UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias

Extracción de aceite esencial de romero para un recubrimiento comestible en queso mantecoso

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias

Autor:

Brenda Felicita Mondragon Suxe

Asesor:

Ph.D. Silvia Pilco Quesada

Lima, octubre de 2024

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Silvia Pilco Quesada, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **Extracción de aceite esencial de romero para un recubrimiento comestible en queso mantecoso** del autor Brenda Felicita Mondragon Suxe tiene un índice de similitud de 12 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 14 días del mes de noviembre del año 2024



Ph.D. Silvia Pilco Quesada

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a 24 día(s) del mes de octubre del año 2024 siendo las 08:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a): M. Sc. Daniel Sumire Oquenta, el (la) secretario(a): Dr. Rodrigo Alfredo Matos Chamorro y los demás miembros: Dr. Santiago Ramírez López y el (la) asesor(a) Ph.D. Silvia Pilco Quesada con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Extracción de aceite esencial de romero para un recubrimiento comestible en queso mantecoso" del(los) bachiller/es: a) Brenda Felicita Mondragon Suxe b) ..... c) ..... conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero de Industrias Alimentarias

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Brenda Felicita Mondragon Suxe

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	16	B	Bueno	Muy bueno

Bachiller (b): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller (c): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

Extracción de aceite esencial de romero para un recubrimiento comestible en queso mantecoso

Extraction of rosemary essential oil for an edible coating on buttery cheese

Brenda Felicita Mondragon Suxe; Silvia Pilco Quezada

RESUMEN

El aceite esencial de romero posee propiedades antimicrobianas con un alto potencial de aplicación en recubrimientos comestibles, especialmente para la industria láctea. La presente investigación tiene como objetivo extraer el aceite esencial de romero (AER) y aplicarlo en un recubrimiento comestible en queso mantecoso. Se realizó una extracción del aceite esencial por hidrodestilación y su caracterización. Se caracterizó el AER determinando su rendimiento, residuo de evaporación, densidad relativa e índice de peróxidos. Se elaboró el recubrimiento con una matriz polisacárida de 2.5% carboximetilcelulosa, 6% glicerol y 1% de AER y aplicados en el queso mantecoso. Fueron almacenados en temperaturas de 20°C, 30°C y 40°C, midiendo los parámetros de humedad, pH y acidez, cada periodo de 0, 9, 18, 27, 36 y 45 horas. Los resultados mostraron que el recubrimiento comestible con aceite esencial de romero aplicado al queso mantecoso influye en el contenido de humedad con una disminución significativa en cambio los parámetros de pH y acidez no fueron afectaron. Existe un alto potencial de la aplicación de los aceites esenciales para usarlos como recubrimientos comestibles y que ayuden a extender la vida útil de productos de la industria láctea.

Palabras clave: Hidrodestilación, aceite esencial, romero, queso, recubrimiento comestible.

ABSTRACT

Rosemary essential oil has antimicrobial properties with a high potential for application in edible coatings, especially for the dairy industry. The present research aims to extract rosemary essential oil (AER) and apply it in an edible coating on buttery cheese. An extraction of the essential oil by hydrodistillation and its characterization was carried out. The AER was characterized by determining its yield, evaporation residue, relative density and peroxide index. The coating was made with a polysaccharide matrix of 2.5% carboxymethylcellulose, 6% glycerol and 1% AER and applied to the buttery cheese. They were stored at temperatures of 20°C, 30°C and 40°C, measuring the parameters of humidity, pH and acidity, each period of 0, 9, 18, 27, 36 and 45 hours. The results showed that the edible coating with rosemary essential oil applied to buttery cheese influenced the moisture content with a significant decrease, while the pH and acidity parameters were not affected. There is a high potential for the application of essential oils to use them as edible coatings that help extend the last life of dairy industry products.

Keywords: Hydrodistillation, essential oil, rosemary, cheese, edible coating.

1. Introducción

La industria de derivados lácteos afronta un reto de mantener la calidad, seguridad e inocuidad de sus productos, debido a que son de origen animal y son susceptibles a cambios que causan el desarrollo de trasformaciones que no solo modifican sus características originales, sino que llegan a producir su deterioro (Salvatierra, 2019), por ello los requerimientos de los consumidores cada vez son más exigentes en la busca de alimentos de calidad, seguridad e inocuidad (Terrones et al., 2018). La producción del queso aumentó un 16% desde el 2021 al presente, además, se aumentó su consumo per cápita de 4.7 Kg/persona/año (MIDAGRI, 2023). El Decreto Supremo DS-N°007-2017-Minagri aprueba el reglamento de la leche y productos lácteos, pero, actualmente el queso mantecoso es un producto comercial que carece de una norma específica estandarizada; por ello, los consumidores siguen expuestos a productos de mala calidad o a inventivas particulares a cada planta de producción (Castillo, 2019).

Por otro lado, los cambios dinámicos en el interés actual de los consumidores y las inclinaciones del mercado han dirigido cada vez más atención al desarrollo de recubrimientos comestibles para aplicaciones de envasado de alimentos. (Avramescu et al., 2020). Estudio reciente efectuado por Cano (2021) para alargar la vida útil del queso resalta el uso de compuestos activos derivados de vegetales como los aceites esenciales, indica además que existe la posibilidad de incorporar sustancias activas añadidas a la matriz polimérica de diferentes formas, debido a que suelen ser compuestos antimicrobianos de origen natural, entre los que se encuentran ácidos orgánicos (acético, láctico, propiónico, málico), bacteriocinas (nisina y lacticina), enzimas (lisozima y lactoperoxidasa), péptidos y antimicrobianos naturales (especias, aceites esenciales, entre otros). Una gran ventaja del uso de recubrimientos comestibles es que la velocidad de difusión del agente antimicrobiano puede ser ralentizada por la matriz, manteniendo la concentración de los compuestos activos durante más tiempo en la superficie del alimento, dónde hay más contaminación microbiana (Rojas, 2018), por ello el usar aceites esenciales es una excelente alternativa.

Actualmente, en Perú se conocen diversas plantas usadas generación tras generación trayendo consigo beneficios significativos, resaltando de entre ellos el romero. El aceite esencial de romero presenta propiedades de antioxidantes y antimicrobianas (Goudjil et al., 2020), siendo esta última aprovechada en la industria alimentaria como una alternativa contra los microrganismos patógenos y causantes del deterioro en los alimentos (Tancinová et al., 2018). La actividad microbiológica del aceite esencial de romero (Salvia rosmarinus), está relacionada directamente al porcentaje de terpenos que posee, la cual tiene acción en la muerte de la célula bacteriana (Mosquera, 2014).

Investigaciones anteriores evalúan el uso de recubrimientos alternativos a los convencionales para la conservación del queso, principalmente utilizando compuestos totalmente comestibles. Ksouda et al., (2019), estudió la adición de aceite esencial de Pimpinella saxifraga en el recubrimiento de queso durante el almacenamiento refrigerado, obteniendo una mejora en su conservación al reducir la pérdida de peso, preservar el pH y el color y mejorar la estabilidad oxidativa y bacteriana sin sabor desagradable para los consumidores; en otro estudio realizado por Yangilar (2017) durante e almacenamiento del queso Kashar la película comestible que incorpora el proceso de recubrimiento de aceites esenciales de orégano y romero mostro un efecto reductor sobre el crecimiento microbiano y prolongo la vida útil del queso.

Considerando lo anterior expuesto, la presente investigación, propuso la aplicación de aceite esencial de romero como una opción más saludable al momento de adquirir queso mantecoso con recubrimiento comestible, se esta manera se evita el consumo de conservantes artificiales y, por lo tanto, tener un mejor estilo y calidad de vida, además de fomentar mayor investigación sobre el queso mantecoso típico de Cajamarca (Makay & Rodríguez., 2012). El objetivo de la presente investigación fue extraer el aceite esencial de romero aplicado en un recubrimiento comestible para el queso mantecoso de la región de Cajamarca, midiendo su efecto en parámetros de pH, acidez y humedad a diferentes temperaturas y tiempo de almacenamiento.

2. Material y métodos

2.1. Materia prima

Para la obtención del aceite esencial se adquirieron hojas secas de romero embolsadas y el queso mantecoso fue de marca comercial Chugur, ambos provenientes del departamento de Cajamarca, Perú.

2.2. Caracterización de las hojas de Romero

Se midieron dos parámetros importantes que intervendrán en el proceso de extracción del aceite esencial de romero (AER). La humedad por la presencia del agua interfiere con la extracción del AER, por ello las recomendaciones en proceso de extracción por hidrodestilación sugieren trabajar con material seco (El Kharraf et al., 2020).

Humedad: Se utilizó la metodología de norma oficial AOAC 925.09, (2005) en donde las muestras de hojas de romero se llevaron a la estufa por 1 hora a 105°C y luego se realizó el cálculo.
Cenizas: Se realizó mediante el uso de una mufla, a una temperatura de 530°C en un tiempo de 5 horas. Luego los crisoles fueron puestos en un desecador hasta tener la temperatura ambiente (AOAC, 923.03).

2.3. Extracción del aceite esencial de romero
Se utilizó el método descrito Ling et al., (2022) con algunas modificaciones, utilizando el aparato Clevenger por 180 min, la separación se realizó por congelación, posteriormente se mantuvo el aceite en refrigeración a 4°C.

Caracterización del aceite esencial de romero

2.4.1. Rendimiento del aceite esencial
El porcentaje de rendimiento de Aceite esencial (%RAE), se obtuvo a partir de la relación del volumen y el peso de la muestra multiplicado por cien.
2.4.2. Residuo de evaporación
El método utilizado fue el descrito por la Norma Técnica Peruana 319.089:1974, revisada el 2016. Se realizó la prueba por triplicado, los resultados se calcularon considerando la relación del peso del residuo y peso de la muestra, multiplicado por cien.
2.4.3. Densidad relativa
Fue aplicada la metodología de AOAC 920.212-1920, todas las mediciones fueron hechas por triplicado.
2.4.4. Índice de peróxidos
Se utilizó el método descrito por la NTP 209.006:1968 (revisada el 2016), mediante una titulación de tiosulfato de sodio.
2.5. Caracterización del queso mantecoso
Se analizó la humedad del queso según la norma AOAC 925.09, (2005), y además la materia seca como calculado como el porcentaje complementario de la humedad. La acidez titulable (expresado como miliequivalente del ácido láctico) se determinó según el método de la AOAC 942.15 (2005). Y el pH de la mezcla se determinó con un potenciómetro digital previamente calibrado de acuerdo a la AOAC 2005.02. Todas las mediciones se realizaron por triplicado.

2.6. Elaboración y Aplicación del recubrimiento comestible
La elaboración del recubrimiento se realizó según las metodologías descritas por Tapiero et al., (2017) y Suárez et al., (2015) con algunas modificaciones. El recubrimiento se realizó mediante una dispersión de matriz polisacárida de carboximetilcelulosa (CMC) al 2.5% en 500 ml de agua con agitación constante en un termoagitador (Technal, TE-0854) a 250rpm a 80°C hasta su gelatinización. Seguidamente, se incorporó como plastificante 6% de glicerol agitándose (250rpm) durante 10 minutos. Inmediatamente, se adicionó 1% de aceite esencial de romero previamente extraído con el objetivo de formar la emulsión, el porcentaje fue basado en la metodología de Cano et al., (2016) y Yangilar (2017).
Para la aplicación del recubrimiento se utilizó el método de inmersión por 5 minutos, las muestras de queso mantecoso fueron de pesos homogéneos (24 – 26 g) cortados en triángulos de 2 cm de grosor.

2.6.1. Caracterización del recubrimiento comestible a base de romero

Se utilizó el método gravimétrico modificado descrito por Jiménez (2020) para determinar la permeabilidad al vapor de agua. Cada película fue sellada en la parte superior de una celda de permeación, que contenía 30 g de perlas de cloruro de calcio para asegurar una humedad relativa del 0%. Se registró el peso en una balanza analítica. Se colocó en un desecador con agua destilada en la base (HR 100 %), y se selló. El

sistema fue introducido en una incubadora a 25°C. Se registró el aumento de peso cada 30 minutos durante un tiempo de 4 horas. El grosor de las películas se midió con un vernier. La caracterización se realizó por triplicado en todos los tratamientos. Para determinar la Velocidad de Transmisión de Vapor de Agua (VTVA), se dividió la pendiente de la recta entre el área de transferencia de la película. Posteriormente se determinó la Tasa de Permeabilidad al Vapor de Agua (TPVA) utilizando la siguiente fórmula:

$$TPVA=(VTVA*X_film)/\Delta P \quad (1)$$

Donde:
VTVA= Velocidad de Transmisión de Vapor de Agua (gmm/hm2 kPa)
Xfilm= Grosor de la película (mm)
ΔP = Diferencia de presiones a 25° C (Pa)

2.6.2. Caracterización fisicoquímica de queso mantecoso con recubrimiento comestible a diversas tiempos y temperatura de almacenamiento

Se realizaron los análisis de acidez titulable, pH y humedad para esta caracterización y se estableció un tiempo de evaluación de 0, 9, 18, 27, 36 y 45 horas, y fueron sometidas a pruebas aceleradas a una temperatura de 20°C, 30°C y 40°C en una cámara fermentadora (Nova, max 1000).

3. Resultados

3.1. Caracterización de hojas de romero

En la tabla 1 se presenta los datos de humedad y ceniza para la muestra de las hojas de romero.

Tabla 1. Caracterización de hojas de romero (g/100g bs)

Muestra (g/100g bs)	Humedad	Cenizas
Hojas de Romero	5.85 ± 0.06	5.78 ± 0.03

La humedad en base seca de las hojas de romero fue de 5.85 g/100g. Otras investigaciones reportaron datos como 8.48 g/100g (Larico & Hayamamani, 2022), Yilmaz et al., (2021) reportaron valores de 8.9 al 14.8 g/100g en base seca, en hojas secas provenientes de Turkía. Shewale y Hebbar, (2021) determinaron que diferentes tipos de secado influyen en la composición de fitoquímicos como Clorofila A y B, concentración de aceite esencial, polifenoles, flavonoides y Capacidad antioxidante. Concluyeron que un secado de aire caliente disminuye 0.7ml/100g de aceite esencial, recomiendan métodos como radiofrecuencia, liofilización y secado de aire caliente con baja humedad. Es así como se evidencia que el contenido de humedad del material vegetal para la extracción del AE es un factor importante en el rendimiento de los aceites esenciales, además de que dicho factor puede generar variabilidad en la composición química de los aceites esenciales (Ospina et al., 2016)

El contenido de cenizas es un indicador de la calidad del material para la extracción, indicando posible adulteración con materias inorgánicas o cuerpos extraños que posee. El porcentaje de ceniza fue de 5.78 g/100g bs un valor menor en comparación con los resultados obtenidos por Orbegozo & Rodríguez (2018) que registraron 7.58g/100g en hojas secas de muña (Minthostachys mollis) y en hojas seca de guanábana con un 11.29g/100g determinado por Cayra, (2019), indicando que las hojas de romero analizadas poseen posiblemente menor cantidad de cuerpos extraños o adulteración, resultando beneficioso para la extracción de aceite esencial.

3.2. Extracción de aceite esencial de romero

Se obtuvo un total de 2 ml de aceite esencial, que al ser pesado dio un total de 1.87g/100g. Valores similares fueron reportados por Shewale y Hebbar, (2021) de 2.2 a 3.0 g/100g bs, para hojas de romero secadas por diferentes métodos. Además, (Valverde & Leonardo, 2011) la cantidad de aceite extraído depende de la condición en la que se encuentra la materia prima al momento de la extracción ya sea en base seca o base húmeda.

3.3. Caracterización de aceite esencial de romero

En la tabla 2 se presentan los resultados de la caracterización del aceite esencial de romero. El rendimiento obtenido fue ligeramente alto en comparación con el reportado por Patiño, Saavedra, & Martinez, (2014),

con un valor de 0.8%, esto se explica a las variaciones de los parámetros de secado. Por otro lado, Mestanza, (2017) realizó una comparación de muestras de romero recolectados de distintos lugares de la región Amazonas obteniendo resultados desde 0.6% a 1.6%.

Tabla 2. Caracterización de aceite de romero

Muestra	Rendimiento (%)	Residuos de evaporación (%)	Densidad Relativa (g/mL)	Índice de Peróxido (meq O_2/kg.)
Aceite de romero	0.935 ± 0.00	0.0042 ± 0.00	0.9331 ± 0.01	0.119 ± 0.02

El residuo de evaporación de aceite esencial de romero fue similar a una investigación realizada por Flores (2017) en aceite esencial de orégano con un valor de 0.24%. Por otro lado, Siancas, (2021) obtuvo 1.58 % de residuo de evaporación en la evaluación de aceite esencial de limón extraído por el mismo método de hidrodestilación. Un valor alto indica la presencia de materiales que no son volátiles. El valor resultante en este trabajo es bajo, por tanto, se considera que el aceite esencial de romero es de buena calidad. Respecto a la densidad también se observaron similitudes con otros estudios como el de Valverde & Leonardo, (2011) en aceite de romero usando el método de arrastre de vapor con valores de 0.9272 g/mL en hojas frescas y 0.9289 g/mL en hojas secas. Mestanza, (2017), presento un valor de 0.82930 g/mL para aceite de romero y Orozco et al., (2018) reportó un valor de 0.9000 g/mL para romero también. Comparando con otras muestras de plantas aromáticas, el hinojo 0.9300 g/mL (Aguilar et al., 2020) y laurel 0.9100 g/mL (Orozco et al., 2018), todas reportaron valores similares.

El índice de peróxidos del aceite esencial de romero obtenido es de 0.119 meq O2/kg. En la investigación realizada por Larico & Hayamamani, (2022), con respecto al índice de peróxido por el método de arrastre de Vapor para romero encapsulado obtuvieron un valor de 2.514 meq O2/kg en comparación al aceite esencial sin encapsular 1.688 meq O2/kg, este último valor fue mucho menor. En cuanto al aceite de romero obtenido de hojas frescas, Valverde & Leonardo, (2011) reporto un valor igual a 0.166 meq O2/kg, siendo este último un valor cercando al obtenido en el presente estudio.

3.4. Caracterización del queso mantecoso

En la tabla 3 se presenta los datos de la caracterización fisicoquímica del queso mantecoso, las caracterizaciones se realizaron por triplicado.

Tabla 3. Caracterización del queso mantecoso

Muestra	% Humedad	Materia Seca	% Ácido láctico	pH
Queso Mantecoso	46.96 ± 0.40	53.04 ± 0.40	0.57 ± 0.03	5.13 ± 0.04

El contenido de humedad fue similar a lo reportado por Cabanillas (2019) quien analizó 3 muestras de diferentes proveedores de queso mantecoso de la provincia de San Miguel – Cajamarca, obteniendo valores de 40.62, 36.63 y 32.87%, Lucano (2021) analizó 10 muestras de quesos mantecosos indicando un promedio de 43.34 □ 2.27%, y Aranda (2021) analizó en queso mantecoso con leche sin pasteurizar obteniendo una humedad de 51.85% y con leche pasteurizada una humedad de 48.94%. La diferencia de estos resultados se puede explicar por el tipo de proceso de elaboración, conservación y hasta comercialización, debido a factores extrínsecos asociados tales como la temperatura, humedad relativa, luz, entre otros. Controlar la cantidad de humedad de un tipo de queso es crucial tal como lo explican Walstra et al., (2006) que la humedad de un queso tiene un gran efecto en su consistencia, debido a que tendrá una mayor concentración de la proteína paracaseína que es la principal causa de rigidez del queso. La acidez titulable fue similar a las registradas por López (2015) para acidez titulable un 0.48 a 0.56% de queso mantecoso almacenado a 20°C, valores de 0.48 a 0.57% almacenado a 28°C, valores de 0.48 a 0.58% almacenado a 35°C y valores de 0.48 a 0.59% almacenado a 40°C. Cabanillas, (2018) analizó la

acidez del queso mantecoso de tres centros de expendio de la provincia de San Miguel – Cajamarca obteniendo 0.8, 0.75 y 1.07. Aranda, (2021) también analizó en queso mantecoso pero elaborado con leche sin pasteurizar obteniendo una acidez promedio de 0.44% y queso mantecoso con leche pasteurizada obteniendo una acidez promedio de 0.52%. Durante la maduración del queso mantecoso la formación del ácido láctico a partir de la lactosa es vital para su conservación, ya que previene el crecimiento de microorganismos indeseables. Esta conversión provoca un pH bajo, lo que da como resultado una alta concentración de ácido láctico no disociado y un contenido de lactosa considerablemente reducido. En muchas variedades de queso, especialmente en los quesos duros y en aquellos en los que se lava la cuajada, la lactosa estará completamente fermentada. Todos estos factores inhiben numerosos microorganismos. Un factor adicional puede ser el ambiente anaeróbico porque la lenta tasa de difusión de oxígeno en el queso permite que el sistema enzimático de las bacterias del ácido láctico mantenga el potencial redox del queso en el bajo nivel alcanzado durante la fermentación del ácido láctico (Walstra et al., 2006; McSweeney et al., 1997 y Martín, 2011).

El valor de pH fue similar a otras investigaciones tales como Cabanillas (2018) quien reportó los valores de 5.53, 4.90 y 5.05. Por otro lado Aranda (2021) en queso mantecoso con leche sin pasteurizar un valor de 4.62 y con leche pasteurizada un valor de 3.87. Cuanto más bajos sean el pH y la temperatura, y cuanto mayor sea el contenido de sal, más lento será el descenso del pH. La sal detiene el crecimiento de la mayoría de las bacterias del ácido láctico (Fox et al., 2004). Por otro lado, Walstra et al., (2006) y McSweeney et al., (1997) indican que el control de esta variable es importante porque afecta a la formación de compuestos aromáticos derivados de procesos bioquímicos de la ruptura de la lactosa, caseína y grasa. A menor pH el aroma del queso se hará más pronunciado.

3.5. Caracterización fisicoquímica del recubrimiento comestible a base de romero a diversas tiempos y temperatura de almacenamiento

Para analizar la caracterización fisicoquímica del recubrimiento comestible, se determinó la Tasa de Permeabilidad al Vapor de Agua que fue de 4.48 0.22 g mm/hm2 kPa. Posteriormente se analizaron las propiedades fisicoquímicas del queso mantecoso con recubrimiento comestible a base de AER, los cuales fueron acidez, pH y humedad bajo diversas condiciones de temperatura y tiempo. Los resultados de estos análisis se muestran en la Tabla 4. El estudio se llevó a cabo durante un período de 0 a 45 horas, evaluando las muestras a temperaturas de 20°C, 30°C y 40°C. Se observó que el recubrimiento comestible no ejerció un efecto significativo en la acidez titulable del queso a las diferentes temperaturas. Sin embargo, se registraron diferencias en la acidez a las 36 y 45 horas a una temperatura de 40°C, en comparación con las otras temperaturas evaluadas. La acidez experimentó un ligero aumento a lo largo del tiempo de almacenamiento, aunque este cambio no fue estadísticamente significativo. En cuanto al pH, no se detectaron variaciones entre las distintas temperaturas. No obstante, se encontró una disminución significativa del pH a 20°C y 40°C, indicando cambios en el ambiente ácido del queso. Respecto a la humedad, se identificaron diferencias entre las distintas temperaturas de almacenamiento. Además, se observó una disminución en el contenido de humedad durante el período de almacenamiento, siguiendo una tendencia lineal dentro de la misma temperatura para todos los tratamientos evaluados.

Tabla 4. Cambios fisicoquímicos del queso mantecoso a diferentes temperaturas y tiempos de almacenamiento

Propiedades fisicoquímicas	Tiempo (h)	Temperatura (°C)		
		20°C	30°C	40°C
Acidez titulable (% ácido láctico)	**0**	0.57±0.03 ^{Aabc}	0.57±0.04 ^{Aabc}	0.57±0.07 ^{Aabc}
	9	0.57±0.04 ^{Aabc}	0.58±0.01 ^{Aabc}	0.57±0.03 ^{Aabc}
	18	0.58±0.02 ^{Aabc}	0.58±0.02 ^{Aabc}	0.60±0.02 ^{ABabc}
	27	0.59±0.01 ^{Aabc}	0.61±0.02 ^{ABabc}	0.63±0.02 ^{ABabc}
	36	0.59±0.02 ^{Aab}	0.62±0.02 ^{ABba}	0.65A±0.02^{Bbc}
	45	0.60±0.02 ^{Aab}	0.64±0.02 ^{Bba}	0.67±0.01 ^{Abc}
pH	**0**	5.23±0.03 ^{Aabc}	5.22±0.03 ^{Aabc}	5.22±0.03 ^{Aabc}

	9	5.16±0.02 ^{Babc}	5.17±0.04 ^{Aabc}	5.22±0.05 ^{Aabc}
	18	5.14±0.03 ^{BCabc}	5.17±0.04 ^{Aabc}	5.19±0.01 ^{ABabc}
	27	5.13±0.02 ^{BCabc}	5.16±0.02 ^{Aabc}	5.19±0.04 ^{ABabc}
	36	5.11±0.01 ^{BCac}	5.16±0.03 ^{Abc}	5.15±0.01 ^{ABcab}
	45	5.08±0.03 ^{Cabc}	5.16±0.05 ^{Aabc}	5.13±0.02 ^{Babc}
Humedad (%)	**0**	46.97±0.38 ^{Aabc}	46.97±0.38 ^{Aabc}	46.97±0.38 ^{Aabc}
	9	48.86±0.3 ^{Ba}	50.53±0.30 ^{Bb}	51.75±0.57 ^{Bc}
	18	49.47±0.17 ^{Ba}	53.28±0.06 ^{Cb}	52.48±0.39 ^{Bc}
	27	52.91±0.71 ^{Ca}	54.68±0.13 ^{Dbc}	55.92±0.83 ^{Ccb}
	36	53.34±0.20 ^{Ca}	57.77±0.76 ^{Eb}	59.35±0.39 ^{Dc}
	45	56.72±0.20 ^{Da}	60.71±0.30 ^{Fc}	62.71±0.47 ^{Ec}

Los valores son los promedios ± desviación estándar. Diferentes letras minúsculas pequeñas en la misma fila dentro del mismo parámetro de tiempo se refieren a una diferencia significativa ($p<0.05$). Diferentes letras mayúsculas pequeñas en la misma columna dentro del mismo parámetro de temperatura se refieren a diferencias significativas ($p<0,05$).

El recubrimiento comestible a base de aceite esencial de romero aplicado al queso mantecoso no afectó significativamente en el pH y acidez, pero sí influyó considerablemente en la humedad, resultando en una evidente pérdida no deseada debido a las características intrínsecas del queso mantecoso. Investigaciones similares de Al-Moghazy et al. (2021) demostraron que los recubrimientos de quitosano no afectaron la acidez titulable ni el pH del queso Karish, pero sí mejoraron su contenido de humedad. Esto puede atribuirse al intercambio de masa entre el queso y el líquido de recubrimiento durante el almacenamiento, según Del Nobile et al. (2009). Estudios adicionales en queso Kasar, utilizando recubrimientos a base de mucílago de semilla de membrillo y aceite esencial de tomillo, mostraron una menor pérdida de humedad y estabilidad en el pH (Erkaya-Kotan et al., 2023).

4. Conclusiones

La caracterización del aceite esencial de romero estuvo dentro del rango de los parámetros reportados por otras investigaciones, se obtuvo un AER de alta calidad. El recubrimiento comestible no afectó significativamente al pH y acidez, no obstante, se puede mejorar en la formulación del recubrimiento comestible para mejorar su liberación del AER durante el almacenamiento del queso.

Diversos estudios respaldan el potencial de los aceites esenciales para ser aplicados como conservantes naturales en alimentos, siendo el queso un producto susceptible a la

Referencias bibliográficas

Aguilar, J., Taipe, ; F, & Huaraca, ; R. (2020). Comparación de aceite esencial de hinojo (Foeniculum vulgare Miller) extraído mediante métodos de arrastre a vapor y soxhlet. Journal of Agro-Industry Sciences, 2(3), 43–47. https://doi.org/10.17268/JAIS.2020.005

Al-Moghazy, M., El-sayed, H. S., Salama, H. H., & Nada, A. A. (2021). Edible packaging coating of encapsulated thyme essential oil in liposomal chitosan emulsions to improve the shelf life of Karish cheese. Food Bioscience, 43, 101230. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101230

AOAC, 2005. Official Methods of Analysis, eighteenth ed. AOAC International, Gaitherseburg

Aranda, N. (2021). Evaluación de las características fisicoquímicas del queso mantecoso a base de leche cruda y pasteurizada en el ISTP CEFOP Cajamarca en la provincia de San Miguel [Universidad Nacional de Cajamarca]. In Uni. https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4538

Avramescu, S. M., Butean, C., Popa, C. V., Ortan, A., Moraru, I., & Temocico, G. (2020). Edible and functionalized films/coatings—Performances and perspectives. Coatings, 10(7), 687. https://doi.org/10.3390/coatings10070687

Cabanillas, N. (2018). Caracterización del queso mantecoso producido en los centros de producción de la provincia de San Miguel - Cajamarca [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Cajamarca.

Cano A.I., Cháfer M., Chiralt A., Molina P., Borrás M., Beltrán C., Gonzáles C. (2016). Quality of goat0s milk cheese as affected by coating with edible chitosan-essential oil films. International Journal of Diary Technology. Society of Dairey Technology. doi: 10.1111/1471-0307.12306.

Castillo, J. (2019). Evaluación sensorial de quesos mantecosos comerciales mediante el método sorting task [UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO]. https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12331/Castillo%20S%c3%a1nchez%2c%20Jos%c3%a9%20Eleazar.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Cayra, D. (2019). Optimización de los parámetros de secado de hojas de guanábana (Annona muricata L.) sobre el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante [Universidad Peruana Unión]. https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2122

Del Nobile, M. A., Gammariello, D., Conte, A., & Attanasio, M. (2009). A combination of chitosan, coating and modified atmosphere packaging for prolonging Fior di latte cheese shelf life. Carbohydrate Polymers, 78(1), 151–156. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.03.017

Decreto Supremo DS N°007-2017-Minagri. Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Leche y Productos Lácteos. 21 de junio de 2017.

El Kharraf, S., Farah, A., Miguel, M. G., El-Guendouz, S., & El Hadrami, E. M. (2020). Two extraction methods of essential oils: Conventional and non-conventional hydrodistillation. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 23(5), 870-889. https://doi.org/10.1080/0972060X.2020.1843546

Erkaya-Kotan, T., Gürbüz, Z., Dağdemir, E., & Şengül, M. (2023). Utilization of edible coatingbased on quince seed mucilage loaded with thyme essential oil: Shelf life, quality, and ACE-inhibitory activity efficiency in Kaşar cheese. Food Bioscience, 54, 102895. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102895

Fox P.F., McSweeney P.L.H., Cogan T.M., Guinee T.P. (2004). Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Vol. 1. General Aspects. 3rd ed. Elsevier Academic Press. Londres.

Flores, L. (2017). Evaluación del efecto antimicrobiano del aceite esencial de orégano (origanum vulgare) aplicado en el pan molde en microencapsulado y pulverizado [Universidad Peruana Unión]. https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/689

Goudjil, M., Zighmi, S., Hamada, D., Mahcene, Z., Bencheikh, S., & Ladjel, S. (2020). Biological activities of essential oils extracted from Thymus capitatus (Lamiaceae). South African Journal of Botany, 128, 274–282. https://doi.org/10.1016/J.SAJB.2019.11.020

Jimenez S. (2020). Efecto de la concentración de nanopartículas de plata (Ag) en un bioempaque a base de quitosano sobre la vida útil del queso de leche de cabra (Capra hircus). Tesis de título profesional de ingeniero agroindustrial. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Tumbes. Perú.

Ksouda, G., Sellimi, S., Merlier, F., Falcimaigne-cordin, A., Thomasset, B., Nasri, M., & Hajji, M. (2019). Composition, antibacterial and antioxidant activities of Pimpinella saxifraga essential oil and application to cheese preservation as coating additive. Food Chemistry, 288, 47–56. https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2019.02.103

Larico, S., & Hayamamani, J. (2022). Encapsulamiento de aceite esencial de romero (rosmarinus officinalis) en matriz polimérica de maltodextrina y goma arábiga con secado por liofilización [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. In Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico. http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/14029

Ling, Q., Zhang, B., Wang, Y., Xiao, Z., Hou, J., Xiao, C., ... & Jin, Z. (2022). Chemical composition and antioxidant activity of the essential oils of citral-rich chemotype Cinnamomum Camphora and Cinnamomum Bodinieri. Molecules, 27(21), 7356. https://doi.org/10.3390/molecules27217356

López, M. (2015). Cinética del deterioro fisicoquímico del queso mantecoso. [Universidad Nacional de Trujillo]. https://dspace.unitru.edu.pe/items/53b08b16-dddb-443d-a24e-3da848f591d0

Makay, J., & Rodríguez, A. (2012). Efecto de la concentración de goma de tara y sorbato de potasio en película comestible sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en queso | Chang Makay |. Pueblo Continente, 23(2), 381–390. http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/12

Martin, C. (2011). Recipes for Making Cheese. . Everything You Need to Know Explained Simply (Primera Edición). Atlantic Publishing Group. https://www.hannacolombia.com/blog/post/693/importancia-del-ph-en-la-produccion-quesos

McSweeney P.L.H., Nursten H.E., Urbach G. (1997). Flavours and off-flavours in milk and dairy products, Chapter 10 in: P.F. Fox, Ed., Advanced Dairy Chemistry, Vol. 3, Lactose, Water, Salts and Vitamins, 2da ed., Chapman and Hall. Londres.

Mestanza, M. (2017). Caracterización fisicoquímica del aceite esencial de romero (Rosmarinus officinalis) de la Región Amazonas [Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Amazonas]. https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1167

MIDAGRI – Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023). Midagri promueve el primer salón del queso peruano 2023. Nota de Prensa. https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/778307-midagri-promueve-el-primer-salon-del-queso-peruano-2023

Mosquera, T. (2014). Estudio comparativo de la eficiencia antibacteriana de una mezcla de parabenos frente al aceite de romero (Rosmarinus officinalis Lamiaceae) utilizados como conservantes en una formulación cosmética [Universidad Politécnica Salesiana]. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7248/1/UPS-QT05931.pdf

Orbegozo, H., & Rodríguez, K. (2018). Características farmacognósticas y rendimiento del aceite esencial de las hojas de Minthostachys mollis “muña.”. [Universidad Nacional de Trujillo]. https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/3294/TAI%2000109%20A49.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Orozco, Y., Coloma, L., Salgado, I., Flores, C., & 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. https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/07/conservantes-pechugas-pollo.html

Ospina, J. D., Orozco, M. S. S., & Correa, C. R. B. (2016). Efecto del secado y la edad de las plantas en la composición de los aceites esenciales de Lippia alba (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson y Lippia origanoides Kunth. Acta Agronómica, 65(2), 170–175. https://doi.org/10.15446/ACAG.V65N2.47576

Patiño, L.; Saavedra, A.; Martínez, J. 2014. Extracción por arrastre de vapor de aceite esencial de romero. Ed. Ciencias Tecnológicas y Agrarias Sucre, Bolivia. 14 pp

Rojas, M. (2018). Aplicación de un recubrimiento activo de harina de banano y aceite esencial de jengibre en queso fresco. [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO]. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28252/1/06%20T.AL.pdf

Salvatierra, I. (2019). Manual de conservación de alimentos. In Académica Inacap sede Arica (Vol. 2).

Shewale S., Hebbar U. (2021). Low humidity air and radiofrequency wave based sequential drying of Rosmarinus officinalis for improvement of quality. Industrial Crops & Products. 162. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113303

Siancas, J. (2021). Determinación de la presión de vacío óptima para mejorar el rendimiento y la calidad del aceite esencial de limón sutil (Citrus aurantifolia) obtenido por hidrodestilación [Universidad Nacional de Piura]. https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2821

Suárez, A., Trejo, M., & Lira, A. (2015). Desarrollo de un recubrimiento con efecto antifúngico y antimaterial a base de aceite esencial de orégano para conservación de papaya "Maradol" . Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 16(1), 58–63. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81339864008

Tancinová, D., Mašková, Z., Foltinová, D., Štefániková, J., & Árvay, J. (2018). Effect of essential oils of Lamiaceae plants on the Rhizopus spp. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences, 12(1), 491–498. https://doi.org/10.5219/921

Tapiero, J., Solano, R., Lozano, A., Blandon, V., Ramírez, K., Rosaro, K., & Rivas, Y. (2017). Evaluación de la vida útil de quesos semimaduros con recubrimientos comestibles utilizando aceite esencial de jengibre (Zingiber officinale) como agente antimicrobiano. Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales, 4. https://doi.org/10.23850/24220582.623

Terrones, M., Sánchez, M., Delgado, L., Noriega, A., & Artidoro, R. (2018). Revista Ciencia Nor@ndina Vol.1Uso del romero para inhibir la actividad microbiana en queso mantecoso de Cajamarca. Ciencia Nor Andina, 1, 65–71. http://unach.edu.pe/rcnorandina/index.php/ciencianorandina/article/view/103/68

Valverde, Y., & Leonardo, J. (2011). Extracción y caracterización del aceite esencial del romero (rosmarinus officinalis) por el método de arrastre de vapor obtenida en estado fresco y secado convencional [Universidad Nacional del Centro del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1968

Walstra Pieter, Wouter Jan, & Geurts Tom. (2006). Dairy Science and Technology. 2da edición.Taylor & Francis Group.

Yangilar, F. (2017). Effects of natamycin edible films fortified with essential oils on the safety and quality parameters of Kashar cheese. Journal of Food Safety, 37(2). https://doi.org/10.1111/JFS.12306

Yilmaz, D., & Gökduman, M. E. (2021). Determination of threshing and separation unit performance of rosemary (Rosmarinus officinalis) plants. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, *14*(6), 237-243. DOI: 10.25165/j.ijabe.20211406.6461

SQ

SILVIA PILCO QUESADA

Para: agroind.science@unitru.edu.pe

Dom 29/09/2024 19:03

CC: Brenda Felicita Mondragon Suxe

Articulo Brenda Mondragon ...
94 KB

Declaraciones Agroindustrial ...
80 KB

2 archivos adjuntos (174 KB) Guardar todo en OneDrive - Universidad Peruana Unión Descargar todo

Srs. Agroindustrial Science

Envío este artículo para su posible publicación en su prestigiosa revista.

Quedo atenta a sus comentarios.

Atentamente.

Ph.D. Silvia Pilco Quesada

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

RESOLUCIÓN N° 1046-2023/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 26 de diciembre de 2023

VISTO:

El expediente de **Brenda Felicita Mondragon Suxe**, identificado(a) con código universitario N° **201810176**, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria Nº 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del proyecto de tesis;

Que **Brenda Felicita Mondragon Suxe**, ha solicitado la modificación de la denominación del proyecto de tesis titulado "Aplicación de un recubrimiento comestible con aceite esencial de romero en queso mantecoso: Cinética y Vida útil";

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 26 de diciembre de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar la modificación de la denominación del proyecto de tesis titulado: "Aplicación de un recubrimiento comestible con aceite esencial de romero en queso mantecoso: Cinética y Vida útil", por el de: "Extracción de aceite esencial de romero para un recubrimiento comestible en queso mantecoso", en el registro respectivo y disponer que con la orientación de su asesor el(la) **Ph.D. Silvia Pilco Quesada**, sea desarrollado y ejecutado el proyecto de tesis por **Brenda Felicita Mondragon Suxe**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución, a partir de la inscripción inicial.

Regístrese, comuníquese y archívese.

Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA

Mg. Ketty Magaly Arellano Lino
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:
- Interesado
- Asesor
- DGI
- Archivo