

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN.

Código: AA-2102

Evaluación de la adición de diferentes dosis de aceite esencial de Orégano (*Origanum vulgare*) en la elaboración de queso semi madurado y su efecto en la conservación de sus propiedades organolépticas.

TÍTULO A OBTENER: Ingeniero Agroindustrial

AUTORES.

Nombres y apellidos	Institución y Dirección	Teléfono y correo electrónico	Firma
Br. Rodrigo Alberto, Avalos Velasco	Urb. Toluca #2, Calle Las Arboledas #36-A, San Salvador	7039-0085 AV15002@ues.edu.sv	
Br. Junior Alberto, Hernández Castro	Calle principal, Pasaje Talleres #5, Plan del Pino, Ciudad Delgado.	7032-6441 HC12048@ues.edu.sv	
Br. Wilfredo Alexis, Mejía Orellana	Cantón La Bermuda, Caserío Las Américas, Suchitoto	7022-1242 MO14021@ues.edu.sv	
Ing. M.Sc. Blanca Eugenia Torres de Ortiz	Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia	2225-1506 blanca.bermudez@ues.edu.sv	
Lic. Daniel de Jesús Palacios Hernández	Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente	2225-1506 daniel.palacios@ues.edu.sv	

VISTO BUENO.

Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento de Zootecnia
Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta Firma

Director General de Procesos de Graduación de la Facultad:
Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García Firma

Jefe de Departamento de Zootecnia:
Ing. Agr. M.Sc. Blanca Eugenia Torres de Ortiz Firma

Lugar y Fecha:
Ciudad Universitaria "Dr. Fabio Castillo Figueroa", Septiembre 2021

TÍTULO: Evaluación de la adición de diferentes dosis de aceite esencial de Orégano (*Origanum vulgare*) en la elaboración de queso semi madurado y su efecto en la conservación de sus propiedades organolépticas.

Avalos-Velasco, Hernández-Castro, Mejía-Orellana, Torres de Ortíz, Palacios-Hernández

RESUMEN

La investigación científica se realizó en el laboratorio de (ELISA) del Departamento de Zootecnia, de la Facultad de Ciencias Agronómicas en la Universidad de El Salvador, entre los meses de octubre de 2020 a junio de 2021. Para la elaboración de los quesos semi madurados fue utilizada leche de vaca pasteurizada y se evaluaron 5 tratamientos de dosis diferentes (T0: 0.0%, T1: 10%, T2: 7.5%, T3: 5% y T4: 2.5%) cada uno con 6 repeticiones. Las variables microbiológicas evaluadas en estos tratamientos fueron el recuento de mesófilos aerobios, y Recuento de Coliformes Totales, realizados en tres ocasiones durante el período de maduración a los 0, 7 y 15 días. El tratamiento 1 con mayor porcentaje de adición de aceite esencial de orégano presentó una tendencia de disminución considerable en cuanto al recuento de mesófilos, seguidos del T2 y T3. Por su parte, en el recuento de coliformes totales los tratamientos con adición de dosis de aceite esencial de orégano controlaron el crecimiento de los mismos, mientras que el testigo (T0) presentó crecimiento en el tercer punto de muestreo. Las variables organolépticas olor, sabor, color, aspecto y textura se evaluaron a través de una prueba de catación a los 15 días de maduración; para ello se utilizó la prueba de escala hedónica de nueve puntos; los resultados se presentaron en un gráfico de BoxPlot, para tener una mejor visualización de los datos y también se aplicó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis procesándolos en el software estadístico InfoStat V9 con un nivel de significancia del 5%. Al analizar los resultados se observó que el porcentaje de adición de aceite esencial de orégano si influyen en el grado de aceptabilidad. Siendo el T3 mejor aceptado por los catadores. A partir del Análisis Costo-Beneficio, se determinó que el tratamiento que presentó mejor beneficio neto parcial fue el T0, mientras que los tratamientos T3 y T4 generaron los mejores beneficios económicos entre los tratamientos con adición de aceite esencial de orégano.

Palabras clave: Aceite Esencial de Orégano, Queso semi madurado, Análisis sensorial, Recuento de Mesófilos Aerobios, Recuento de Coliformes Totales.

TITLE: Evaluation of the addition of different doses of essential oil of Oregano (*Origanum vulgare*) in the production of semi-ripened cheese and its effect on the preservation of its organoleptic properties.

Avalos-Velasco, Hernández-Castro, Mejía-Orellana, Torres de Ortíz, Palacios-Hernández

ABSTRACT

The scientific research was carried out in the laboratory of (ELISA) of the Department of Zootechnics, of the Faculty of Agronomic Sciences at the University of El Salvador, between the months of October 2020 to June 2021. For the production of semi-ripened cheeses Pasteurized cow's milk was used and 5 different dose treatments were evaluated (T0: 0.0%, T1: 10%, T2: 7.5%, T3: 5% and T4: 2.5%) each with 6 repetitions. The microbiological variables evaluated in these treatments were the aerobic mesophilic count and the Total Coliform Count, performed on three occasions during the maturation period at 0, 7 and 15 days. Treatment 1 with the highest percentage of oregano essential oil addition showed a considerable downward trend in terms of mesophil count, followed by T2 and T3. On the other hand, in the total coliform count, the treatments with the addition of doses of essential oil of oregano controlled their growth, while the control (T0)

presented growth at the third sampling point. The organoleptic variables odor, flavor, color, appearance and texture were evaluated through a cupping test at 15 days of maturation; For this, the nine-point hedonic scale test was used; The results are presented in a BoxPlot graph, to have a better visualization of the data and the Kruskal-Wallis non-parametric statistical test was also applied, processing them in the statistical software InfoStat V9 with a significance level of 5%. When analyzing the results, the percentage of oregano essential oil addition will be shown if they influence the degree of acceptability. Being the T3 best accepted by tasters. From the Cost-Benefit Analysis, it was determined that the treatment that presented the best partial net benefit was T0, while the treatments T3 and T4 generated the best economic benefits among the treatments with the addition of oregano essential oil.

Keywords: Essential Oil of Oregano, Semi-ripened cheese, Sensory analysis, Aerobic Mesophilic Count, Total Coliform Count.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Superintendencia de Competencia (2010), señala que los quesos son productos de gran importancia en los bienes de consumo de la población, muy superior a otros productos lácteos como la crema, la mantequilla, el yogurt, entre otros a nivel de El Salvador, es así que un 79.5% de hogares consumen quesos y cuajada, con un promedio mensual de gasto de \$8.61. Es de hacer notar que, aunque los quesos no forman parte de la canasta básica alimentaria, son consumidos por una mayor cantidad de hogares.

El Salvador depende en gran medida de las importaciones de lácteos ya que internamente no está siendo capaz de procesar los que el mercado demanda. Con relación a la producción de leche a nivel nacional, en el 2010 se estimó en un aproximado a los 556 millones de litros esperando un crecimiento gradual del 10% hasta alcanzar los 611.6 millones para el 2011. En tanto que las 10 importaciones tienden al alza a un ritmo mayor y actualmente representan cerca de 1/3 del consumo aparente. (FAO 2018).

El queso, al ser un producto altamente perecedero, proporciona las condiciones adecuadas para el crecimiento y multiplicación de microorganismos patógenos que pueden ocasionar graves enfermedades en la salud de los consumidores es por eso que se deben controlar ya que el producto no debe contener microorganismos en número mayor a lo especificado (NSO 2007).

Según Fernández-Pan (2012), posicionan al aceite esencial de orégano como uno de los agentes antimicrobianos y antioxidantes más efectivos, ya que poseen dos terpenoides que son el timol y carvacrol los cuales son los componentes antimicrobianos de mayor importancia presentes en el aceite esencial de Orégano debido a que ambos compuestos actúan sobre las células y dependiendo de las concentraciones utilizadas pueden causar la inhibición o inactivación de los microorganismos.

El objetivo del estudio consistió en evaluar el efecto de cuatro diferentes concentraciones del aceite esencial de Orégano (*Origanum vulgare*) en queso semi-madurado, con el propósito de controlar el crecimiento microbiano sin afectar de las características organolépticas del producto.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación

La investigación se desarrolló en los laboratorios del Departamento de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en

Autopista Norte y Final 25ª Avenida Norte, Ciudad de San Salvador, El Salvador, cuyas coordenadas son: latitud norte 13.7183 -89.203 y una altitud promedio de 500 msnm con una temperatura promedio anual de 24°C y una Humedad Relativa de 82%. La investigación tuvo una duración de nueve meses, comprendidos de octubre del año 2020 a junio del año 2021.

2.2 Metodología de campo

Para la realización del presente proyecto de investigación se procedió a la recolección de la materia prima (leche cruda) en las instalaciones de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el Cantón Tecualuya, Carretera al Puerto de La Libertad Km 57, San Luis Talpa. La recolección se realizó cada 15 días durante un período de 10 semanas, desde el 1 de octubre hasta el 24 de noviembre de 2020. Posterior a la recolección, se procedió al traslado de la materia prima desde la Estación Experimental y de Prácticas a las instalaciones de los laboratorios del Departamento de Zootecnia para su procesamiento.

2.3 Metodología de laboratorio

Una vez en el laboratorio, se procedió a realizar análisis físicos y microbiológicos tanto a la leche cruda como pasteurizada y análisis microbiológicos y sensoriales a los tratamientos elaborados. Este procedimiento se realizó desde el 1 de octubre al 11 de diciembre de 2020.

2.3.1 Proceso de elaboración del queso semi madurado

La elaboración de queso semi-madurado, se usó de base la guía de queso semi madurado (UTN S.f), los pasos expresados a continuación:

1. **Filtración:** la leche cruda utilizada (23 litros por tratamiento), se filtró en un tamiz (manta de colar) para extraer cualquier tipo de materia extraña que pueda encontrarse en el medio.
2. **Pasteurización:** La leche se pasteurizó por medio de proceso VAT en el cual se aplica una temperatura de 63°C durante 30 minutos.
3. **Enfriamiento:** se aplicó un choque térmico para disminuir la temperatura a 36°C.
4. **Ajuste de temperatura:** se mantuvo la temperatura de la leche en 36°C de manera uniforme, para esto se verificó con un termómetro de carátula
5. **Adición de cloruro de calcio y cuajo:** una vez calculada las cantidades de acuerdo al volumen de la leche a trabajar, se agregó el cloruro de calcio y se agitó, seguidamente se adiciono el cuajo líquido siguiendo las instrucciones del fabricante, el cuajo utilizado fue enzimático.
6. **Adición de cultivo:** se pesó el cultivo acorde a la cantidad de leche y se adiciono, mezcló con la leche para distribuirlo de manera uniforme.
7. **Cuajado:** se dejó reposar por 45 minutos.
8. **Corte de cuajada:** se cortó la cuajada en cubos aproximadamente del tamaño de un grano de arroz.
9. **Agitado 1:** se agitó suavemente la cuajada cortada por un período de 20 minutos en forma constante esto con el fin de facilitar la liberación del suero.
10. **Desuerado parcial:** se desueró un 30% del volumen total.
11. **Lavado de la cuajada:** se incorporó agua a una temperatura de 36°C, siendo este el mismo volumen de suero eliminado, esto con el fin de disminuir la cantidad de lactosa presente.
12. **Agitado 2:** posteriormente a la adición de agua se agitó nuevamente por 20 minutos en forma un poco más vigorosa, formando un ocho con la paleta para facilitar la explosión de suero, evitar igualmente que haya roce metal-metal entre la paleta y la tina, mantener siempre la temperatura en 36°C.
13. **Desuerado total:** se eliminó la mayor parte posible del suero, utilizando el colador y la lámina de acero inoxidable (limpia y desinfectada)

14. **Picado:** se picó el queso en bloques de 1 cm³, utilizando un cuchillo de acero inoxidable limpio y desinfectado.
15. **Moldeo y pesado:** se pesó 500 gramos de cuajada, que posteriormente fue colocada en los moldes de las prensas, a estas se le colocó una manta, para ayudar a la estructura de la cuajada.
16. **Prensado y pesado final:** se colocaron los quesos en los moldes de las prensas por 3 horas.
17. **Adición de porcentaje de aceite esencial de Orégano:** Posteriormente, se aplicó externamente aceite esencial de orégano. Se utilizó como solvente alcohol etílico 90%, y utilizando una brocha de cocina para aplicarlos. Se estimó que 30 ml de la solución alcohol más aceite esencial de orégano sería suficiente para los 6 quesos por tratamiento. Así se determinó que el T1 sería 10% (3 ml de aceite esencial de orégano y 27 ml de alcohol). T2 7.5% (2.25 ml de aceite esencial de orégano y 27.75 ml de alcohol). T3 5% (1.5 ml de aceite esencial de orégano y 28.5 ml de alcohol). T4 2.5% (0.75 ml de aceite esencial de orégano y 29.25 ml de alcohol).
18. **Maduración:** se almacenaron los quesos semi madurados en una cámara frigorífica entre 0-4°C por 15 días.

2.3.2 Análisis a leche cruda y pasteurizada.

Análisis físicos:

Acidez: Para el análisis de acidez, se realizó a la leche cruda en una muestra de 10 ml. por medio del método de titulación, la cual se basa en la neutralización de la leche usando hidróxido de sodio (NaOH) y una solución de Fenolftaleína en alcohol como indicador de que se ha llegado al punto nuestro mediante la presencia de color rosa típico de la fenolftaleína a pH a 7 (CONACYT 2005).

pH: Para medir el pH, se usó de una muestra de leche de 150 ml a 25°C y el pH-metro inoLab pH7310 el cuál posee un electrodo con una precisión de pH de $\pm 0,005$, $\pm 0,01$; precisión de temperatura de $\pm 0,1$ k; precisión de mV de $\pm 0,3$, ± 1 , y las temperaturas de funcionamiento (métrico) van de -5°C a +105°C. Ambos parámetros cumplieron con la Normativa Salvadoreña de Leche Cruda NSO 67.01.01:06, para acidez y pH.

Análisis Microbiológicos:

Recuento de Mesófilos Aerobios totales: este análisis se realizó a la leche cruda y pasteurizada este método está basado en la reproducción de microorganismos mesófilos, en placas estériles con medio Plate Count Agar (PCA) se incubaron por 48 horas a una temperatura de 35-37 °C (APL S.f). Para el recuento de las unidades formadoras de colonias (UFC) se hizo uso de un cuenta colonias de alta sensibilidad, siendo las UFC de mesófilos de color blanco hueso contrastando con el color del medio de cultivo (ISO 2013).

Recuento de Coliformes Totales: Método basado en la reproducción de microorganismos, en placas estériles con medio Violet Red Bile Lactose Agar se incubaron por 48 horas a una temperatura de 35-37 °C (APL S.f). Para el recuento de las UFC de coliformes totales se hizo uso de un cuenta colonias de alta sensibilidad, siendo identificadas por el color rosado rojizo (CONACYT 2005).

2.3.2 Análisis de los quesos semi madurados

Análisis microbiológicos:

Recuento de Mesófilos Aerobios totales: En este método se macero el queso con agua peptonada y luego se basó en la reproducción de microorganismos mesófilos, en placas estériles con medio Plate Count Agar (PCA) se incubaron por 48 horas a una temperatura de 35-37 °C (ANMAT 2014). Para el recuento de las unidades formadoras de colonias (UFC) se hizo uso de una cuenta colonias de alta sensibilidad, siendo las UFC

de mesófilos de color blanco hueso contrastando con el color del medio de cultivo (ISO 2013).

Recuento de Coliformes Totales: En este método se maceró el queso con agua peptonada y luego se basó en la reproducción de microorganismos, en placas estériles con medio Violet Red Bile Lactose Agar se incubaron por 48 horas a una temperatura de 35-37 °C (ANMAT 2014). Para el recuento de las UFC de coliformes totales se hizo uso de una cuenta colonias de alta sensibilidad, siendo identificadas por el color rosado rojizo (CONACYT 2005).

2.3.3 Análisis organoléptico de los quesos semi madurados

Este análisis se desarrolló con el fin de identificar las características organolépticas como, olor, color, sabor, aspecto y textura y así medir el nivel de aceptación del producto final.

Para esto se utilizó el método de la catación aplicando la prueba hedónica, la cual se realizó a los 15 días de maduración de los quesos de cada tratamiento en estudio, en esta participaron 20 personas por prueba a quienes se les brindó una muestra de aproximadamente 20 gramos y una ficha donde evaluaron cada uno de los aspectos.

3.3 Metodología estadística

Variables:

Variable independiente:

Dosis de Aceite Esencial de Orégano (0.0%, 10%, 7.5%, 5%, 2.5%)

Variable dependiente:

1. **Días de conservación:** esto corresponde a los 0, 7 y 15 días después de elaborado el queso, en los cuales se realizaron los recuentos de mesófilos aerobios y coliformes totales
2. **Características organolépticas:** para evaluar los aspectos organolépticos: color, olor, sabor, aspecto y textura.

3.3.1 Variables de conservación microbiológicas (Días de conservación)

Al desarrollar la fase de campo de las pruebas microbiológicas descritas, cada tratamiento tuvo un número de 6 repeticiones, sin embargo, únicamente fueron muestreados tres de ellos por motivos asociados a los costos económicos que implicaba el muestreo del total de repeticiones. Al no cumplir los supuestos establecidos por Montgomery (2004), el cual especifica que por tratamiento debería de muestrearse 6 repeticiones por tratamiento para aumentar la confiabilidad de la prueba; no se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) a estas variables, y se optó por un análisis descriptivo utilizando gráficos ya que se apegan de mejor forma a los datos obtenidos a nivel de laboratorio.

Para llevar a cabo el análisis de las pruebas microbiológicas (Mesófilos aerobios y Coliformes Totales) como parte de este proyecto de investigación, se utilizaron métodos estadísticos descriptivos tales como: tablas, gráficos de líneas con marcadores, gráficos de columnas agrupadas y medidas de tendencia central (en esta investigación en particular será la mediana). En el caso específico de los gráficos de líneas, posibilitaron mostrar los datos obtenidos a nivel de laboratorio del recuento de mesófilos aerobios como un conjunto de puntos conectados mediante una sola línea durante el período de tiempo en el cual fueron evaluados los tratamientos con las diferentes dosis de aceite esencial de Orégano; en el caso de los gráficos de columnas agrupadas, fueron utilizados para mostrar las diferencias que existían, en cuanto al recuento del crecimiento de coliformes totales, entre los distintos tratamientos con diferentes dosis de aceite esencial de Orégano sometidos a estudio en el periodo de tiempo evaluado. Para el

procesamiento de los datos obtenidos se utilizó el software Microsoft Excel V 2016 con un nivel de significancia del 5%.

3.3.2. Características organolépticas.

Para tener una visualización de los datos del análisis sensorial se utilizó el gráfico de cajas y bigotes (también conocido por el nombre de Boxplot). Al analizar la variabilidad de las cajas de cada atributo organoléptico por tratamiento, se pudo observar las tendencias que estos datos presentaron a nivel de laboratorio y de esta manera tener una idea de cuál tratamiento presentó una mejor calificación con respecto al resto. Posterior, se aplicó, la prueba no paramétrica, bajo el diseño Kruskal-Wallis, la cual es una alternativa al análisis de varianza usual, este modelo matemático permite evaluar más de dos muestras con el propósito de determinar si proceden de la misma población (Torres y Sorto 2003). Esta prueba se adapta a los resultados obtenidos de la prueba sensorial escala hedónica, y permitió evaluar los diferentes atributos organolépticos olor, color, sabor, aspecto y textura en los quesos y así obtener un resultado estadístico. Los datos obtenidos del análisis sensorial, se procesaron con ayuda del software estadístico Infostat V 9.0, con una probabilidad de 5%.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables microbiológicas.

3.1.2. Recuento de mesófilos aerobios.

En esta variable se identificó la relación entre el tiempo (período comprendido entre 0-15 días en el que se realizó el muestreo) con respecto al recuento de mesófilos aerobios de las unidades experimentales (quesos semi madurados) con la adición de las diferentes dosis de aceite esencial de Orégano que habían sido sometidas a estudio (0%, 10%, 7.5%, 5%, 2.5%). Esto se muestra en la Figura 1. Como puede observarse, el T0 (0.0%) es el que presentó una notable tendencia de crecimiento exponencial en el tiempo en que fueron muestreadas las unidades experimentales. En cuanto al T1, puede observarse que la tendencia de crecimiento y multiplicación fue menor con respecto al tratamiento testigo, debido a que en este las unidades experimentales habían sido recubiertas con un porcentaje de adición de 10% de aceite esencial de orégano. En cuanto a los tratamientos T2 y T3, puede observarse que la tendencia del crecimiento de mesófilos aerobios en los quesos semi madurados fueron similares en los días 8 y 15 de muestreo. Con respecto al T4, cuya dosis de adición de aceite esencial de Orégano era la menor, se observa, comparando con los resultados obtenidos en el T2 y T3, un mayor crecimiento y multiplicación de mesófilos aerobios durante su recuento a nivel de laboratorio.

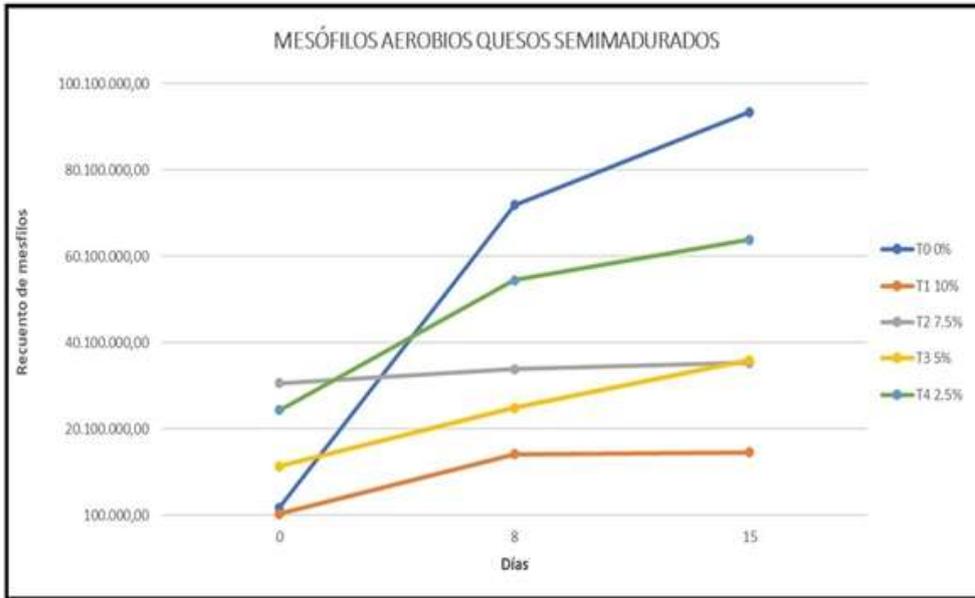


Figura 1. Recuento de mesofilos aerobios en quesos semi madurados.

Como parte del proceso de elaboración de los tratamientos, debe destacarse que se llevó a cabo la inoculación de bacterias ácido lácticas para favorecer la fermentación de los quesos. De acuerdo con Narváez *et al.* (2017), las Bacterias Ácido Lácticas (BAL) además de contribuir a la preservación de los alimentos, mejoran las características sensoriales como el sabor, olor, textura y aumentan su calidad nutritiva. En esta misma línea Ramírez *et al.* (2011), señala que la acción conservadora de las bacterias ácido lácticas, es debido a la inhibición de un gran número de microorganismos patógenos y dañinos por varios productos finales de la fermentación. Estas sustancias son ácidos como el láctico y el acético, peróxido de hidrógeno entre otras. que ayudan a reducir el pH del ambiente con un efecto inhibitorio de bacterias Gram-positivas y Gram-negativas (Vásquez *et al.* 2009).

A partir de esto, puede inferirse que las bacterias ácido lácticas influyeron en el recuento de mesófilos aerobios que se ha obtenido en cada tratamiento, ya que los resultados arrojan ausencia de coliformes totales, actuando positivamente para favorecer tanto la fermentación del producto, así como para mejorar sus características organolépticas. En este sentido, Fontaneto (s.f.) menciona que existen las bacterias denominadas Bacterias Ácido Lácticas no pertenecientes al fermento, NSLAB (Non Starter Lactic Acid Bacteria) por sus siglas en inglés, son microorganismos adventicios que se encuentran en los quesos y que no forman parte del fermento primario; por lo tanto, no contribuyen a la producción de ácido láctico durante la elaboración.

3.1.2. Recuento de coliformes totales.

Los resultados obtenidos de esta variable se muestran en la Figura 2, donde se presenta el recuento de Coliformes totales de las unidades experimentales (quesos semi madurados) con la adición de las diferentes dosis de aceite esencial de Orégano que habían sido sometidas a estudio (0% ,10.0%, 7.5%, 5.0%, 2.5%). Como puede observarse, el tratamiento que permitió crecimiento de coliformes totales en las unidades experimentales sometidas a estudio, fue el tratamiento T0; debido a que en este no se realizó la adición de aceite esencial de Orégano, por lo que su multiplicación creció

exponencialmente. En cuanto al resto de tratamientos (T1, T2, T3 y T4) se muestra que no existió crecimiento de coliformes totales entre las unidades experimentales muestreadas.

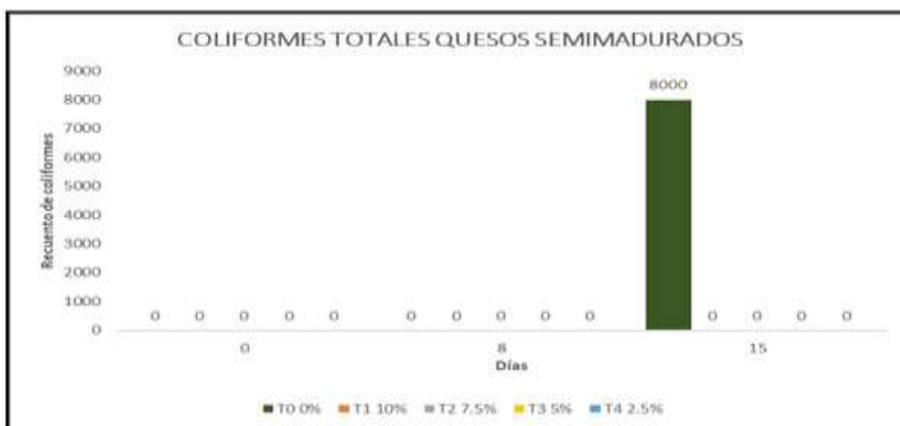


Figura 2: Recuento de coliformes totales en quesos semi madurados.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se logró reducir el crecimiento de coliformes totales con la aplicación del 10%, 7.5%, 5% y 2.5% de aceite esencial de Orégano a los quesos semi madurados, tal y como lo demuestra en su investigación Mejía *et al.* (2017), debido a que en su investigación como resultado se obtuvo una reducción significativa de la carga microbiana en las placas experimentales (1 y 0,75% con tomillo) en comparación con las placas de control (0%) en el proceso 1, mientras que existió reducción para todas las concentraciones ensayadas cuando se adicionó el tomillo, concluyendo que a mayor concentración de tomillo mayor el efecto inhibitorio sobre los coliformes totales. Morales (2015), concluyó con respecto al efecto antimicrobiano de la aplicación de aceite esencial de tomillo contra la actividad patógena de *Listeria monocytogenes*; se desarrolló un protocolo de prueba In Vitro donde a través de la formación de halos de inhibición se determinó la menor concentración con efecto inhibitorio. El aceite esencial de tomillo presentó actividad al ser usado en concentraciones no menores del 1.6%. En la investigación realizada por Artega (2020), se observó que el crecimiento de coliformes totales, en las dosis de 0,25% y 0,30% de aceite esencial de jengibre inhibe más el crecimiento a comparación de la otra dosis y testigo.

3.2. Variables organolépticas.

Con respecto al análisis organoléptico (Figura 3), se puede describir la distribución de las puntuaciones obtenidas por cada variable de manera visual, además señala los valores atípicos y extremos que presenta cada variable, de igual forma mostró la mediana como medida de tendencia central y posterior los cuartiles 1, representando el 25% (límite inferior de la caja) de los datos, el segundo cuartil el 50% de los datos, y por último, el tercer cuartil con el 75% de los datos (límite superior de la caja). La caja por su parte representa el 50% central de las puntuaciones de las variables.

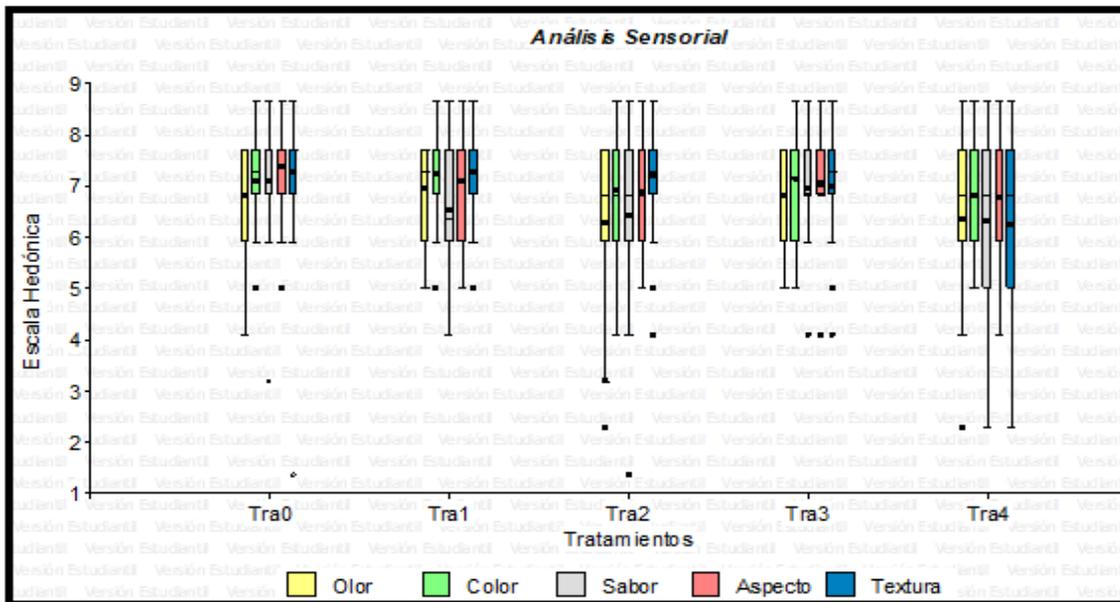


Figura 3: Análisis sensorial de los quesos semi madurados con diferentes dosis de aceite esencial de orégano.

Luego de analizar los tratamientos, se puede observar que los tratamientos T0 y T3, son mejores que el resto, esto al tener una menor distribución de las puntuaciones o tener más concentrado los datos, es decir poseen tamaños de cajas pequeños por las categorías organolépticas, pero lo que los diferencia son los valores atípicos presentes, así para el T0 posee valores atípicos a partir de 1.5 (me disgusta extremadamente). Mientras que el T3 presentó valores atípicos a partir de 4.2 (me disgusta levemente). Por tanto, este último la concentración de sus datos están entre las mejores puntuaciones evaluadas por los catadores, ya que rondan entre 5.9 (no me gusta, ni me desagrada) y 7.8 (me gusta moderadamente).

3.2.1 Prueba Kruskal-Wallis en categorías organolépticas.

Los resultados obtenidos por la prueba Kruskal-Wallis, demuestran que no hay diferencia significativa para las características organolépticas evaluadas en los quesos semi madurados, esto debido a que el *p-valor* resultantes al correr la prueba para cada variable organoléptica (Cuadro A-1, A-2, A-3, A-4 y A-5), resultó ser mayor a 0.05, por tanto, las medianas son iguales entre los tratamientos, por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula (H_0), demostrando estadísticamente que no hay diferencia significativa con un alfa de 5%. Por su parte, al evaluar los resultados del Figura 3 (Boxplot), se puede observar como el T0 y T3, presentan mejores distribuciones de las puntuaciones obtenidas por los catadores. Donde T0, es el tratamiento que no se aplicó un porcentaje de adición de AEO, mientras que el T3 se aplicó un porcentaje de adición de 5% de AEO, lo que concuerda con la investigación realizada por Chapa (2018), donde evaluaba aceite esencial de orégano en queso fresco. En este estudio el grado de aceptabilidad para color, olor y sabor de los quesos formulados con concentraciones superiores a 0.6% de aceite esencial de orégano disminuyó su aceptabilidad de parte de los catadores. Así para la concentración de 0.6% se obtuvieron puntuaciones entre 7 y 8, para los atributos organolépticos. De igual forma en la investigación realizada por Benito (2018), donde se

evaluó aceite esencia de Chachacoma, en queso tipo paria, los resultados fueron los atributos organolépticos color, olor, sabor y aspecto. Los tratamientos mejores evaluados fueron el tratamiento testigo, seguido del queso preparado con menor concentración de aceite esencial, donde a comparar los resultados obtenidos por la escala hedónica se encontraron entre la aceptabilidad de “me gusta poco”, y me gusta mucho”. Concordando con los resultados obtenidos en la investigación de este estudio de tesis, ya que los tratamientos T0 y T3, poseen puntuaciones en la escala hedónica de “no me agrada, ni me disgusta” y “me gusta moderadamente”.

Por último, en la investigación realizada por Calsin (2014), donde se evaluó aceite esencial de Salvia en queso fresco, los resultados obtenidos en las características organolépticas de sabor y olor, resalta el queso elaborado con menor concentración de aceite esencial de Salvia 0.005%, donde obtuvo evaluaciones de olor y sabor “muy bueno”, mientras que al queso elaborado con 0,015%, obtuvo una evaluación de sabor y olor “regular”.

3.3. Evaluación económica.

Para este estudio se analizaron los costos para cada tratamiento, detallando los costos de las materias primas obteniendo un subtotal, los cuales fueron comparados con los posibles ingresos generados por la venta del producto. Para ello, se tomó como referencia el precio de 1 kg de queso madurado que se consultó en el supermercado, teniendo un precio de \$16.2. Este valor se multiplicó por los kilogramos producidos por cada tratamiento, para tener los ingresos de venta. Al realizar la diferencia entre los ingresos y los egresos, que se detalla en el cuadro 1, se obtuvo el beneficio neto. En el caso del T0, posee el mayor beneficio con \$6.72 en comparación de los otros tratamientos, esto debido a que no se agregó aceite esencial de Orégano. Al contrario, el T1 que presentó déficit de \$-072, esto debido a que es el tratamiento con mayor porcentaje de dosis de aceite esencial de Orégano con 10%, mientras el T2 con un porcentaje de dosis de 7.5% de aceite esencial de Orégano presentó un beneficio de \$0.82. Por su parte, el T3 con un porcentaje de dosis de 5% presentó un beneficio de \$2.42. El que presentó el mayor beneficio luego del tratamiento testigo es el T4, con \$4.02, esto debido a que es el tratamiento con menor porcentaje de dosis de aceite esencial de Orégano con 2.5%. Por tanto, económicamente los tratamientos T3 y T4 son los que presentaron la mejor relación costo beneficio.

Cuadro 1: Determinación de la evaluación económica aplicando la metodología de costo beneficio.

Conceptos	Unidades	Valor unitario	Tratamiento				
			T0	T1	T2	T3	T4
Ingresos							
Producción	Kg		1.97	1.97	1.97	1.97	1.97
Venta de queso	Kg	\$16.2	\$31.9	\$31.9	\$31.9	\$31.9	\$31.9
Costos o Egresos							
Leche	Litros	\$0.59	\$15.00	\$15.00	\$15.00	\$15.00	\$15.00
Cuajo	ml	\$0.16	\$0.25	\$0.25	\$0.25	\$0.25	\$0.25
Cloruro	g	\$0.016	\$0.25	\$0.25	\$0.25	\$0.25	\$0.25

Aceite	ml	\$2.13	\$0.00	\$6.40	\$4.80	\$3.20	\$1.60
Sal	g	\$0.00014	\$0.05	\$0.05	\$0.05	\$0.05	\$0.05
Agua	Litros	\$0.08	\$0.25	\$0.25	\$0.25	\$0.25	\$0.25
Alcohol etílico	ml	\$0.001	\$0.00	\$0.04	\$0.041	\$0.049	\$0.043
Cultivo	g	\$0.32	\$0.38	\$0.38	\$0.38	\$0.38	\$0.38
Transporte			\$10.00	\$10.00	\$10.00	\$10.00	\$10.00
Subtotal			\$26.18	\$32.68	\$31.08	\$29.48	\$27.88
Beneficio neto parcial			\$6.72	\$-0.72	\$0.76	\$2.36	\$3.96

4. CONCLUSIONES

La utilización de diferentes dosis de aceite esencial de Orégano agregado a los quesos semi madurados mostró una tendencia efectiva contra el desarrollo de coliformes totales.

El tratamiento con mayor dosis de adición de aceite esencial de Orégano (T1), mostró una tendencia de disminución considerable en cuanto al crecimiento de mesófilos aerobios.

Según los resultados obtenidos en el análisis sensorial las concentraciones de aceite esencial de Orégano influyen en el grado de aceptabilidad de las características organolépticas evaluadas, así, el T3, resultó mejor evaluado, al igual que el testigo.

Los tratamientos que generaron mejores beneficios económicos son el T3 y T4, con una diferencia muy pequeña entre ambos, a diferencia de los otros tratamientos. El tratamiento que generó mayor beneficio neto parcial comparado con los demás tratamientos fue el tratamiento testigo (sin adición de aceite esencial de Orégano).

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda la realización de otras pruebas en donde se lleve a cabo la identificación de bacterias patógenas específicas como *Staphilococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* o *Escherichia coli* que puedan afectar la inocuidad del producto.

Realizar otras investigaciones, en quesos semi madurados con otros tipos de aceites esenciales y diferentes concentraciones, para determinar porcentajes de adición que controlen el crecimiento de microorganismo patógenos sin afectar las características organolépticas.

Se recomienda realizar investigaciones, con porcentajes de adición de aceite esencial de orégano usando de base los resultados obtenidos por el T3, que presentó los mejores resultados en las variables organolépticas y microbiológicas, y evite o controle el crecimiento microbiano y sea de agrado a los catadores.

Económicamente se recomienda el uso del aceite esencial en la elaboración de queso utilizando los menores porcentajes de dosis de adición para evitar que aumente en gran medida los costos.

Se recomienda la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) de forma que pueda garantizarse la inocuidad de los productos elaborados, así como para bloquear la incidencia de factores que puedan afectar negativamente la calidad de los productos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ANMAT (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica, AR). 2014.** Análisis microbiológico de los alimentos: Metodología analítica oficial (en línea). Consultado 19 mayo 2021. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/renaloea/docs/analisis_microbiologico_de_los_alimentos_vol_iii.pdf 60 p.
- Artega, E. 2020.** Efecto del aceite esencial de Jengibre (*Zingiber officinale*) en la aceptación de queso fresco. Tesis Ing. Chachapoyas, Perú. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. 22-23 p.
- Benito, MN. 2018.** Evaluación de la capacidad antimicrobiana, antioxidante y propiedades físicas del aceite esencial de Chachacoma (*Senecio nutans Sch.*) en queso fresco tipo paria. Tesis Ing. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 97-125 p.
- Calsin, LA. 2014.** Efecto de la adición de aceite esencial de Salvia (*lepechinia meyenii*) en la elaboración de queso fresco y su efecto bactericida sobre microorganismos presentes en leche. Tesis Ing. Arequipa, Perú. Universidad Católica de Santa María.
- Chapa, BA. 2018.** Efecto antimicrobiano del aceite esencial de Orégano (*Origanum vulgare L.*) sobre en queso fresco. *Listeria monocytogenes*. Tesis Ing. Chachapoyas, Perú. Universidad Nacional Toribio Rodriguez De Mendoza de Amazonas. 39-51 p.
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología SV). 2005.** Norma Salvadoreña, Primera actualización NSO 67.01.01:05, San Salvador SV. 10 p.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, IT). 2018.** Leche y productos lácteos. (En línea). Consultado 01 mar. 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/es/>
- Fernández-Pan, I; Royo, M., Ignacio Maté, J., 2012.** Antimicrobial activity of whey protein isolate edible films with essential oils against food spoilers and foodborne pathogens. *Journal of Food Science* 77(7); M383-90.
- Fontaneto Apoca, AR. S.f.** Defectos gasógenos provocados por microorganismos. Tesis Dr. Santa Fé, Argentina, Universidad Nacional del Litoral. 95 p.
- ISO (International Standard Organization). 2013.** Recuento de colonias mesofilas en profundidad. Norma 4833-1:2013. 23 p.
- Mejía-López, A; Herrera, B; Salazar, M; Rojas, F; Gavin, V; Escobar, J. 2017.** Tomillo (*Thymus vulgaris*) como agente antimicrobiano en la producción de queso fresco.(En línea). Consultado el 12 abr. 2021. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6145604.pdf>
- Montgomery D. 2004.** Diseños y análisis de experimentos. 2ed. Distrito Federal, México. Grupo Noriega Editores. 108p.
- Morales, A. 2015.** Efecto Antimicrobiano del Aceite Esencial del tomillo (*Thymus vulgaris*) sobre la contaminación de *Listeria monocytogenes* en queso Ricotta. Tesis Msc. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 1-101 p.
- Narváez Guillén, BL; Cruz Hernández, MA; Hernández Centeno, F; Flores Verastegui, MI; Martínez Vásquez, DG; Rangel Ortega, SC. 2017.** Selección de bacterias ácido lácticas del queso artesanal de leche de cabra de Coahuila para su uso como cultivos iniciadores. *Revista Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 25(72): 45-52.
- NSO (Normativa Obligatoria Salvadoreña, SV). 2007.** NSO 67.01.04:06 para quesos no madurados. (en línea). Consultado 07 feb 2020. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.sv/images/stories/varios/NORMAS/LACTEOS/NSO67.01.04.06%20QUESOS%20NO%20MADUROS.pdf>
- Ramírez Ramírez, JC; Rosas Ulloa, P; Velásquez González, MY; Ulloa, JA; Arce Romero, F. 2011.** Bacterias lácticas: importancia en alimentos y sus efectos en la

salud. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Nayarit, México, Universidad Autónoma de Nayarit. 16 p.

Torres Rivera, T; Sorto Álvarez, MR. 2003. Aplicación de la estadística al análisis químico. Tesis Msc. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. 475 p.

SC (Superintendencia Competencia de El Salvador). 2010. Estudio sobre condiciones de competencia del sector de quesos en El Salvador (en línea). Consultado 17 set. 2020. Disponible en: https://www.sc.gob.sv/wp-content/uploads/estudios_IE/estudios_PDF/Estudio_Quesos.pdf

UTN (Universidad Técnica Nacional, CR). S. f. Elaboración de productos lácteos: queso semimaduro.

Vásquez, I. 2010. Elaboración de queso Andino Facultad de Ciencias Agropecuaria. Escuela Académico Profesional: Ingeniería Agroindustrial Huamachuco. Perú. 78 p.

7. ANEXOS

Cuadro A- 1: Prueba de Kruskal Wallis para variable olor.

Prueba de Kruskal Wallis							
Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Olor	Tra0	20	7,00	1,30	8,00	3,16	0,4861
Olor	Tra1	20	7,15	1,04	7,50		
Olor	Tra2	20	6,40	1,70	7,00		
Olor	Tra3	20	7,00	0,86	7,00		
Olor	Tra4	20	6,50	1,70	7,00		

Cuadro A- 2: Prueba de Kruskal Wallis para variable color.

Prueba de Kruskal Wallis							
Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Color	Tra0	20	7,30	1,13	7,50	1,97	0,7027
Color	Tra1	20	7,45	1,05	8,00		
Color	Tra2	20	7,10	1,29	7,00		
Color	Tra3	20	7,35	1,18	8,00		
Color	Tra4	20	7,00	1,26	7,00		

Cuadro A- 3: Prueba de Kruskal Wallis para variable sabor.

Prueba de Kruskal Wallis							
Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Sabor	Tra0	20	7,30	1,30	8,00	4,89	0,2684
Sabor	Tra1	20	6,70	1,42	6,50		
Sabor	Tra2	20	6,55	1,85	7,00		
Sabor	Tra3	20	7,15	1,31	7,00		
Sabor	Tra4	20	6,45	1,76	7,00		

Cuadro A- 4: Prueba de Kruskal Wallis para variable aspecto.

Prueba de Kruskal Wallis							
Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Aspecto	Tra0	20	7,60	1,05	8,00	3,15	0,4841
Aspecto	Tra1	20	7,30	1,22	8,00		
Aspecto	Tra2	20	7,05	1,10	7,00		
Aspecto	Tra3	20	7,25	1,29	7,00		
Aspecto	Tra4	20	6,95	1,47	7,00		

Cuadro A- 5 Prueba de Kruskal Wallis para variable textura.

Prueba de Kruskal Wallis							
Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Textura	Tra0	20	7,50	1,70	8,00	6,71	0,1253
Textura	Tra1	20	7,50	1,24	8,00		
Textura	Tra2	20	7,40	1,39	7,50		
Textura	Tra3	20	7,20	1,47	7,50		
Textura	Tra4	20	6,35	1,87	7,00		