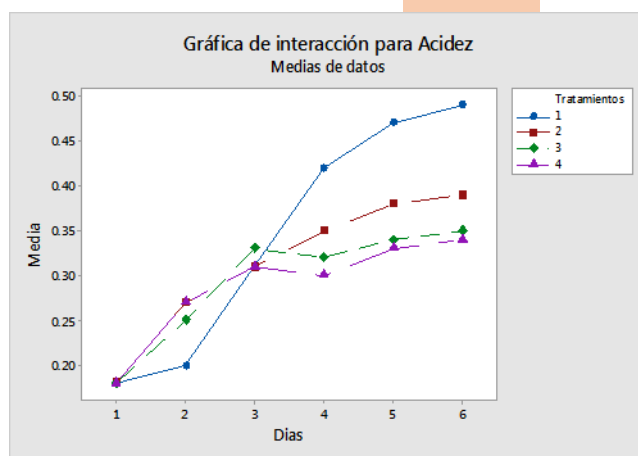


Figura 4. Medias de los tratamientos estimadas de la acidez, las líneas nos demuestran que a medida que pasa los días de almacenamiento la acidez de los quesos aromatizados va en aumento.

Tabla 13. ANOVA de la concentración de aceite esencial de salvia días de almacenamiento vs Acidez.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|----------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Trata(s) | 3 | 0.01159 | 0.00386 | 2.18 | 0.133 |
| Días | 5 | 0.13551 | 0.02710 | 15.32 | 0.000 |
| Error | 15 | 0.02654 | 0.00176 | | |
| Total | 23 | 0.17364 | | | |

Como p valor es (0,133) > 0,05. Referido a los tratamientos se acepta la hipótesis planteada y se rechaza la hipótesis

alterna y con respecto a los días de almacenamiento se rechaza la Ho y acepta la Ha. Hay evidencia estadística para decir que los días de almacenamiento de los quesos aromatizados con aceite esencial de salvia no tiene diferencias significativas en la acidez.

Tabla 14. Comparación de medias de los tratamientos

| Tratamientos | N | Media | Agrupación |
|--------------|---|----------|------------|
| 1 | 6 | 0.345000 | A |
| 2 | 6 | 0.313500 | A |
| 3 | 6 | 0.295000 | A |
| 4 | 6 | 0.288333 | A |

Tabla 15. Comparación de medias días de almacenamiento

| Días | N | Media | Agrupación |
|------|---|---------|------------|
| 6 | 4 | 0.39250 | A |
| 5 | 4 | 0.38000 | A |
| 4 | 4 | 0.34750 | A |
| 3 | 4 | 0.31500 | A B |
| 2 | 4 | 0.24750 | B C |
| 1 | 4 | 0.18025 | C |

Resultados en análisis microbiológico de los tratamientos de quesos aromatizados con aceites esenciales en almacenamiento

Tabla 16. Listeria monocytogenes de los quesos aromatizados con aceite esencial de salvia a diferentes concentraciones y días de almacenamiento.

| | | T1 Queso control | T2 0.01% AES | T3 0.02% AES | T4 0.03% AES |
|-------------------------------|---------|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| Listeria monocytogenes | 0 días | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| | 5 días | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| | 10 días | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| | 15 días | Presencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| | 20 días | Presencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| | 25 días | Presencia | Presencia | Presencia | Presencia |

Estos resultados muestran que la muestra control (T1) a los 15 días y T2, T3 y T4 a los 25 días de almacenamiento tienen presencia de Listeria monocytogenes estando fuera de los valores límite establecidos.

Tabla 17. Coliformes totales de los quesos aromatizados con aceite esencial de salvia a diferentes concentraciones y días de almacenamiento.

| | | T1 Queso control | T2 0.01% AES | T3 0.02% AES | T4 0.03% AES |
|---------------------------|---------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Coliformes totales | 0 días | | | | |
| | 5 días | 10 ufc/g | 10 ufc/g | 10 ufc/g | 10 ufc/g |
| | 10 días | 10 ufc/g | 10 ufc/g | 10 ufc/g | 10 ufc/g |
| | 15 días | 500 ufc/g | 1000 ufc/g | 20 ufc/g | 18 ufc/g |
| | 20 días | 1200 ufc/g | 1000 ufc/g | 1000 ufc/g | 910 ufc/g |
| | 25 días | 1200 ufc/g | 1000 ufc/g | 1000 ufc/g | 950 ufc/g |

Estos resultados muestran que la muestra control (T1) a los 15 días y T2, T3 y T4 a los 20 días de almacenamiento están fuera de los valores límite establecidos por la NTP 202.195:2004.

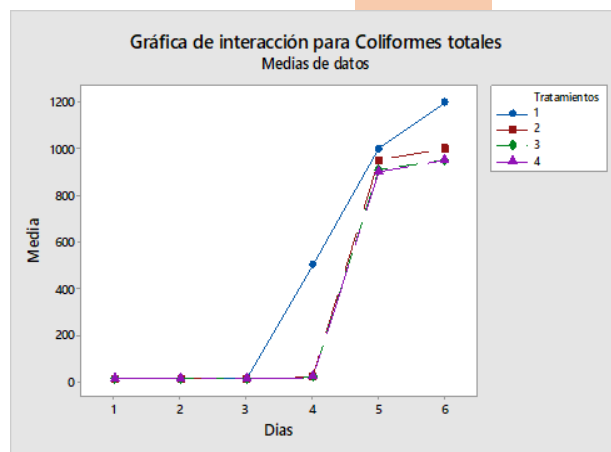


Figura 5. Medias para los tratamientos estimadas de los coliformes totales (UFC/gr), las líneas nos demuestran que a medida que pasa los días de almacenamiento este patógeno va aumentando.

Tabla 18. E.coli de los quesos aromatizados con aceite esencial de salvia a diferentes concentraciones y días de almacenamiento.

| | | T1 | T2 | T3 | T4 |
|--------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Queso control | 0.01% AES | 0.02% AES | 0.03% AES | |
| E coli | 0 días | <10 ufc/g | <10 ufc/g | <10 ufc/g | <10 ufc/g |
| | 5 días | <10 ufc/g | <10 ufc/g | <10 ufc/g | <10 ufc/g |
| | 10 días | <10 ufc/g | <10 ufc/g | <10 ufc/g | <10 ufc/g |
| | 15 días | 40 ufc/g | ufc/g | ufc/g | <10 ufc/g |
| | 20 días | 60 ufc/g | 30 ufc/g | 30 ufc/g | 30 ufc/g |
| | 25 días | 60 ufc/g | 35 ufc/g | 33 ufc/g | 33 ufc/g |

Estos resultados muestran que la muestra control (T1) a los 15 días y T2, T3 y T4 a los 20 días de almacenamiento están fuera de los valores límite establecidos por la NTP 202.195:2004.

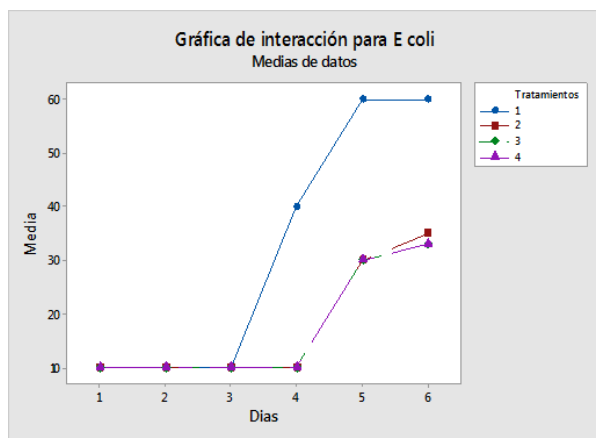


Figura 6. Medias de los tratamientos estimadas de la E. coli (UFC/g), las líneas nos demuestran que a medida que pasa los días de almacenamiento este patógeno va aumentando.

4. Discusiones

Referido a la caracterización química del aceite esencial por cromatografía de gases

En la tabla 1. se muestra los principales componentes del aceite de salvia (Saggittata Ruiz & Pav) desecada al medio ambiente, según los datos hallados en esta investigación se reporta 43.73% de Cariotileno, 6,50% de Alpha-terpinyt acetate, valor superior a lo hallado por (Alvarez Silguera, Ninahuana Jesús, & Sanchez Reyes, 2019), quienes reportan un valor de 10,79% de Cariotileno y 0,53% de Terpinen-4-ol, esto se debe a los parámetros aplicados

en el método de secado y la extracción del aceite esencial de la salvia. Así mismo en la tabla 1 muestra 10.51% de humelene en aceite esencial de salvia, compuesto que es mencionado por (Lopresti, 2017), y (Díaz, 2018) en sus investigaciones.

En la tabla 2, se muestra un índice de refracción de $1,495 \pm 0.06\%$, valor similar a lo reportado por (Alvarez Silguera, Ninahuana Jesús, & Sanchez Reyes, 2019) donde muestra un valor de 1.49 a 20°C , esto se debe a que la variable que afecta la medición del índice de refracción es la temperatura y este parametro es controlado en la experimentación, además ("Índice de Refracción", 2019) menciona que todas las sustancias grasas oscilan entre 1,460 y 1,500 a 15°C a 20°C .

El valor del pH del aceite esencial de salvia es $6,47 \pm 0.09$ este valor se podría comparar con el analisis de similares hojas de hierbas aromaticas como menciona (Valverde & Leonardo, 2019), donde reporta un valor de pH de 6,43 de aceite esencial de romero obtenidas de hojas secas por el método de arrastre de vapor.

El índice de acidez que tiene el aceite esencial de la salvia es de $0,058\% \pm 0.11$ en base al ácido predominante KOH. Valverde & Leonardo (2019) reporta un valor de 0,075% de acidez del aceite esencial de romero obtenida de hojas secas por el metodo de arrastre de vapor.

Referido al balance de materia y determinación del rendimiento del queso aromatizado con aceite esencial

En la tabla 3, se reporta un rendimiento del aceite esencial de salvia obtenida de hojas secas de de 0.124; este valor es similar a lo hallado por Cano (2007) donde afirma que rendimientos para aceites esenciales, tales como muña es de 0,19%. Sin embargo (Alvarez Silguera, Ninahuana Jesús, & Sanchez Reyes, 2019) obtienen un rendimiento de aceite esencial de 0.4039% en hojas secas de salvia, la diferencia del valor obtenido se debe a los factores tales como la especie, el clima, temperatura, tierra, fertilizantes, métodos aplicados en la extracción del aceite esencial y la forma del almacenamiento.

Referido a la caracterización fisicoquímico de los tratamientos de quesos aromatizados con aceites esenciales en almacenamiento

En la tabla 4, se muestra el comportamiento que tiene el pH, durante los 20 días de almacenamiento de acuerdo a

su concentración de aceite esencial que se adicionó dentro del envase al vacío, en la figura 2 se muestra como los valores del pH van disminuyendo a medida que pasa los días de almacenamiento ($p=0,00<0,05$), afirmando que existe al menos un tratamiento y los días de almacenamiento diferencia significativa. Se observa que los tratamientos con mayor adición de aceite esencial de salvia T3 (0,02% de aceite esencial de salvia), y T4 (0,03% de aceite esencial de salvia), presentan menor pH a los 25 días respectivamente. Los valores del pH de los quesos estuvieron en un rango de 4,89 a 6,73, durante los 20 días de almacenamiento, mostrando que en esos días el valor del pH no se encontraba dentro de las normas aceptadas según el Codex Alimentarius, ocasionando cambios fisicoquímicos y organolépticos. El pH es un factor importante para la determinación de la calidad del queso, (Ramírez & Vélez, 2019) menciona que un valor de pH cercano al punto isoelectrico provoca fuerzas iónicas e hidrofóbicas, formando una red de caseína más compacta, parecida a los quesos duros, y aun pH más alto las caseínas presentan carga negativa, generando un queso de mayor humedad, más elástico y menos compacto. Los aceites esenciales ayudan a mantener ese equilibrio del pH, evitando que su desenso sea más rápido.

La humedad es otro factor importante en la determinación de la calidad, como se muestra en la figura 3, el % de humedad va disminuyendo de acuerdo pasan los días del almacenamiento, pero se observa que el tratamiento control tiene más pérdida de humedad en comparación a los tratamientos que si contienen aceites esenciales, esto se debe a que el aceite presenta mayor retención de agua en comparación al tratamiento control (Del Cid; 2019).

La acidez es otro parametro de calidad que debe presentar el queso para que sus características organolépticas tengan aceptabilidad, en la figura 4 se muestra como el valor de la acidez se incrementa durante su almacenamiento, con más facilidad el tratamiento control a comparación de los tratamientos que si contienen aceite esencial de salvia. En la tabla 12 se muestra que los valores de la acidez son mayores en los tratamientos 1 y 2, correspondientes a los 20 y 25 días, esto debido al principio de actividad antimicrobiano que evita la presencia de microorganismos que alteran la acidez del queso, los valores de la acidez hallados a los 25 días de almacenamiento fueron de 0,33 a 0,47; valores que se encuentran en

similitud a lo reportado por (Mera, 2003), acidez de queso fresco aromatizado de 0,34%, 0,32% y 0,14%, Del mismo modo, INDECOPI (1999), indica 0,65% como máximo de acidez para el queso fresco.

Referido a la caracterización microbiológica de los tratamientos de quesos aromatizados con aceites esenciales en almacenamiento

En la tabla 16, se muestra el comportamiento que tiene la *Listeria monocytogenes* en los quesos aromatizados. Estos valores hallados muestran la presencia de esta bacteria a los 15 días en el tratamiento 1 (sin adición de aceite esencial) y en los tratamientos 2, 3 y 4 (con 0,01%, 0,02% y 0,03% de aceite esencial de salvia) tienen presencia de esta bacteria a partir de los 25 días de almacenamiento, encontrándose fuera de los valores límite establecidos por la NTP 202.195:2004, siendo un producto no apto para el consumo a estos días de almacenamiento. Por lo que se puede concluir que el tiempo de vida útil de los quesos fue mayor en los tres tratamientos con aceite de salvia, esto debido a su conservante natural del aceite esencial de salvia, principalmente al Cariofileno α - β -Cariofileno que es un sesquiterpeno bicíclico natural y sus otros componentes como Humelene, Trans- α -Bergamote, Alpha-terpinyl acetate, Alpha - Cubebene, que tiene propiedades como antiagregante, antioxidantes, bactericida, antifúngicas, antisépticas, antivirales, herbicidas, pesticidas, insecticidas y aromatizantes (Huerta 2007). Concluyendo que los quesos de estudio presentan mejores condiciones microbianas y mayor tiempo de vida útil cuando tiene el aceite esencial de la salvia como conservante. Espinoza et al. (2009) reporta que encontró *L. monocytogenes* en quesos frescos de producción artesanal, representando un riesgo potencial para la población consumidora. También indica que esta bacteria es un patógeno de origen alimentario, resiste diversas condiciones ambientales (pH bajo, altas concentraciones de sal y tiene la capacidad de sobrevivir a temperaturas de refrigeración 2-4 °C), su presencia es debido a tratamientos insatisfactorios de pasteurización, siendo una amenaza a la seguridad de la industria alimentaria.

En la tabla 17, se muestran el comportamiento que tiene los coliformes totales en los quesos aromatizados. Estos valores hallados indican que los coliformes están fuera de sus valores límite establecidos por la NTP 202.195:2004 a los 15 días en el tratamiento 1 (sin adición de aceite esencial) y en los tratamientos 2, 3 y 4 (con 0,01%, 0,02% y 0,03% de

aceite esencial de salvia) recién a partir de los 25 días de almacenamiento, encontrándose no apto para el consumo humano. Se concluye que el tiempo de vida útil de los quesos fue mayor en los tres tratamientos esto debido a la adición de aceite esencial como agente antimicrobiano.

En la tabla 18, se muestran el comportamiento que tiene la bacteria de *E. coli* en los quesos aromatizados. Estos valores hallados indican que esta bacteria está fuera de sus valores límite establecidos por la NTP 202.195:2004 a los 15 días en el tratamiento 1 (sin adición de aceite esencial) y en los tratamientos 2, 3 y 4 (con 0,01%, 0,02% y 0,03% de aceite esencial de salvia) recién a partir de los 25 días de almacenamiento, encontrándose no apto para el consumo humano. Se concluye que el tiempo de vida útil de los quesos fue mayor en los tres tratamientos esto debido a la adición de aceite esencial como agente antimicrobiano.

Agradecimientos: Se agradece a los Laboratorios de la Facultad de Industrias Alimentarias de la UNCP.

Contribución de los autores: Carhuallaqui Avila realizó el diseño del proyecto y parte experimental. Flores Ricaldi y Terrel Rivas realizaron la parte experimental. Carhuallaqui y De la Cruz Calderón realizaron la redacción final del trabajo. Todos los autores revisaron el manuscrito.

Conflictos de interés: Los autores declaramos no tener conflictos de interés.

5. Referencias bibliográficas

- A.O.A.C. (1994). "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists", 15th ed., Ed. William Horwitz. Gaithersburg.
- A.O.A.C. (2000). "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists", "17th ed., Ed. William Horwitz. Gaithersburg".
- Alais Ch. (2003). *Ciencia de la Leche. Principio de Técnica Lechera*. Cuarta edición. Editorial Reverte. S.A. Barcelona, España.
- Chavarrías, M. (4 de Diciembre de 2014). CAFETA INFORMA. Recuperado el 22 de Diciembre de 2016, de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/cafetainforma/2014/12/12/carga-mundial-de-listeriosis-en-el-mundo/>
- Cano C. 2007. Actividad antimicótica in vitro y elucidación estructural del aceite esencial de las hojas de *Mintostachis mollis* "muña". Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. Págs. 20-60.
- Chapa, Vasquez, B. (2018). *Orégano (Origanum vulgare L.) sobre Listeria monocytogenes en queso fresco*, 51. Retrieved from http://200.121.170.218/bitstream/handle/UNTRM/1354/BRENDA_CHAPA_VÁSQUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Del Cid, A. (2019). Retrieved 8 September 2019, from <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8274/1/TRABAJO%20GRADUACION.pdf>
- Duke, J. A. (2009). *Handbook of Medicinal Herbs* (2 ed.). USA: CRC Press. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=B_XLBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=+Handbook+of+Medicinal+Herbs&ots=iMyNFZ_49D&sig=Y9qtxdfQE7ZsjRPiUEAuPRbdS-k#v=onepage&q=Handbook%20of%20Medicinal%20Herbs&f=false
- Espinoza, A., De la Torre, M., Salinas, M., & Sánchez, V. (2009). *Determinación de Listeria monocytogenes en quesos frescos de producción artesanal que se expenden en los mercados del distrito de Ica, enero - marzo 2003*. Scielo, 21(2), 1-2. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342004000200003&script=sci_arttext&tlng=en#tab01
- Estibaliz, M., Y López, M. (2008). *Estimación de la incidencia de las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) en Colombia en la década 1996-2006*. Tesis de Pregrado En Microbiología Industrial. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá DC, 148 p.
- FAO/OMS. (2008). Normas alimentarias. Comité del Codex sobre aditivos alimentarios. Obtenido de: http://www.fao.org/tempref/codex/reports/alinorm08/al31_12s.pdf.
- Huerta, B. (2008). Aceites esenciales en el control de las patologías aviares http://www.wpsaaeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1177323612a.pdf
- INDECOPI. 1999. Norma técnica peruana. 202, 087. Lima-Perú. p 1- 5.

- Indice de Refracción. (2019). Retrieved 8 September 2019, from <http://docencia.udea.edu.co/qf/grasas/refraccion.html>
- Kopper, G., Calderón, G., Schneider, S., Domínguez, W., Gutiérrez, G., Rosell, C., Y Mejía, D. (2009). *Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico*. Estudio de Caso En Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras Y Nicaragua. Informe Técnico Sobre Ingeniería Agrícola Y Alimentaria, 13–39.
- Lawless, H. and Heymann, H. (2010) “*Sensory Evaluation of Food Science Principles and Practices*”. Chapter 1, 2nd Edition, Ithaca, New York.
- Mera, V. (2003). Retrieved 4 November 2019, from <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/218/FIA-139.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Salud. (2015). Datos estadísticos del Perú. MINISTERIO DE SALUD. (23-29 de Agosto de 2015). 24(34). Obtenido de <http://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2015/34.pdf>
- Orberá, T. (2004). Acción perjudicial de las levaduras sobre los alimentos. *Cubana de Salud Pública*, 30(3). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662004000300016.
- Orberá, T. (Septiembre de 2009). Acción perjudicial de las levaduras sobre los alimentos. *Cubana de Salud Pública*, 30(3). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662004000300016
- Organización Mundial de la Salud. (2016). Recuperado el 22 de Diciembre de 2016, de <http://www.who.int/foodsafety/es/>
- Padrón E. (2007). Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería: Trillas. Mexico.
- Ramírez, C., & Vélez, J. (2019). Retrieved 8 September 2019, from <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Ramirez-Lopez-et-al-2012.pdf>
- Ríos, J. L., & Recio, M. C. (2005). Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 100(1-2), 80-84. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2005.04.025>.
- Ríos, J. L., & Recio, M. C. (2009). Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 100(1-2), 80-84. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2005.04.025>
- Ruiz, C., & Díaz, C., & Rojas, R. (2015). Composición química de aceites esenciales de 10 plantas aromáticas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 81 (2), 81-94.
- Sánchez, F. (2006). *Extracción de aceites esenciales*. II Segundo Congreso Internacional de Plantas Medicinales y Aromáticas. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. pp.4-7.
- Servicio Nacional de Aprendizaje. (sf). SENA. Recuperado el 28 de Noviembre de 2016, de http://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/1144/1/ACEITES_ESENCIALES_EXTRAIDOS_DE_PLANTAS_MEDICINALES_Y_AROMATICAS.pdf.
- Valverde, Y., & Leonardo, J. (2019). Descripción: Extracción y caracterización del aceite esencial del romero (*rosmarinus officinalis*) por el método de arrastre de vapor obtenida en estado fresco y secado convencional. Retrieved 8 September 2019, from https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP_afe6459679892a33156b5c471b8ad8ba/Description#abnav.
- ICMSF. (2000). Guía de Interpretación de Resultados Microbiológicos de Alimentos. Principios y aplicaciones específicas. University of Toronto Press.