



*Determinación de propiedades antimicrobianas y termofísicas en un producto cárnico con adición del hidrolato de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y tomillo (*Thymus vulgaris*)*

*Determination of antimicrobial and thermophysical properties in a meat product with the addition of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris*) hydrolate*

*Determinação das propriedades antimicrobianas e termofísicas em um produto cárneo com a adição de hidrolato de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e tomilho (*Thymus vulgaris*)*

Martha Cecilia Alcívar-Bazurto ^I
malcivar4810@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6864-3158>

Plinio Abelardo Vargas-Zambrano ^{II}
fmendoza@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2152-7317>

Gerardo José Cuenca-Nevárez ^{III}
gerardo.cuenca@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1128-3013>

Maritza Viviana Talledo-Solórzano ^{IV}
vivyger@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5735-9490>

Correspondencia: malcivar4810@utm.edu.ec

Ciencias de la salud
Artículo de revisión

***Recibido:** 26 de enero de 2021 ***Aceptado:** 20 de febrero de 2021 * **Publicado:** 11 de marzo de 2021

- I. Ingeniero Químico, Instructor de Seguridad Alimentaria - NTE INEN 2 460: 2008, Estudiante de la Maestría en Ingeniería Química, Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Magister en Enseñanza del Idioma Ingles, Ingeniero en Alimentos, Licenciado en Ciencias de la Educación Especialidad Ingles, Facultad de Ciencias Zootécnicas, Departamento de Producción, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- III. Biólogo Marino, Magister en Gestión y Auditorías Ambientales Especializado en Gestión Integral del Agua y Contaminación Marina, Facultad de Ciencias Zootécnicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- IV. Ingeniera en industrias Agropecuarias, Candidata a Magister en Zootecnia: Mención Producción Ganadera Sostenible, Facultad de Ciencias Zootécnicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

Resumen

La investigación tuvo como objetivo determinar las propiedades antimicrobianas y termofísicas en un producto cárnico con adición del hidrolato de romero y tomillo en diferentes concentraciones. Se aplicaron cuatro tratamientos TO (testigo), T1 (hidrolato de romero), T2 (hidrolato de tomillo) y T3 (hidrolato de romero y tomillo) frente a *Staphylococcus aureus*. Se extrajeron los hidrolatos de romero y tomillo por arrastre de vapor de agua. Se evaluó las propiedades termofísicas la misma que se efectuó por inmersión de agua durante una hora. Se evaluó la vida anaquel de los productos cada 7 días, adicional a ello se efectuó la inoculación utilizando el Agar Estafilococo 110 para comparar el comportamiento de *Staphylococcus aureus*. Adicional a ello se efectuó una evaluación cualitativa durante las semanas que se efectuó la evaluación de la vida anaquel la que estuvo conformada por 10 catadores profesionales y al final del desarrollo de la investigación una valoración cuantitativa. Los resultados de la evaluación termofísica dieron como resultado que a los 60 °C se presentó la distribución de la temperatura en el producto. Las propiedades microbiológicas presentaron resultados favorables en cada tratamiento hasta la octava semana con un total de 7,00 a UFC/g (T0), 3,00 b UFC/g (T1), 5,00 c UFC/g (T2) y 4,00 d UFC/g (T3). Los resultados de la vida anaquel durante cada una de las semanas fueron valorados como me gusta mucho para cada tratamiento, en tanto en la evaluación cuantitativa se presentaron resultados favorables en tratamiento T3 en comparación con el tratamiento testigo. Se concluye que la utilización de hidrolatos de romero y tomillo se puede usar como conservantes naturales en mortadelas.

Palabras clave: Antimicrobianas; inhibición; hidrolato; mortadela; propiedades termofísicas.

Abstract

The research aimed to determine the antimicrobial and thermophysical properties of a meat product with the addition of rosemary and thyme hydrolate in different concentrations. Four treatments TO (control), T1 (rosemary hydrolate), T2 (thyme hydrolate) and T3 (rosemary and thyme hydrolate) were applied against *Staphylococcus aureus*. The rosemary and thyme hydrolates were extracted by steam stripping. The thermophysical properties were evaluated the same as that carried out by immersion in water for one hour. The shelf life of the products was evaluated every 7 days, additionally inoculation was carried out using *Staphylococcus* Agar 110 to compare the behavior

of *Staphylococcus aureus*. In addition to this, a qualitative evaluation was carried out during the weeks that the evaluation of the shelf life was carried out, which was made up of 10 professional tasters and at the end of the development of the research a quantitative evaluation. The results of the thermophysical evaluation gave as a result that at 60 ° C the temperature distribution in the product was presented. The microbiological properties presented favorable results in each treatment until the eighth week with a total of 7.00 a CFU / g (T0), 3.00 b CFU / g (T1), 5.00 c CFU / g (T2) and 4.00 d CFU / g (T3). The results of the shelf life during each of the weeks were valued as I like very much for each treatment, while in the quantitative evaluation favorable results were presented in T3 treatment compared to the control treatment. It is concluded that the use of rosemary and thyme hydrolates can be used as natural preservatives in mortadelas.

Keywords: Antimicrobial; inhibition; hydrolate; mortadella; thermophysical properties.

Resumo

O objetivo da pesquisa foi determinar as propriedades antimicrobianas e termofísicas de um produto cárneo com adição de hidrolato de alecrim e tomilho em diferentes concentrações. Quatro tratamentos TO (controle), T1 (hidrolato de alecrim), T2 (hidrolato de tomilho) e T3 (alecrim e hidrolato de tomilho) foram aplicados contra *Staphylococcus aureus*. Os hidrolatos de alecrim e tomilho foram extraídos por vaporização. As propriedades termofísicas foram avaliadas da mesma forma que aquelas realizadas por imersão em água por uma hora. A vida útil dos produtos foi avaliada a cada 7 dias, além da inoculação com *Staphylococcus Agar 110* para comparar o comportamento do *Staphylococcus aureus*. Além disso, foi realizada uma avaliação qualitativa durante as semanas em que foi realizada a avaliação do prazo de validade, que foi composta por 10 provadores profissionais e ao final do desenvolvimento da pesquisa uma avaliação quantitativa. Os resultados da avaliação termofísica deram como resultado que a 60 ° C a distribuição da temperatura no produto foi apresentada. As propriedades microbiológicas apresentaram resultados favoráveis em cada tratamento até a oitava semana com um total de 7,00 a UFC / g (T0), 3,00 b UFC / g (T1), 5,00 c UFC / g (T2) e 4,00 d UFC / g (T3). Os resultados da vida de prateleira durante cada uma das semanas foram avaliados porque gosto muito de cada tratamento, enquanto na avaliação quantitativa foram apresentados resultados favoráveis no tratamento T3 em relação ao tratamento controle. Conclui-se que o uso de hidrolatos de alecrim e tomilho pode ser utilizado como conservante natural em mortadelas.

Palavras-chave: Antimicrobial; inibição; hidrolato; mortadela; propriedades termofísicas.

Introducción

En los últimos años la industria de los alimentos ha presenciado diversos cambios importantes encaminados a la búsqueda de nuevas alternativas de producción que satisfagan las necesidades de la demanda actual de consumidores (Jácome, et al., 2018). Este escenario genera a la vez una gran oportunidad y un gran desafío para la industria alimentaria sobre la cual recae la responsabilidad de responder a la creciente demanda por alimentos funcionales (Illanes, 2015), además de cumplir con los requisitos de inocuidad, que sean saludables (Calvo, et al., 2016).

La producción de embutidos en los últimos años ha presenciado diversos cambios que ha involucrado la aplicación de diversas materias primas que de una u otra manera permitan reducir el uso de productos sintéticos que por el prolongado consumo puedan presentar efectos secundarios sobre la salud de los consumidores (Olmedilla y Jiménez, 2014). En el Ecuador la industria Cárnica ha presenciado diversos cambios encaminados a mejorar significativamente la calidad del producto final, lo que ha sido acompañado de la utilización de nuevas materias primas como una alternativa que busca integrar en los mercados productos cárnicos de calidad (Peña, Méndez, Guerra, y Peña, 2015; Ayala, López, y Espinoza, 2017).

Las propiedades termofísicas de los alimentos permiten efectuar un diseño, análisis, evaluación y optimización de las operaciones de transferencias de calor con el objetivo de mejorar la utilización de los recursos energéticos durante este proceso, además de mantener la calidad y seguridad de los materiales elaborados (Vargas, Arteaga, Riera, y Cruz, 2020). Los procesos de cocción y enfriamiento de los productos cárnicos dependen directamente de la transferencia de calor a través del producto, proceso en el cual se desarrollan una serie de interacciones químicas entre la grasa y el agua lo que permite una mayor estabilidad en la emulsión. Entre estas propiedades se incluyen el calor específico, conductividad térmica y difusividad térmica, que se relacionan a su vez con la densidad. (Soto, Valera, Hernández, Güemes, y Ayala, 2016; Tirado, Torres, Acevedo, Barrios, y Montero, 2016)

El uso de conservantes químicos como los nitritos y nitratos en la elaboración de productos cárnicos ha sido necesaria por las funciones antimicrobianas y por la coloración rosada que estos le otorgan a los embutidos, y aunque sus usos se encuentren justificados son considerados como

una problemática de tipo toxicológico, además, de dar origen a compuestos cancerígenos denominados nitrosaminas (Ayala, García, Sanchez, Jiron, y Espinoza, 2016).

En la actualidad se ha investigado sobre la utilización de conservantes naturales en los cuales se ha evaluado el comportamiento antimicrobiano y antioxidante en diferentes materias primas ya sean estas de origen vegetal o animal (Hugo y Hugo, 2015), considerándose como una poderosa herramienta que permite alargar la vida útil de la carne y productos cárnicos (Martínez, Nieto, y Ros, 2020). Son diversas las hierba y especias que presentan actividad antimicrobiana; entre las más comunes se encuentran el ajo, tomillo, romero, anís, canela, laurel, jengibre, cebollino, cilantro, clavo, etc. (Prior, 2020).

El romero (*Rosmarinus officinalis* L.), es una planta con propiedades antioxidantes y principios activos beneficiosos para la salud (Tacca, Macedo, & Aquino, 2016). Investigaciones realizadas con aceite esencial de romero demuestran efectos antimicrobianos contra los Gram-negativos, Gram-positivos y microorganismos resistentes como *Porphyromonas gingivalis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans*, etc (Bonilla, et al., 2016; Dentone y Morales, 2017; Proaño, Urresta, y Racines, 2017).

Las especies de tomillo (*Thymus vulgaris*), son bien conocidas como plantas medicinales porque de sus propiedades biológicas y farmacológicas, que incluyen antiasmático, antiséptico, antimicótico, espasmolítico, actividades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes (El Abed, y otros, 2014). En cuanto a la utilización del aceite esencial de tomillo investigaciones demuestra actividad antimicrobiana en cepas de *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* y *Propionibacterium acnes* y propiedades antifúngicas, antioxidante sobre productos procesados (masa de yuca, pimiento, etc.) (Valderrma, Algecira, y Albaracín, 2016; Mejía, et al., 2017; Montero, Mira, Avilés, Pazmiño, y Erazo, 2018).

La presente investigación se realizó con el objetivo de determinar las propiedades antimicrobianas y termofísicas en un producto cárnico con adición del hidrolato de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y tomillo (*Thymus vulgaris*) en diferentes concentraciones.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de cárnicos de Universidad Técnica de Manabí Facultad de Ciencias Zootécnicas Extensión Chone ubicada en la vía Chone-Boyacá, sitio las animas Km 1 ½. La extracción de los hidrolatos se la desarrollo en el laboratorio de análisis de alimentos de la misma facultad.

Extracción del Hidrolato de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y tomillo (*Thymus vulgaris*).

Para la extracción del hidrolato se utilizaron tallos y hojas del romero y tomillo las cuales fueron tratadas mediante un sistema de extracción por arrastre de vapor de agua con la utilización del equipo de hidrodestilación Clevenger, el mismo que separa los aceites esenciales de los hidrolatos. El equipo fue instalado siguiendo los protocolos aplicados por Rodriguez (2019) para la extracción de los hidrolatos, se coloca el balón sobre una manta calefactora con capacidad de calentamiento de hasta 450 °C (Marca Nohilta, serie 655. 5000 ML, origen Europeo) y posterior a ello se coloca la trampa de Clevenger y se sostiene con pinzas la boca que conecta el refrigerante. Se colocan las mangueras al refrigerante con una bomba de circulación de agua fría a 3 °C.

La obtención de los hidrolatos se la efectuó por separado utilizando una relación de 60:600, (60 g de hojas y tallos de romero y tomillo más 600 ml de agua destilada), se agita y se coloca en la fuente de calor a 450 °C, iniciada el proceso de ebullición se procedió a disminuir la temperatura hasta que la solución se estabilizó, 5 minutos después se obtuvo la primera gota de hidrolato, posterior a ello se obtuvo 10 ml de hidrolato cada 5 minutos. Este proceso se lo efectuó por un tiempo de 2 horas en donde se obtuvo un total de 200 ml de hidrolato de romero y 200 ml de hidrolato de tomillo, los cuales fueron colocados en un matraz aforado con tapón previamente esterilizados y rotulado, posterior a ello cada uno de los envases fueron cubiertos con papel aluminio y colocados en refrigeración a 4 °C.

Diseño experimental

Para el desarrollo de la investigación se aplicó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones para cada uno de los tratamientos. Se aplicaron cuatro tratamiento distribuidos de la siguiente manera: T0 (Control), T1 (Sustitución del nitrito de sodio con 50 ml de hidrolato de romero), T2 (Sustitución del nitrito de sodio con 50 ml de hidrolato de tomillo) y T3 (Sustitución de nitrito por 25 ml de hidrolato de romero y 25 ml de hidrolato de tomillo) (Tabla 1).

Tabla 1: Tratamiento añadido como conservante a cada Mortadela

Hidrolatos	Tratamientos			
	T0	T1	T3	T4
Hidrolato de romero		50,00 ml		
Hidrolato de tomillo			50,00 ml	
Hidrolato de romero + tomillo				25,00 ml + 25,00 ml

Elaboración de la mortadela con el hidrolato de romero y tomillo como conservantes naturales. Se elaboró la mortadela siguiendo los procedimientos establecidos en el diagrama de flujo (gráfico 1). Se utilizó como materia carne magra de bovino, carne magra de porcino y grasa dorsal de porcino las cuales fueron obtenidas de reses higiénicamente faenadas y cumpliendo el proceso de maduración obtenidas de la cooperativa Agropecuaria Chone limitada, como materias primas no cárnicas harina agua helada, sal, fosfato, GSM (glutamato monosódico), ácido ascórbico, pimienta blanca, pimienta negra, orégano, ajo, cebolla, canela, nuez moscada y color los cuales fueron obtenidas en el “Almacén Chimborazo” en la ciudad Riobamba, Ecuador, el conservante se añadió según lo especificado en la tabla 2.

Tabla 2: Descripción de la cantidad de materia prima utilizada para cada tratamiento.

Pasta base	TRATAMIENTOS							
	T0		T1		T2		T3	
Ingredientes	%	g	%	g	%	g	%	g
Carne magra de bovino	26,04	1302,00	25,78	1302,00	25,78	1302,00	25,78	1302,00
Carne magra de porcino	31,84	1592,00	31,53	1592,00	31,53	1592,00	31,53	1592,00
Grasa dorsal de porcino	17,36	868,00	17,19	868,00	17,19	868,00	17,19	868,00
Harina	4,82	241,00	4,77	241,00	4,77	241,00	4,77	241,00
Agua helada	16,40	820,00	16,24	820,00	16,24	820,00	16,24	820,00
sal	1,94	97,00	1,92	97,00	1,92	97,00	1,92	97,00
Nitrito de sodio	0,0125	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hidrolato de romero (ml)	0,00	0,00	0,99	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hidrolato de tomillo (ml)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	50,00	0,00	0,00
Hidrolato de tomillo/romero (ml)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	50,00
Fosfato	0,28	14,00	0,28	14,00	0,28	14,00	0,28	14,00
GSM	0,10	5,00	0,10	5,00	0,10	5,00	0,10	5,00

Ácido Ascórbico	0,06	3,00	0,06	3,00	0,06	3,00	0,06	3,00
Pimienta blanca	0,10	5,00	0,10	5,00	0,10	5,00	0,10	5,00
Pimienta negra	0,05	2,50	0,05	2,50	0,05	2,50	0,05	2,50
Orégano	0,14	7,00	0,14	7,00	0,14	7,00	0,14	7,00
Ajo	0,20	10,00	0,20	10,00	0,20	10,00	0,20	10,00
Cebolla	0,30	15,00	0,30	15,00	0,30	15,00	0,30	15,00
Canela	0,14	7,00	0,14	7,00	0,14	7,00	0,14	7,00
Nuez moscada	0,20	10,00	0,20	10,00	0,20	10,00	0,20	10,00
Color (ml)	0,02	1,20	0,02	1,20	0,02	1,20	0,02	1,20
TOTAL	100	4999,70	100	5049,70	100	5049,70	100	5049,70

La preparación del producto se realizó de acuerdo al orden de los tratamientos siguiendo los siguientes procedimientos: Trocear la carne (segmentos: 5 - 10 cm) y grasa (segmentos: 1 - 3 cm) a través de procedimientos manuales con la utilización de cuchillos; posteriormente se procedió con la molienda de la carne en un molino de carne Industrial En Acero Inoxidable (QS630 Big Food, Ecuador) con un disco de 7 mm de diámetro y para la grasa disco de 9 mm de diámetro; se coloca la carne en el cúter industrial (QS620 Big Food, Ecuador), agregando sal, fosfatos, hidrolatos según el tratamiento de la (Tabla 1), agua helada (50%) especias, condimentos, glutamato monosódico, ácido ascórbico, después de un minuto se adicionó la harina y agua helada restante; se prepararon las tripas sintéticas de forma cilíndrica y se colocaron en la embudadora manual (SF series manual, SF-8, Ecuador); se relleno y se procedió a amarrar; se escaldó a 75 °C durante 1 horas; después se colocaron en agua fría; el almacenamiento fue en refrigeración a 4 °C. La cocina fue llevada fuera por inmersión en agua caliente en una marmita con doble fondo con un control de temperatura del agua se empleó para esto, el proceso se realizó por convección natural.

Durante la cocción, la temperatura en la térmica centro del producto fue medido por medio de un termómetro de aguja (Checktemp HI, Hanna Instrumentos Ltda., Bedfordshire, Reino Unido). La forma de los productos era cilíndrica con 6 cm de diámetro y 25 cm de longitud y una masa de 1 kg. El producto fue relleno en una tripa sintética para mortadela.

Evaluación de las propiedades termofísicas

La cocción de las mortadelas se la efectuó por inmersión en agua caliente con una temperatura de 75 °C por una 1 hora. La temperatura inicial de las mortadelas fue de 10 °C.

La evaluación de la transferencia de calor se la efectuó aplicando la siguiente ecuación:

$$\rho C_P \frac{\partial T}{\partial t} = k \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right)$$

Fuente: (Alvis, Caicedo y Peña, 2012).

dónde: ρ , densidad; C_P , capacidad térmica específica; k conductividad térmica.

Para la solución de la ecuación se utilizó el programa Matlab 8.2, versión R2013b (MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, USA, 2013), utilizando la herramienta Toolbox que permite la solución de ecuaciones diferenciales. Los resultados de los perfiles se los obtuvo en gráficos de 2D y 3D.

Inoculación del estafilococo aureus en las muestras de mortadelas con el hidrolato de romero y tomillo

Se determinó la calidad microbiológica del parámetro estafilococos utilizando el Agar Estafilococo 110 (marca Difco, Estados Unidos) siguiendo los procedimientos establecidos en la norma técnica ecuatoriana INEN 1529:2013. Estos procedimientos se lo realizo hasta los 50 días. Se inició colocando un mililitro de inóculo bacteriano (104 UFC/mL de *Staphylococcus aureus*) en bolsas de empaques al vacío previamente esterilizadas para cada uno de los tratamientos estudiados. El inóculo de *S. aureus* se lo colocó las colonias de este cultivo en tubos de TBS hasta que se alcanzó la turbidez visual de 0.5 en la escala de McFarland, siendo este indicador de que la población microbiana es de aproximadamente de 10⁸ UFC/mL. La mezcla fue diluida cuatro veces con el fin de alcanzar una concentración final de 10⁴ bacterias/mL.

Posterior a ello las mezclas fueron homogenizadas con la utilización de equipo homogeneizador (marca Seward modelo Stomacher® 400 Circulator, Reino Unido) por un tiempo de 5 minutos; consecutivamente se sellaron las muestras al vacío y se almacenaron a una temperatura de 4 °C para posteriormente efectuar una evaluación cada 7 días(1, 7, 14), hasta alcanzar la octava semana. Para cada uno de los tratamientos se aplicaron tres replicas.

Comportamiento durante el almacenamiento (vida de anaquel).

Las mortadelas con los diferentes tratamientos se almacenaron en una cámara a 4 °C, realizándose evaluaciones de este al terminar la elaboración y posterior a ello cada 7 días después (1, 7, 14 y así sucesivamente). Las evaluaciones se las realizó con un panel conformado por 7 jueces entrenados mediante la prueba de valoración cuantitativa considerando como variables de respuestas color, olor, sabor y textura, para ello se diseñó una ficha en donde se estipulo una valoración de 1 al 8 con los niveles de aceptación como se describe en la tabla 1. Las evaluaciones se las realizó con la mortadela cruda, las cuales fueron cortados y colocadas en platillos desinfectados para posteriormente ser evaluadas organolépticamente. Para evaluar el efecto antimicrobiano en las pruebas realizadas en los diferentes tratamientos los jueces al momento de testear corrían el riesgo del peligro microbiano que se corría al momento de probar, los jueces estuvieron de acuerdo de asumir el riesgo.

Tabla 3: Grado de aceptación

Valor	Muestra del grado de aceptabilidad
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta poco
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

Se obtuvieron muestras redondas con un grosor de 1 cm y un peso de 20 g a las cuales se les realizó un análisis microbiológico según la norma técnica ecuatoriana INEN 1338:2016 para mortadelas, específicamente para el microorganismo *Estafilococcus aureus*. Cada 7 días de evaluación se realizó pruebas microbiológicas de cada uno de los tratamientos hasta que estos presentaran defectos en sus características organolépticas.

Evaluación sensorial

Las características sensoriales de olor, color, sabor y calidad general de la mortadela cruda, se evaluaron mediante pruebas organolépticas. Se determinó la aceptabilidad del producto a través de análisis sensorial mediante una escala continua del 0 al 8, siendo cero la más baja y 8 la

calificación más alta. Esto se lo realizó una vez terminada la evaluación de vida anaquel del producto. Esta evaluación se utilizó un total de 7 catadores profesionales.

Adicional a ello se realizó una prueba de aceptación o rechazo con 30 personas que realizaron la evaluación sensorial, en este se consideró la aceptación o rechazo del mejor tratamiento

Análisis estadístico

La evaluación de los resultados de la inoculación y vida anaquel se la represento utilizando estadística inferencial en donde se aplicó análisis de ANOVA de un factor para cada uno de los tratamientos mediante la prueba de homogeneidad para cada una de las variables

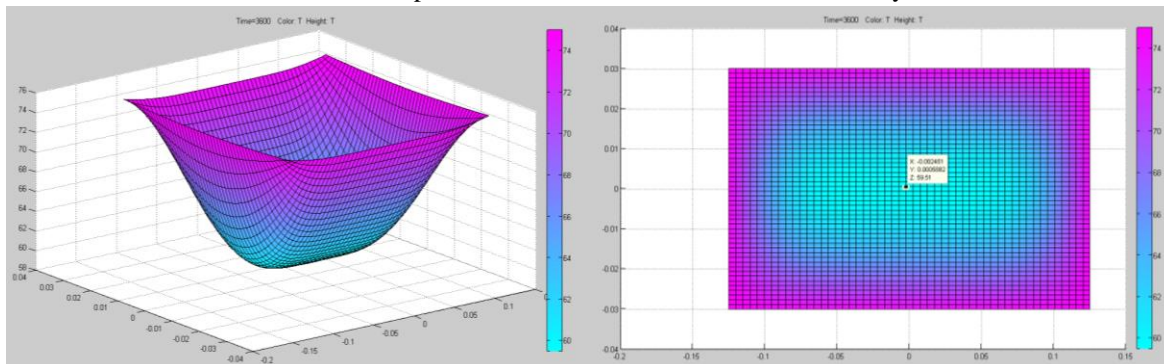
Los resultados de las pruebas de aceptación y rechazo fueron representados por medio de la aplicación de estadística descriptiva (frecuencia, frecuencia relativa, porcentaje y frecuencia relativa acumulada).

El procesamiento y análisis de los resultados de la calidad microbiológica y características sensoriales de la mortadela, se aplicó un análisis de varianza mediante ANOVA con corrección post-hoc mediante la prueba Tukey; para determinar si existe o no diferencias significativas entre los tratamientos; se utilizó un nivel de confianza del 95%.

Resultados y discusión

Se realizaron cada uno de los análisis sensoriales y microbiológicos de cada uno de los tratamientos en los que se incluyó el romero y tomillo como agentes antimicrobianos en las mortadelas. Así como la evaluación de las propiedades termofísicas de la mortadela.

Gráfico 1: Propiedades termofísicas de la mortadela en 2D y 3D.



El gráfico 1 muestra la simulación de la distribución de las propiedades termofísicas de la mortadela durante el proceso de escaldado efectuado a una temperatura de 75 °C durante el tiempo de una hora. En el gráfico se observa que la mortadela al alcanzar los 60 °C empieza a obtener una distribución de la temperatura hasta que llega a temperatura de 75 °C donde se mantiene la temperatura. Vargas et al., (2020) menciona que estas estimaciones son de interés para investigar los posibles causas del deterioro de los compuestos bioactivos presentes en el producto, además de identificar el tiempo y temperatura exacta dentro de los procesos de cocción de un producto (Ortega-Quintana, Pérez-Sierra, Tarrá-Lozano, y López-Acosta, 2017). Los valores del coeficiente pelicular de transferencia de calor para las condiciones de operación fue de 497 W/m².K.

Tabla 4: Evaluación del contenido de *Estafilococos aureus* UFC/g en la mortadela durante la etapa de inoculación

Semanas	Tratamientos				Sig. Tukey	C.V.	D.E.	Rango Min.	Rango Max.
	T0	T1	T2	T3					
S_1	0,00 a	0,00 a	1,00 b	1,00 b	<0,0001	1,15	±0,52	1,0 x 10 ³	1,0 x 10 ⁴
S_2	0,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	<0,0001	0,77	±0,45		
S_3	0,00 a	1,00 b	2,00 b	1,00 c	<0,0001	0,58	±0,74		
S_4	1,00 a	1,00 a	2,00 b	2,00 b	<0,0001	0,38	±0,52		
S_5	1,00 a	1,00 a	2,00 b	2,00 b	<0,0001	0,38	±0,52		
S_6	1,00 a	2,00 b	3,00 c	3,00 c	<0,0001	0,26	±0,87		
S_7	5,00 a	2,00 b	3,00 b	3,00 c	<0,0001	0,15	±1,14		
S_8	7,00 a	3,00 b	5,00 c	4,00 d	<0,0001	0,09	±1,54		

^{a, b, c} medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

S: semanas; T: tratamientos; C.V: coeficiente de variación. Max: máximo; Min: Mínimo.

La tabla 4 muestra el contenido de *Estafilococos aureus* (UFC/g) en la mortadela durante la etapa de inoculación; durante cada una de las semanas se obtuvo diferencias significativas entre cada uno de los tratamientos. Durante la primera semana se presentó un total de 1 UFC/g para los tratamientos T2 y T3, en tanto que el tratamiento testigo y el T1 no presentaron ningún UFC/g. Consecutivamente se muestra un incremento durante cada una de las semanas en que se desarrolló la investigación alcanzado hasta la octava semana un promedio para el tratamiento testigo de 7 UFC/g, T1 3 UFC/g, T2 5 UFC/g y T3 4 UFC/g sin embargo, estos se mantienen dentro de los rangos permitidos por la NTE INEN 1338:2012/Enmienda1.

Estudios realizados por Filippo, et al., (2016) al utilizar aceite esencial de tomillo y romero en concentraciones de 0,025% y 0,05% en cepas de *L. monocytogenes* en mortadelas italianas

obtuvieron un contenido de 2,29 log UFC/g y 2,79 log UFC/g en comparación con el tratamiento control el cual presento un total de 5,31 hasta los 30 días de desarrollad la investigación; estos resultados conducen a que la combinación del tomillo y romero puede usarse para el control microbiológico en bacterias; además de que las medias documentadas se encuentran cercanos a los obtenidos en esta investigación (tabla 2).

Tofiño, Ortega, Herrera, Fragoso, y Pedraza (2017), al evaluar aceite esencial de tomillo en la elaboració de chorizo muestra que hasta los 24 días de desarrollada la investigación no presentó *S. aureus* en 10 gramos lo que muestra efectividad durante estos procesos.

Tabla 5: Evaluación del contenido de *Estafilococos aureus* UFC/g en la mortadela durante la vida anaquel

Semanas	Tratamientos				Sig. Tukey	C.V.	D.E.	Rango Min.	Rango Max.
	T0	T1	T2	T3					
S_1	0 a	0 a	0,97 b	1,68 c	<0,0001	0,76	±	1,0 x 10 ³	1,0 x 10 ⁴
S_2	1,01 a	1,01 a	1,34 c	1,08 b	<0,0001	0,64	±		
S_3	1,01 a	1,01 a	2,01 c	1,15 b	<0,0001	0,55	±		
S_4	1,01 a	1,01 a	2,01 c	1,34 b	<0,0001	0,70	±		
S_5	1,01 a	1,01 a	2,01 c	1,47 b	<0,0001	0,68	±		
S_6	1,01 a	1,01a	2,67c	1,79 b	<0,0001	0,58	±		
S_7	6,01 d	2,34 a	5,01 c	3,91 b	<0,0001	0,22	±		
S_8	9,01 d	4,01 a	7,67 c	5,53 b	<0,0001	0,11	±		

^{a, b, c} medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

S: semanas; T: tratamientos; C.V: coeficiente de variación. Max: máximo; Min: Mínimo.

Al evaluar el comportamiento microbiológico en *Estafilococos aureus* de cada uno de los tratamientos con la utilización del romero y tomillo como agentes antimicrobianos en mortadelas los resultados presentaron diferencias significativas entre cada uno de ellos durante las 8 semanas en que se evaluó la vida anaquel de los tratamientos en estudio.

Durante las seis primeras semanas los resultados en el tratamiento control (T0) presento la menor presencia de *Estafilococos aureus* en la mortadela en comparación con los tratamientos que incluían al romero y tomillo, no obstante los valores se encuentran dentro del rango estipulado por la NTE INEN 1338:2012/Enmienda 1, en donde se estipula un rango mínimo de 1,0 x 10³ y un máximo de 1,0 x 10⁴.

En la semana siete al comparar el tratamiento control (T0) con los demás tratamientos los resultados de *Estafilococos aureus* en la mortadela fueron favorables para los tratamientos que contenían romero y tomillo y la combinación de los dos hidrolatos, los cuales fueron inferiores a

los documentados en el tratamiento testigo el cual mostró un total de 9,01 UFC/g. sin embargo se encuentra dentro del rango establecido en la NTE INEN 1338:2012/Enmienda 1.

La utilización de hidrolatos de romero y tomillo como conservantes no se encuentra ampliamente documentados, sin embargo, se documenta el uso de aceites esenciales sobre productos cárnicos y otros productos con excelentes resultados sobre la presencia de *Staphylococcus aureus* y otros microorganismos (Mejía, et al., 2017; Montero-Recalde, Mira, Avilés-Esquivel, Pazmiño-Miranda y Erazo-Gutiérrez, 2018; Orozco, Coloma, Salgado, Flores, y Rodríguez, 2018).

Investigaciones realizadas por Vergara, Cueva, Loor, Pomagualli y López, (2016), al utilizar romero y aceite de oliva en diferentes combinaciones como conservantes naturales en mortadelas evidencian excelentes resultados en cuanto a su acción contra microorganismos tales como *A. mesófilos*, *E. coli*, *Salmonellas sp* al utilizar 0,030 kg de aceite de oliva y 0,120 kg de romero en una formulación en base 6,218 kg, el cual muestra resultados inferiores a 3 UFC/25g, siendo estos los más aceptables por la norma utilizada esta investigación.

Tabla 6: Evaluación de la vida anaquel de la mortadela con los diferentes tratamientos

Ttos	Sem.	Color	Olor	Sabor	Sig. Tukey	Ttos.	Sem	Color	Olor	Sabor	Sig. Tukey
T0	S_1	7	7	7	NS	T2	S_1	7	7	7	NS
	S_2	7	7	7	NS		S_2	7	7	7	NS
	S_3	7	7	7	NS		S_3	7	7	7	NS
	S_4	7	7	7	NS		S_4	7	7	7	NS
	S_5	7	7	7	NS		S_5	7	7	7	NS
	S_6	7	7	7	NS		S_6	7	7	7	NS
	S_7	7	7	7	NS		S_7	7	7	7	NS
	S_8	7	7	7	NS		S_8	7	7	7	NS
T1	S_1	7	7	7	NS	T3	S_1	7	7	7	NS
	S_2	7	7	7	NS		S_2	7	7	7	NS
	S_3	7	7	7	NS		S_3	7	7	7	NS
	S_4	7	7	7	NS		S_4	7	7	7	NS
	S_5	7	7	7	NS		S_5	7	7	7	NS
	S_6	7	7	7	NS		S_6	7	7	7	NS
	S_7	7	7	7	NS		S_7	7	7	7	NS
	S_8	7	7	7	NS		S_8	7	7	7	NS

Sem. Semana; Ttos: tratamientos; NS: no significativos; Sig: Significación; T: Tratamientos.

La tabla 6 detalla los valores obtenidos durante la evaluación de la vida anaquel del producto durante las 8 semanas. Los resultados otorgados por los 7 catadores mencionaron que cada uno de los productos cumplían con los requisitos organolépticos para este tipo de productos, calificando con una puntuación de siete a cada uno de los tratamientos centrándolo en el rango de calificación de me gusta mucho. Estos resultados se deben directamente a las características sensoriales que otorgan las materias primas utilizadas en la investigación.

Tabla 7: Evaluación sensorial

TTO	Color	Olor	Sabor	Apariencia general
T0	7,90 a	7,50 b	7,63 b	7,60 a
T1	7,50 a	6,50 a	6,50 a	7,38 a
T2	7,38 a	6,50 a	7,50 b	7,13 a
T3	7,75 a	7,25 ab	7,00 ab	7,25 a
Sig. Tukey	0,0899	0,0057	0,0068	0,1931
D.E.	±0,49	±0,78	±0,76	±0,49
C.V.	5,98	9,24	9,10	6,40

^{a, b, c} medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 7 describe los resultados de la evaluación sensorial dada por los 7 catadores que efectuaron la evaluación del producto durante la vida anaquel del producto. El análisis de varianza muestra que en las variables color y apariencia general no se presentaron diferencias significativas entre cada uno de los tratamientos evaluados. Lo contrario a lo que se evidencia en las variables olor y sabor las cuales son significativamente diferentes entre cada una de ellas. Los resultados en ambas variables presentan que el tratamiento T3 no fue significativamente diferente con el tratamiento control y con los demás tratamientos.

Filippo, et al., (2016) mencionan que estas diferencias se deben a las características que otorgan los aceites esenciales del tomillo y romero en la elaboración de las mortadelas.

Estudios realizados por Tofiño, et al., (2017) al utilizar aceite esencial de tomillo en la elaboración de chorizos no obtuvo diferencias significativas frente al tratamiento testigo (Conservantes químicos) en las variables color y olor; este autor documenta valores entre 4,00 y 4,10.

Tabla 8: Prueba de aceptación del producto

Parámetros	T3			
	F	Fr	%	Fa

Acepta	28	0,93	93,33	28
No acepta	2	0,07	6,67	30
Total	30	1	100	

T: tratamientos; F: Frecuencia; Fr: Frecuencia Relativa; %: Porcentaje; Fa: Frecuencia acumulada.

Los resultados de la prueba de aceptación y rechazo para el tratamiento T3, siendo este el que presento la mayor puntuación en comparación con los demás tratamientos que incluían romero y tomillo frente a un tratamiento control, muestra que en su mayoría (93%) las personas aceptaron el producto, factor al que se le atribuyen las características de las materias primas utilizadas en la investigación.

Conclusiones

La evaluación de las propiedades termofísicas de la mortadela está dada por factores independientes de temperatura y el tiempo de cocción al que está sometido el producto.

La inclusión de los hidrolatos de romero y tomillo presentaron los mejores resultados en cuanto al contenidos de *Estafilococos aureus* en la mortadela durante la vida anaquel y en la inoculación en comparación con el tratamiento testigo.

La combinación de los dos hidrolatos fue significativa con cada una de los tratamientos el cual se considera como idóneo en la investigación, debido a que las características sensoriales fueron aceptables por parte de los catadores. Estos resultados indican que se puede sustituir los nitritos por conservantes naturales en la elaboración de mortadelas. En lo que respecta a la aceptación final del mejor tratamiento que incluía los hidrolatos de romero y tomillo (T3) presentó una excelente aceptación por parte de los catadores.

Referencias

1. Alvis, A., Caicedo, I., y Peña, P. (2012). Determinación de propiedades termofísicas de alimentos en función de la concentración y la temperatura empleando un programa computacional. *Revista de información tecnológica*, 23(1), 111-116. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000100012
2. Ayala, D., López, A., y Espinoza, S. (2017). Efecto de la adición de chíá sobre las características sensoriales, físico-químicas y rendimiento de la mortadela. *Revista*

- Industrial Data, 20(1), 111-115. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/816/81652135013.pdf>
3. Ayala, J., García, C., Sanchez, R., Jiron, Y., y Espinoza, W. (2016). Efecto de la adición de ácido ascórbico en la degradación de nitratos y nitritos en mortadela. *Ciencia Unemi*, 9(20), 85-92. Obtenido de <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/238/305>
 4. Bonilla, D., Mendoza, Y., Moncada, C., Murcia, O., Rojas, Á., Calle, J., y Nerio, L. (2016). Efecto del aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* sobre *Porphyromonas gingivalis* cultivada in vitro. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 45(2), 275-287. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.15446/rcciquifa.v45n2.59942>
 5. Calvo, S., Gómez, C., López, C., y López, B. (2016). Manual de alimentación. Planificación alimentaria (1ra ed.). Madrid, España: Editorial UNED.
 6. Dentone, S., y Morales, S. (2017). Determinación in vitro de la actividad antimicótica del aceite de romero (*Rosmarinus officinalis*) sobre *Microsporum canis*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(1), 56-61. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i1.12932>
 7. El Abed, N., Kaabi, B., Smaali, M., Chabbouh, M., Habibi, K., Mejri, M., . . . Hadj, S. (2014). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of *Thymus capitata* essential oil with its preservative effect against *Listeria monocytogenes* inoculated in minced beef meat. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1-11. Obtenido de <http://downloads.hindawi.com/journals/ecam/2014/152487.pdf>
 8. Filippo, G., Muscolino, D., Ragonese, C., Beninati, C. S., Ziino, G., Mondello, L., . . . Panebianco, A. (2016). Antimicrobial activity of combined thyme and rosemary essential oils against *Listeria monocytogenes* in Italian mortadella packaged in modified atmosphere: Thyme y Rosemary EOs vs *L. monocytogenes*. *Journal of Essential Oil Research*, 28(6), 467-474. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/10412905.2016.1165744>
 9. Hugo, C., y Hugo, A. (2015). Current trends in natural preservatives for fresh sausage products. *Trends in Food Science y Technology*, 45(1), 12-23. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.05.003>

10. Illanes, A. (2015). Alimentos funcionales y biotecnología. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 17(1), 5-8. doi:<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v17n1.50997>
11. Jácome, C., Anchundia, M., Solano, A., Chamorro, L., Torres, F., y Burbano, M. (2018). Evaluación sensorial de una fórmula desarrollada a base de carne de pollo y camarón para un embutido cárnico tipo salchicha. *Revista Tierra Infinita*, 4(1), 38-48. Obtenido de <https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/tierrainfinita/article/view/744/775>
12. Martínez, L., Nieto, G., y Ros, G. (2020). Fe, Zn and Se availability of a functional chicken meat product. II Jornadas Doctorales de la Universidad de Murcia, (págs. 1-5). Obtenido de <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/92781/1/Fe%2C%20Zn%20and%20Se%20availability%20of%20a%20functional%20chicken%20meat%20product%20....pdf>
13. Mejía, A., Herrera, B., Salazar, M., Rojas, F., Gavín, V., y Escobar, J. (2017). Tomillo (*Thymus vulgaris*) como agente antimicrobiano en la producción de queso fresco. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 6(1), 45-54. Obtenido de <https://revistas.proeditio.com/REVISTAMAZONICA/article/view/1901/1897>
14. Mejía, A., Herrera, B., Salazar, M., Rojas, F., Gavín, V., y Escobar, A. (2017). Tomillo (*Thymus vulgaris*) como agente antimicrobiano en la producción de queso fresco. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 6(1), 45-54. Obtenido de <https://revistas.proeditio.com/REVISTAMAZONICA/article/view/1901/1897>
15. Montero, M., Mira, J., Avilés, D., Pazmiño, P., y Erazo, R. (2018). Eficacia antimicrobiana del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) sobre una cepa de *Staphylococcus aureus*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2), 588-593. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14520>
16. Montero-Recalde, M., Mira, J., Avilés-Esquivel, D., Pazmiño-Miranda, P., y Erazo-Gutiérrez, R. (2018). Eficacia antimicrobiana del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) sobre una cepa de *Staphylococcus aureus*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2), 588-593. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14520>
17. NTE INEN1338. (2016). Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados – madurados y productos cárnicos precocidos – cocidos. Requisitos. Quito, Ecuador. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1338_3_ENM.pdf

18. Olmedilla, B., y Jiménez, F. (2014). Alimentos cárnicos funcionales: desarrollo y evaluación de sus propiedades saludables. *Revista de Nutrición Hospitalaria*, 29(6), 1197-1209. Obtenido de <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v29n6/01articuloespecial01.pdf>
19. Orozco, Y., Coloma, L., Salgado, I., Flores, C., y Rodríguez, N. (2018). Evaluación y comparación sensorial, microbiológico y físico-químico de aceites esenciales, *rosmarinus officinalis*, (*romero*), *laurus nobilis* (*laurel*) y *origanum vulgare* (*orégano*) como conservantes en pechugas de pollo. *Caribeña de Ciencias Sociales*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/07/conservantes-pechugas-pollo.html>
20. Ortega-Quintana, F., Pérez-Sierra, O., Tarrá-Lozano, L., y López-Acosta, E. (2017). Modelado Matemático de la Transferencia de Calor del Proceso de Escaldado de Zanahoria (*Daucus carota* L.). *Información tecnológica*, 28(6), 3-10. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000600002>
21. Peña, M., Méndez, O., Guerra, M., y Peña, S. (2015). Desarrollo de productos cárnicos funcionales: utilización de harina de quinua. *Alimentos, Ciencia e Investigación*, 23(1), 21-36. Obtenido de http://192.188.46.193/bitstream/123456789/11028/1/Pe%c3%b1a%20et%20al.%20%282015%29_ACI-23%281%2921-36.pdf
22. Prior, E. (2020). Estudio de las preferencias cárnicas de los adolescentes: hamburguesas de cerdo aderezadas con especias con poder antioxidante y antimicrobiano. *Eurocarne*(286), 61-66. Obtenido de <https://eurocarne.com/daar/a1/articulos/a2/28606.pdf>
23. Proaño, J., Urresta, P., y Racines, M. (2017). Efecto antimicrobiano de la vitamina c, vitamina ey aceite esencial de romero (*rosmarinus oficinalis*) en salchichas de pollo tipo frankfurt. *Industrial data*, 20(2), 27-36. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/816/81653909004.pdf>
24. Rodriguez, L. (2019). Actividad insecticida del aceite esencial de Pampa Anís (*Tagetes filifolia* Lag.) sobre el gorgojo del maíz (*Pagiocerus frontalis*). [Tesis Doctoral, Uiversidad Nacional del Antiplano], Puno, Perú. Obtenido de Repositorio Institucional UNAP: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/13664>
25. Soto, S., Valera, E., Hernández, J., Güemes, N., y Ayala, M. (2016). Efecto de grasa, agua añadida, carragenina y fosfatos en un producto emulsionado con carne de carpa (*Cyprinus*

- carpio). Revista Agrociencia, 50(4), 413-427. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952016000400413yscript=sci_arttext
26. Tacca, J., Macedo, S., y Aquino, L. (2016). Efecto antibacteriano in vitro del *Rosmarinus Officinalis* sobre el *Streptococcus Viridans*, *Actinomyces* sp y *Lactobacillus* spp. Revista Estomatológica del Antiplano, 1(2), 57.
27. Tirado, F., Torres, J., Acevedo, D., Barrios, K., y Montero, P. (2016). Composición, propiedades termofísicas y difusividad térmica de bollo cocido. Revista Politécnica, 12(22), 79-86. Obtenido de <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/879/750>
28. Tofiño, A., Ortega, M., Herrera, B., Fragoso, P., y Pedraza, B. (2017). Microbiological conservation of carnic product with essential oils eugenia caryophyllata and thymus vulgaris. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 15(ESPE2), 30-41. doi:[http://dx.doi.org/10.18684/bsaa\(v15\)edicionespecial2.576](http://dx.doi.org/10.18684/bsaa(v15)edicionespecial2.576)
29. Valderrma, N., Algecira, N., y Albaracín, W. (2016). Efecto del almacenamiento sobre las propiedades físicas de las películas de quitosano con inclusión de aceites esenciales de tomillo y romero. Matéria (Rio de Janeiro), 21(1), 141-156. doi:<https://doi.org/10.1590/S1517-707620160001.0013>
30. Vargas, P., Arteaga, R., Riera, G., y Cruz, L. (2020). Estimación de propiedades termofísicas de un producto cárnico. Tecnología Química, 40(1), 134-149. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v40n1/2224-6185-rtq-40-01-134.pdf>
31. Vergara, G., Cueva, T., Loor, E., Pomagualli, D., y López, m. (2016). Evaluación del extracto de romero (*Rosmarinus officinalis* l.) Con aceite de oliva (*Olea europea* l.) Como conservante natural en una mortadela especial. Revista de Investigación Talentos, 3(2), 10-21. Obtenido de <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/58/91>