

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



**“EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE SÁBILA (*Aloe vera*) Y
EXTRACTO ETANÓLICO DE PROPÓLEO EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y
SENSORIAL DEL QUESO TIPO SUIZO”**

T E S I S

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por la Bachiller:

ROCÍO ELIZABETH CABRERA CHUÁN

Asesor:

Dr. JOSÉ GERARDO SALHUANA GRANADOS

CAJAMARCA – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigadora:
ROCÍO ELIZABETH CABRERA CHUÁN
DNI: N° 45266884
Escuela Profesional/Unidad UNC:
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
2. Asesor:
DR. JOSÉ GERARDO SALHUANA GRANADOS
Facultad/Unidad UNC:
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
"EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE SÁBILA (*Aloe vera*) Y EXTRACTO DE ETANÓLICO DE PROPÓLEO EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DEL QUESO TIPO SUIZO"
6. Fecha de evaluación: 08/02/2025
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 18%
9. Código Documento: oid::3117:428010178
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 12/02/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>

..... Dr. José Gerardo Salhuana Granados DNI: 07797881

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veintinueve días del mes de enero del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente 2H - 204 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 155-2024-FCA-UNC, de fecha 18 de marzo del 2024**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE SÁBILA (*Aloe vera*) Y EXTRACTO ETANÓLICO DE PROPÓLEO EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DEL QUESO TIPO SUIZO", realizada por la Bachiller ROCÍO ELIZABETH CABRERA CHUÁN para optar el Título Profesional de INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.

A las diez horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.

A las once horas y cinco minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. M. Sc. Fanny Lucila Rimarachin Chávez
PRESIDENTE

Dr. Jimy Frank Oblitas Cruz
SECRETARIO

Ing. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacondori
VOCAL

Dr. José Gerardo Salhuana Granados
ASESOR

DEDICATORIA

Tu fortaleza es indescriptible. Crees firmemente que no se puede dejar las cosas a medias, sin al menos intentarlo. Tengo por privilegio que Dios te eligió como mi madre. Con tu insistencia impulsas mi día a día.

Rocio Chuan.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por bendecirme en todo momento, brindarme salud y las fuerzas necesarias para poder lograr esta tan buscada meta.

A mi familia. Mi mamá, Dalila Chuan Huingo, por su apoyo incondicional y constante insistencia; y mi hermanas, Milagros y Lizbeth, por su cariño y por creer tenazmente que entre tres todo es más simple.

Agradecerte enormemente amiga, Yesy, por tu apoyo en todo este tiempo. Sin tu compañía no hubiera avanzado.

A mi asesor de tesis, Ing. M.Sc. José Gerardo Salhuana Granados, por su guía en el proceso de la investigación realizada.

A la empresa de alimentos Techno Food EIRL, por brindarme sus instalaciones para el desarrollo de parte de esta investigación.

A la plana docente de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias, por sus enseñanzas y conocimientos brindados durante el tiempo de formación académica.

Rocio Chuan

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de Investigación	2
1.2. Formulación Del Problema.....	3
1.3. Justificación De La Investigación.....	3
1.4. Objetivos de la Investigación	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	4
CAPITULO II.....	5
REVISIÓN DE LITERATURA	5
CAPITULO III.....	28
MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
CAPITULO IV	43
RESULTADOS Y DISCUSION	43
CAPITULO V.....	72
CONCLUSIONES	72
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	74
ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cultivos de quesería para diferentes clases de queso.....	21
Tabla 2. Criterios microbiológicos de quesos madurados	26
Tabla 3. Formulaciones para la elaboración de los recubrimientos, los cuales fueron los tratamientos de estudio	31
Tabla 4. Análisis de la varianza (ANOVA) para la apariencia exterior del queso tipo suizo (Datos transformados con \sqrt{y}).	45
Tabla 5. Prueba de Tukey para la apariencia exterior del queso tipo suizo.	46
Tabla 6. Análisis de la varianza (ANOVA) para la textura del queso tipo suizo (Datos transformados con \sqrt{y}).	49
Tabla 7. Prueba de Tukey para la textura del queso tipo suizo.	50
Tabla 8. Análisis de la varianza (ANOVA) para el color del queso tipo suizo (Datos transformados con \sqrt{y}).	54
Tabla 9. Prueba de Tukey para el color del queso tipo suizo.....	55
Tabla 10. Análisis de la varianza (ANOVA) para el olor del queso tipo suizo (Datos transformados con \sqrt{y}).	59
Tabla 11. Prueba de Tukey para el olor del queso tipo suizo.....	59
Tabla 12. Análisis de la varianza (ANOVA) para el sabor del queso tipo suizo (Datos transformados con \sqrt{y}).	63
Tabla 13. Prueba de Tukey para el sabor del queso tipo suizo.	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la concentración de compuestos activos añadidos	11
Figura 2. Mapa de ubicación del trabajo de investigación	28
Figura 3. Diagrama de flujo del experimento - obtención de queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila (<i>Aloe vera</i>) y EEP.	33
Figura 4. Apariencia exterior del queso tipo suizo durante período de 90 días de almacenamiento a 5 °C.	46
Figura 5. Textura del queso tipo suizo durante período de 90 días de almacenamiento a 5 °C.	50
Figura 6. Color del queso tipo suizo durante período de 90 días de almacenamiento a 5 °C.	55
Figura 7. Olor del queso tipo suizo durante período de 90 días de almacenamiento a 5 °C.	60
Figura 8. Sabor del queso tipo suizo durante período de 90 días de almacenamiento a 5 °C.	64
Figura 9. Evaluación de los coliformes (UFC) en el queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila y EEP durante período de 90 días de almacenamiento a 5 °C.	66
Figura 10. Evaluación de <i>S. aureus</i> (UFC) en el queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila y EEP durante período de 90 días de almacenamiento a 5 °C.	69

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar el efecto del recubrimiento comestible (RC) de sábila (*Aloe vera*) y EEP (Extracto Etanólico de Propóleo) en la calidad microbiológica y sensorial del queso tipo suizo. Para ello, se elaboró queso tipo suizo y se lo recubrió mediante inmersión con tres tratamientos de recubrimiento comestible de sábila y EEP: T1(40 % *Aloe vera* + 1% EEP), T2 (70 % *Aloe vera* + 2 % EEP) y T3(95 % *Aloe vera* + 3% EEP). Para la evaluación sensorial (apariencia exterior, textura, color, sabor y olor) se contó con 30 jueces no entrenados, quienes aplicaron una escala hedónica de cinco puntos. En el análisis microbiológico, se realizó el recuento de coliformes, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella sp.* Ambos análisis se realizaron al día 1, 45 y 90 de almacenamiento. Los resultados del ANOVA al día 90, mostraron que los recubrimientos influyen significativamente en todas las características sensoriales evaluadas del queso tipo suizo, destacando al T3 y T2 como los más efectivos, siendo T3 el que mantuvo de forma consistente las mejores características sensoriales respecto al control. Microbiológicamente, el T3 logró un control total de coliformes y *S. aureus* desde el primer día, demostrando ser el tratamiento más efectivo, mientras que el control presentó las cargas microbianas más altas. Los recubrimientos comestibles a base de sábila y propóleo conservan la calidad sensorial del queso tipo suizo y poseen capacidad antimicrobiana, destacándose como una alternativa natural y eficiente para la conservación durante el almacenamiento.

Palabras clave: *Aloe vera*, Propóleo, Características sensoriales, Características microbiológica, queso tipo suizo.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the effect of the edible coating of aloe vera (*Aloe vera*) and EEP (Ethanolic Extract of Propolis) on the microbiological and sensory quality of Swiss-type cheese. To do this, Swiss-type cheese was made and coated by immersion with three edible coating treatments of aloe vera and EEP: T1 (40% *Aloe vera* + 1% EEP), T2 (70% *Aloe vera* + 2% EEP) and T3 (95% *Aloe vera* + 3% EEP). For the sensory evaluation (exterior appearance, texture, color, flavor and smell) there were 30 untrained judges, who applied a five-point hedonic scale. In the microbiological analysis, coliforms, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella sp.* Both analyzes were performed at day 1, 45 and 90 of storage. The results of the ANOVA at day 90 showed that the coatings significantly influence all the evaluated sensory characteristics of the Swiss-type cheese, highlighting T3 and T2 as the most effective, with T3 being the one that consistently maintained the best sensory characteristics compared to the control. Microbiologically, T3 achieved total control of coliforms and *S. aureus* from the first day, proving to be the most effective treatment, while the control presented the highest microbial loads. Edible coatings based on aloe vera and propolis preserve the sensory quality of Swiss-type cheese and have antimicrobial capacity, standing out as a natural and efficient alternative for conservation during storage.

Keywords: *Aloe vera*, Propolis, Sensory characteristics, Microbiological characteristics, Swiss cheese.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Conservar los alimentos es uno de los aspectos más desafiantes dentro del ámbito de la industria alimentaria, ya que se trata no sólo de conservar los alimentos sino de mejorarlos manteniendo sus características nutricionales, fisicoquímicas y organolépticas. En este contexto, la aplicación de tecnologías emergentes, como son los recubrimientos y películas comestibles, ha demostrado ser una herramienta interesante para incrementar la vida útil de los alimentos. En particular, el gel de sábila (*Aloe vera*) y el extracto etanólico de propóleos (EEP) poseen notables propiedades antimicrobianas y antifúngicas, las cuales han sido ampliamente investigadas en frutas, sin embargo, han tenido escasa aplicación en productos lácteos como el queso.

Por tanto, el propósito del presente estudio fue determinar el efecto de los recubrimientos comestibles a base de sábila y propóleos en la calidad microbiológica y sensorial de los quesos tipo suizo durante un tiempo de almacenamiento en condiciones de refrigeración. Esta investigación pretende ofrecer una alternativa tecnológica sustentable frente al deterioro que puede sufrir este tipo de alimento, así como contribuir al desarrollo del conocimiento en la búsqueda de alternativas naturales y efectivas para la industria alimentaria.

La investigación está dividida en cinco capítulos. El capítulo I muestra la introducción al problema y los objetivos de la investigación. El capítulo II exhibe la revisión de literatura, los antecedentes y las bases teóricas correspondientes. El capítulo III describe la metodología de trabajo, el diseño de experimentos, tratamientos y técnicas de análisis. El capítulo IV muestra los resultados, más la discusión correspondiente, y por último, el capítulo V contiene las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

1.1. Problema de Investigación

Actualmente el queso tipo suizo es uno de los productos con mayor demanda y comercialización en la ciudad de Cajamarca, conformando un sistema con tres cadenas locales de producción junto al queso mantecoso y al queso fresco.

La producción de este queso tiene como inconveniente para la salud del consumidor la utilización de conservantes químicos con el propósito de mantener su calidad durante su vida útil, insumos que son añadidos por parte de los productores con el fin de evitar pérdidas económicas.

En la actualidad son limitadas las investigaciones relacionadas a conservar la calidad de este derivado lácteo haciendo uso de productos naturales, sobre todo aplicados como recubrimientos comestibles, a pesar de que constituyen un parámetro complementario interesante y a veces irremplazable para el control de la calidad y estabilidad de muchos alimentos (Ramírez, 2011), sin mencionar la gran tendencia, que va en aumento día a día, del consumo de productos en lo posible orgánicos y/o beneficiosos para la salud del consumidor.

Por otro lado, a pesar de la reconocida actividad antifúngica, y su capacidad de actuar como recubrimiento comestible, de la sábila (*Aloe vera*) y el ampliamente reconocido propóleo por sus propiedades antimicrobianas, estos aún no han sido evaluados en la conservación del queso tipo suizo por lo que no se cuenta con información de los efectos que causarían en su calidad tanto microbiológica como sensorial. Siendo así, que en el presente estudio evaluará la aplicación de dichos conservantes naturales como recubrimiento comestible con el fin de aprovechar sus propiedades en la calidad de queso tipo suizo.

1.2. Formulación Del Problema

¿Cuál será el efecto del recubrimiento comestible de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo en la calidad microbiológica y sensorial del queso tipo suizo?

1.3. Justificación De La Investigación

La calidad de un alimento está directamente relacionado al aspecto microbiológico, pues la presencia de microorganismos patógenos afecta la conservación y vida útil de los alimentos, además de ser causantes de enfermedades conocidas como ETAs (enfermedades transmitidas por los alimentos). En los quesos, la alteración de la calidad es principalmente de dos tipos: el crecimiento superficial de microorganismos, normalmente mohos y la producción de gas, y la alteración del sabor y aroma, debido al crecimiento de microorganismos en el interior de la masa del queso (Varnam y Sutherland, 1995). La presencia de ciertos microorganismos indeseables, más allá de que puede producir defectos de presentación afecta sobre todo a la conservación y reduce la vida útil de los quesos.

En la actualidad, la nueva tendencia hacia el uso de materiales naturales y respetuosos con el medio ambiente ha impulsado el desarrollo de recubrimientos comestibles para la conservación de alimentos. Los recubrimientos comestibles activos se presentan como una de las alternativas actuales más prometedoras para la mejora de la calidad y conservación de alimentos durante su procesado y/o almacenamiento (Cano, 2021). Es importante resaltar que el uso de recubrimientos comestibles como método de conservación, además de actuar como un sistema de empaque durante el almacenamiento, retarda el deterioro, realza atributos de calidad y puede actuar frente a los microorganismos cuando se incorporan compuestos antimicrobianos que impiden su crecimiento y desarrollo (Salas, 2019).

La gran ventaja del uso de recubrimientos activos 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 (Cano, 2021).

En este contexto, analizar el efecto de un recubrimiento comestible elaborado con sustancias naturales y accesibles, como lo son el *Aloe vera* y el propóleo, sobre las características microbiológicas y sensoriales del queso tipo suizo significaría un aporte y proporcionaría información en cuanto a nuevas tecnologías para mantener o mejorar la calidad del queso tipo suizo y por ende para reducir pérdidas económicas en la industria quesera, la cual esta tan presente en esta región.

1.4. Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Evaluar el efecto del recubrimiento comestible de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo en la calidad microbiológica y sensorial del queso tipo suizo.

Objetivos Específicos

- Evaluar las características sensoriales del queso tipo suizo recubierto con sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo.
- Evaluar características microbiológicas del queso tipo suizo con recubrimiento comestible.

1.5. Hipótesis

El recubrimiento comestible de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo repercutirá de forma positiva en la calidad microbiológica y sensorial del queso tipo suizo.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la Investigación

Salas (2019) en su investigación, recubrimientos comestibles a base de biopolímeros y activos naturales potencialmente antimicrobianos para queso, estudio el efecto de dos biopolímeros comestibles, gelano y κ -carragenato, como recubrimientos de queso, sobre el control de la pérdida de peso durante la etapa de maduración. A su vez, evaluó el efecto de la adición de varios compuestos antifúngicos naturales como son el *Aloe Vera*, el safranal y un extracto acuoso del azafrán, sobre la pérdida de peso y el control fúngico superficial. Los resultados mostraron que los recubrimientos a base de safranal mejoraron notablemente la capacidad de retención de agua del queso, a la vez que limitaron el crecimiento fúngico de los hongos *P. roqueforti* y *P. discolor*. Por otro lado, las formulaciones que incorporaron aloe en concentración del 50%; mostraron cierta inhibición, pero con unos valores poco significativos en cuanto al control fúngico, por lo que siguieren que en futuros estudios se podría mejorar las propiedades de estos recubrimientos con un aumento de la concentración de los antifúngicos empleados.

Serrano (2017) evaluó el efecto del extracto de gel liofilizado *Aloe Vera* sobre *Listeria monocytogenes* en la elaboración de queso campesino. Encontrando mediante revisión de literatura que uno de los componentes presentes en *Aloe vera* llamado acemanano, que al liofilizar el gel de sábila (*Aloe vera*) no se afecta sus propiedades y ayuda a tener una inhibición notoria de *L. Monocytogenes* en una matriz alimentaria como lo es el queso. Se obtuvo que el mejor comportamiento de inhibición in vitro para el extracto liofilizado de *Aloe vera* frente a *L. Monocytogenes* fue a partir de las concentraciones de 70, 80 y 90%, logrando inhibirla en un

periodo de incubación de 48 horas. La evaluación antimicrobiana presentó el mayor halo de inhibición de 23 mm con la concentración del 90 % de extracto de *Aloe vera*. Sensorialmente encontró que no hubo diferencia significativa entre las muestras de queso control versus la muestra a la cual se le adiciono el extracto de *Aloe Vera*.

Atahualpa (2022), en su trabajo de investigación, actividad antimicrobiana del extracto etanólico del *Aloe barbadensis* Miller en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*; analizo la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de *Aloe vera* en la zona de inhibición, concentración mínima inhibitoria, volumen y solvente utilizado sobre dichos microorganismos. Su investigación fue de tipo observacional y diseño descriptivo, utilizo criterios de inclusión y exclusión. Siendo así que encontró 223 artículos que evalúan el efecto antimicrobiano del extracto etanólico de *Aloe vera*, en los cuales la zona de inhibición promedio es de 22,4 mm para *E. coli* y 22,25 mm para *S. aureus*; y la concentración mínima inhibitoria (CIM) fue de 4,46 y 0,96 respectivamente. Llegando a la conclusión que el extracto etanólico de *Aloe vera* presenta actividad antimicrobiana tanto para *E. coli* y *S. aureus*.

Barbaran (2019), en su investigación, Utilización del gel de *Aloe vera*, para la prolongación de la vida útil de la pulpa de tuna (*opuntia ficus*) en la provincia de Chincheros, evaluó el efecto del recubrimiento del *Aloe vera* en las pulpas de tuna mínimamente procesadas, a fin de medir su tiempo de vida útil y evitar la pérdida de peso, así como el desarrollo de los azúcares reductores. Las variables fueron proporción de *Aloe vera* en el rango de 10, 15 y 20 % en peso, el pH de 3.5 y 4, almacenado a 4 grados Celsius y 85 % de humedad relativa; registrándose como variable independiente la pérdida de peso en gramos y la carga microbiana (UFC/g). Concluyendo que La caracterización del tratamiento óptimo muestras los valores: peso 130 gramos, porcentaje de *Aloe vera* 20 %, sólidos solubles 12 % acidez titulable 1.08 %, azúcares reductores 2.06 %, acidez iónica

3.50 pH, bacterias aeróbicas mesófilos x 10^2 UFC: >10, gérmenes viables x 10^2 UFC: >10; Coliformes totales x 10^2 UFC: ausente; hongos y levaduras x 10^2 UFC >10; *Escherichia coli* NMP/gramos: ausente.

Carrera (2016) evaluó el efecto conservante del extracto etanólico de propóleo (EEP) Zamorano, aplicado en queso cabaña. Evaluó la concentración mínima bactericida (CMB) del extracto, usando el método de macrodilución en caldo. Elaboró tres tratamientos en queso: 1) sin conservante, 2) EEP 0.23mg/g, 3) Sorbato de potasio 1mg/g. Evaluó el crecimiento de microorganismos (enterobacterias, coliformes y psicrótrofos) en el día 0, 8 y 16, y finalmente la aceptabilidad del propóleo en el queso. Se determinó que el extracto etanólico presentó efecto en *S. aureus*, *L. monocytogenes* y *P. aeruginosa*; siendo las CMB 3.75 mg/ml, 1.95 mg/ml y 0.23 mg/ml respectivamente. Para evaluar el efecto conservante en el queso se usó la CMB de 0.23 mg/mL. El EEP tuvo actividad bactericida en el día 16 únicamente para coliformes totales. En la evaluación sensorial se encontraron diferencias significativas en olor, sabor y textura. Concluyó que el propóleo Zamorano tiene efecto bactericida en algunos microorganismos, puede ser percibido por los consumidores y tiene potencial uso como conservante.

Cedeño y Palma (2022) en su tesis cuyo objetivo fue evaluar los efectos de los conservantes naturales εPolilisina y propóleo en la vida útil del queso fresco pasteurizado, desarrollaron una investigación de tipo experimental, se evaluó el efecto de los conservantes sobre la acidez, pH, mohos y levaduras, así como el comportamiento cinético del queso almacenado a una temperatura de 4 °C durante 55 días. Los conteos de mohos y levaduras reportados al día 55 en los tratamientos con el conservante Propóleo (0,06, 0,08 y 0,1 % v/v) están por debajo del conteo permitido que causen riesgos para la salud (500 UP/g) establecidas en las normas mexicanas. Mientras que en los tratamientos de ε-Polilisina (0,002, 0,0035 y 0,005 % p/p) si hubo presencias altas de unidades

propagadoras (UP) de mohos y levaduras. El análisis sensorial (escala hedónica) fue realizado a 75 catadores no entrenados y se identificó diferencias estadísticas significativas entre los atributos de los tratamientos por parte de los panelistas.

Alayo (2013), comparó la actividad antimicrobiana del propóleo y de la sulfadiazina de plata sobre *P. aeruginosa* y *S. aureus*. Para ello preparó extracto etanólico de propóleo en cuatro concentraciones: 5 % (50mg/ml), 25 % (250 mg/ml), 50 % (500 mg/ml) y 75 % (750mg/ml). Evaluó su efecto utilizando el método de Kirby Bauer (difusión en disco) y la determinación de la concentración inhibitoria mínima (CIM), frente a *S. aureus* y a *P. aeruginosa*. Utilizó dos grupos control, uno con sulfadiazina de plata y otro con el inóculo microbiano con suero fisiológico; realizó 13 repeticiones en cada caso. Mediante ello observó diferencia estadística significativa del efecto antimicrobiano entre las diferentes concentraciones del extracto etanólico de propóleo sobre el crecimiento de *S. aureus* y *P. aeruginosa*. El *S. aureus* fue sensible a las cuatro concentraciones del extracto etanólico, según la escala de Duraffourd. La CIM para *S. aureus* fue del 5%. Concluyó que, el propóleo mostro efecto semejante a sulfadiazina de plata, al tener efecto inhibitorio in vitro contra *S. aureus*, mas no contra *P. aeruginosa*.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Recubrimientos Comestibles

Un recubrimiento comestible (RC), se puede definir como una matriz transparente continua, comestible y delgada, que se estructura alrededor de un alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento con el fin de preservar su calidad y servir de empaque (Parzanese, 2012).

Los recubrimientos comestibles son capas finas y continuas de material que se disponen sobre las superficies de los alimentos o separando diferentes fases de un sistema alimentario. Su finalidad es mejorar la calidad y aumentar la vida comercial de una gran variedad de productos (Fernández y Mate, 2011).

2.2.1.1. Propiedades de las películas y recubrimientos comestibles

Los RC y PC funcionan de igual manera como barrera frente a las distintas sustancias que interactúan con el alimento (O₂, CO₂, vapor de agua, lípidos, sales, minerales, etc.) durante su almacenamiento y comercialización. Es por esto que la característica más importante e innovadora de los RC y PC es su capacidad de servir al mismo tiempo de empaque y de tratamiento para la conservación del alimento. Es necesario que posean determinadas propiedades de barrera para la preservación de los productos, los RC y PC deben presentar las siguientes características (Parzanese, 2012):

- Poseer propiedades nutricionales y organolépticas que sean compatibles con el alimento a recubrir.
- Presentar propiedades mecánicas adecuadas para evitar pérdidas por roturas o quiebre del material.

- Ser estables frente a las distintas condiciones de almacenamiento.
- Poder adherirse fácilmente a la superficie de los alimentos a tratar.
- Responder a la reglamentación vigente (aditivos alimentarios).
- Requerir de tecnologías sencillas y de bajo costo para su fabricación y posterior aplicación.

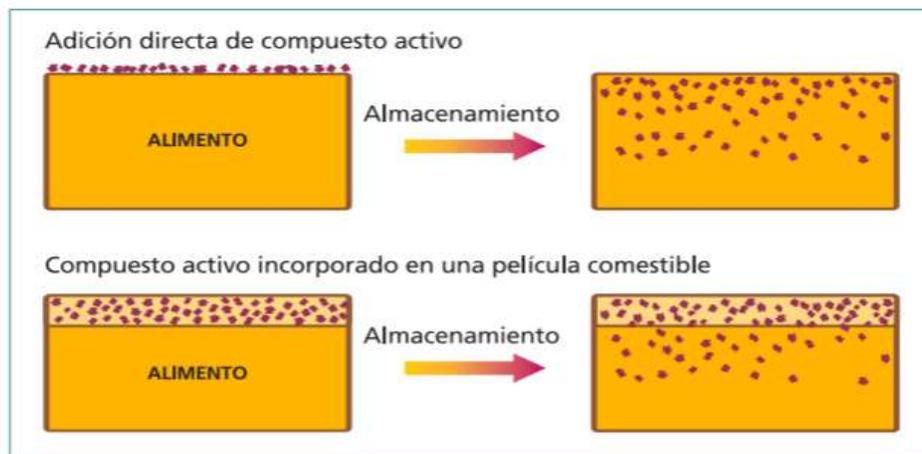
Las características más importantes de las películas comestibles son que funcionan como buenas barreras contra gases y humedad, así como acarreadoras de antimicrobianos, antioxidantes, nutrientes y colorantes (Ulloa, 2007).

Una funcionalidad importante de los recubrimientos y películas comestibles es su habilidad para incorporar ingredientes activos, ya que pueden servir como soporte de aditivos capaces de conservar y mejorar la calidad del producto (Parzanese, 2012).

Algunos fenómenos de deterioro, como el crecimiento microbiano o los procesos de oxidación, ocurren y se desarrollan principalmente en la superficie alimentaria. Estos problemas pueden ser aminorados a través de control de las condiciones superficiales a las que se expone el alimento. La adición de agentes antioxidantes, acidulantes o antimicrobianos directamente sobre las superficies de los alimentos (mediante baño o pulverización) es una forma de conseguir dicho control. Sin embargo, el tiempo está limitado por la difusividad de los mismos hacia el interior del alimento, lo que reduce su concentración en la superficie. Como alternativa, se puede incorporar el aditivo en un recubrimiento comestible que se dispondría en la superficie del alimento. De esta forma el recubrimiento serviría como medio dosificador (figura 1), se podría controlar el tiempo en el que la concentración superficial del aditivo superase el valor crítico que garantice su efectividad (Fernández y Mate 2011).

Figura 1.

Evolución de la concentración de compuestos activos añadidos



Nota. Evolución de la concentración de compuestos activos añadidos directamente sobre la superficie del sistema alimentario o a través de una película comestible (Fernández y Mate 2011).

2.2.1.2. Ventajas de los recubrimientos y películas comestibles

Dentro de las ventajas del uso de películas comestibles se encuentran (Parzanese, 2012):

- Pueden ser ingeridos por los consumidores.
- Disminuyen los desechos de envasado. Un alimento al cual se aplica un recubrimiento comestible requiere de embalajes más simples.
- Regulan el intercambio de gases como O₂, CO₂ y de vapor de agua.
- Mejoran las propiedades mecánicas y preservan la textura.
- Prolongan la vida útil de alimentos mínimamente procesados a través del control sobre el desarrollo de microorganismos y de los cambios fisicoquímicos y fisiológicos.
- Pueden mejorar las características nutricionales y organolépticas.
- Pueden regular distintas condiciones de interfase o superficiales del alimento, a través del agregado de aditivos como antioxidantes, agentes antimicrobianos, nutrientes.

2.2.1.3. Conservantes Naturales

Actualmente hay una creciente tendencia en el uso de recubrimiento comestibles para quesos utilizando compuestos activos naturales. Estos recubrimientos activos son capaces de reducir la pérdida de peso, así como evitar el crecimiento microbiano a través del control del intercambio gaseoso o portando compuestos antimicrobianos (Salas, 2019). Algunos compuestos naturales con actividad antimicrobiana son la sábila y el propóleo.

2.2.2. Sábila (*Aloe vera*)

El *Aloe vera* pertenece al reino *Plantae*, familia: *Liliaceae*; género: *Aloe*; especie: *Aloe Barbadensis* (Miller). Es la variedad más utilizada en todo el mundo para la medicina curativa, de hojas elongadas, carnosas y ricas en agua (Ferraro, 2009). Es considerado el aloe de mayor eficacia médica, debido a sus sustancias curativas de eficacia comprobada. Es extremadamente jugoso y de fácil digestión (Domínguez et al., 2012).

El Aloe es una planta que puede alcanzar hasta trece metros de altura, presenta un tallo corto y hojas grandes, carnosas, gruesas, rectas y redondeadas en el envés, miden entre 30 y 60 cm de largo por 7-8 cm de ancho, dispuestas en forma de rosetas basales. Existen alrededor de 360 especies de aloe que habitan en zonas tropicales e incluso hibridan en muchos jardines (Piedrahita y Villegas, 2016).

Las hojas crecen al nivel del suelo y presentan una estructura con forma lanceolada y dentada los cuales le sirve de protección. La estructura en sí de las hojas se encuentra formada por el exocarpio o corteza cubierta por una cutícula delgada; la corteza representa aproximadamente del 20 al 30% del peso de toda la planta con una coloración verde o verde azulado variando por diversos factores tales como: lugar, clima o nutrición de la planta. El parénquima también conocido

como pulpa o gel se ubica en la parte central de la hoja llegando a representar entre el 65 al 80% aproximadamente (Domínguez et al., 2012).

2.2.2.1. Composición de la Sábila (*Aloe vera*)

Lo más utilizado son las hojas, cada una está compuesta por tres capas: una interna que es un gel transparente que contiene 99% de agua y el resto está hecho de glucomananos, aminoácidos, lípidos, esteroides y vitaminas; la capa intermedia o látex que es la savia amarillo amarga contiene antraquinonas y glucósidos y la capa externa gruesa llamada corteza, que tiene la función de protección y síntesis de carbohidratos y proteínas (Ferraro, 2009).

Un 99,4% del peso del gel de *Aloe vera* es agua. Más del 60% de los sólidos totales son polisacáridos mucilaginosos ligados a azúcares como glucosa, manosa, ramnosa, xilosa, arabinosa, galactosa y ácidos urónicos. El mucílago está compuesto de diferentes polisacáridos neutros, ácidos y acetilados (mananos, glucomananos, galactomananos), responsables de la gran capacidad que tiene la planta para retener agua y gracias a la cual puede sobrevivir en condiciones de sequía (Martínez et al., 2016).

Químicamente se caracteriza por la presencia de compuestos fenólicos de gran poder antioxidante, que son generalmente clasificados en dos grupos principales: las cromonas y las antraquinonas (Vega et al., 2005).

Los polisacáridos mucilaginosos son los principios activos responsables de la actividad biológica del gel de *Aloe vera* (Ortiz, 2010). Entre estos polisacáridos se destaca el acemanano (germicida sistémico, fungicida y bactericida), fortalece la inmunidad antitumoral, previene enfermedades graves cancerosas, el SIDA y la esclerosis múltiple. Ha despertado gran interés por sus propiedades farmacológicas y como componente activo importante del gel de aloe (Schweizer,

1994) y el aloérido: polisacárido de elevado peso molecular recientemente identificado, constituido por glucosa, galactosa, manosa y arabinosa, y que según parece posee una actividad inmunoestimulante superior a la del acemanano” (Domínguez et al., 2012).

Otros componentes; Las Antraquinonas: aloína, Aloemodina, Ácidos Aleóticos, Anamicos y Crisofónicos; Saponinas: antibióticas y antisépticas y Ácido urónico que reacciona con las sustancias grasas (Martínez et al., 2016).

La mayor parte de las propiedades son producto de la sinergia de varios de esos componentes fenólicos y carbohidratos. Estas propiedades incluyen fomentar la cicatrización y proliferación celular, la actividad antifúngica, la antibacteriana y la antiviral, el efecto antiinflamatorio y analgésico, el anticanceroso, el inmunomodulador, gastroprotector y otros (Herrera y Bonilla 2016).

Todas estas sustancias aportan al organismo muchos nutrientes necesarios para su función, y aunque de origen vegetal, son reconocidas por el organismo como propias, siendo perfectamente asimiladas sin producir ningún efecto colateral indeseable (Domínguez et al., 2012).

Contiene 20 de los 22 aminoácidos requeridos por los seres humanos. Contiene 9 minerales: Calcio, cromo, cobre, hierro, magnesio, potasio, sodio y zinc. Contiene vitaminas A, C, E, B, Choline, B12 y ácido fólico. Tienen Mono y Polisacáridos: tienen efectos terapéuticos. Glúcidos, hidratos de carbón simple (monosacáridos) tales como glucosa, manosa o galactosa. Contiene complejos: cadenas de azúcares simples como glucomanano o acemanano (Protegen las paredes del estómago y del intestino. Incrementan las defensas y mantienen hidratados los tejidos volviéndolos nutritivos y energéticos) (Vera y Avalos, 2019).

2.2.2.2. La sábila como recubrimiento comestible.

Se han realizado muchos trabajos que han demostrado que el uso del gel de *Aloe vera* como recubrimiento comestible es capaz de prolongar la vida útil de frutas como en cerezas, uva de mesa y nectarinas, retrasando los parámetros relacionados con el deterioro desde el punto de vista de la calidad y mejorando sus propiedades funcionales. Además, se ha visto que tiene una gran capacidad para el control de microorganismos causantes de podredumbres en frutas como *Botrytis cinérea*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium expansum*, *Alternaria alternate* y otros (Martínez et al., 2016).

El *Aloe vera*, gel extraído de la pulpa de *Aloe barbadensis* ha recibido un especial interés por la capacidad de actuar como recubrimiento su actividad antioxidante como respuesta a la presencia de compuestos de naturaleza fenólica y el hecho de que genera entre 4 y 2 reducciones logarítmicas en el crecimiento del micelio de mohos tales como *Penicillium digitatum*, *Botrytis cinerea* y *Alternaria alternata* a concentraciones del gel a 250 ml/L (Quintero et al., 2010).

La actividad antifúngica del *Aloe vera* está basada en la supresión de la germinación y la inhibición del crecimiento del micelio, y ha sido atribuida a la presencia de más de un compuesto activo con acción antifúngica. Es conocido que algunos componentes individuales que se encuentran en los geles de *Aloe vera*, tales como saponinas, acemanano y antraquinonas, poseen actividad antimicrobiana (Martínez et al., 2006).

2.2.3. Própolis o Propóleos.

Se denomina propóleo a una mezcla de sustancias resinosas, gomosas y balsámicas, recogidas de ciertas plantas como: las coníferas (pinos, abetos, cedro), frutales (ciruelo, cerezo, manzano, mango, palto, peral), algarrobo, álamo, acacia, sauce, eucalipto,

pequeños arbustos y herbáceas. Siendo el origen primario la existencia de estímulos de búsqueda dado por necesidades en la colmena (Eguizábal y Moromi, 2007).

El propóleo es una sustancia de composición compleja elaborada por las abejas, a partir de resinas de ciertas plantas que la modifican por glucólisis. La resina parcialmente digerida, es mezclada con cera y polen, y utilizada en la colmena como material de sellado durante el invierno, permitiendo además mantener un ambiente aséptico en ella. Se caracteriza por poseer múltiples propiedades, siendo una de las más destacadas la antimicrobiana (Navarro et al., 2018).

Es de color verde pardo, castaño o incluso casi negro, dependiendo de su origen botánico. La consistencia varía según la temperatura; por debajo de los 15°C es duro y frágil, alrededor de los 30-35°C es suave y moldeable, entre los 35 y 60°C es pegajosa y se funde a los 60-70°C y es bastante termoestable, manteniendo sus propiedades antibacterianas después de haber sido sometido a temperaturas de 100° C durante media hora. Es prácticamente insoluble en agua, pero soluble en alcohol, razón por la cual la mayoría de las aplicaciones se realizan a través de extractos etanólicos (Eguizábal y Moromi, 2007).

El alcohol etílico es el solvente más recomendado ya que permite extraer con más eficiencia los principios activos y bajas concentraciones de cera (Reyes, 2010). El extracto de propóleos es un producto semielaborado que se obtiene procesando los propóleos con un solvente a manera de extraer los componentes biológicamente activos (Rengifo, 2013). Los extractos así obtenidos corresponden a soluciones densas y claras, con tonalidades de color que van desde el rojo, amarillo al marrón según sea la naturaleza de la muestra. No todos los extractos extraídos con el mismo solvente dan la misma tonalidad (Salamanca, 2017).

2.2.3.1. Propiedades del Propóleo

La razón del uso del propolis en medicina, veterinaria, agricultura y apicultura, así como en la elaboración de productos farmacéuticos, radica en sus propiedades antimicrobianas, bacteriostáticas y bactericidas, proporcionadas por los ácidos benzoico, oxibenzoico, cafeico, ferúlico, los sesquiterpenos y los flavonoides (Salamanca, 2017).

Algunas de sus propiedades son muy conocidas y están bien documentadas. Entre sus principales efectos cabe destacar: efecto bacteriostático y bactericida sobre un importante número de bacterias de los géneros *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Salmonella*, *Lactobacillus*, *Proteus o escherichia coli*. Por otra parte, el propóleo aumenta la eficacia de algunos antibióticos potenciando su efecto. Asimismo, algunos estudios ponen en manifiesto una gran susceptibilidad de ciertos patógenos a la acción del propolis, efectos antifúngicos, antiviral, antiinflamatorio, analgésico, cicatrizante, estimulando y favoreciendo la regeneración tisular (Eguizábal y Moromi, 2007).

Una aproximación general de la composición del producto no es tarea fácil, aunque se ha generalizado en función de la fracción resinosa (40-50 %); ceras (8-12 %), compuestos de la fracción volátil (3-5 %), polen y materiales de aglomeración (3-5 %), provenientes principalmente de exudaciones de las plantas y del producto del metabolismo de las abejas. El estudio de los componentes del propóleo reporta hasta 300 compuestos distintos principalmente flavonoides, ácidos aromáticos, ésteres, aldehídos y cetonas, agliconas, ésteres de ácidos grasos, terpenos, esteroides, aminoácidos, polisacáridos, hidrocarburos y alcoholes, entre otros (Salamanca, 2017).

La acción antibacteriana se atribuye a sus constituyentes, principalmente a los flavonoides, ácidos grasos, ésteres, hidroxiaácidos, sesquiterpenos y demás componentes, como lo son la acacetina, crisina, galangina, pinocembrina, pinobanksina, naringenina y quercetina, que juntos

establecen un sinergismo significativo para ejercer esta actividad biológica. La actividad antimicrobiana del extracto de propóleo al 1,2 y 5% fue comprobada en bacterias Gram positivas (*Streptococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* y *Listeria monocytogenes*) y Gram negativas (*Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*), el *Streptococcus aureus* es el microorganismo gram positivo sobre el cual se encontró la mayor efectividad antimicrobiana. A altas concentraciones de propóleo, dependiendo del origen botánico, período de colecta, concentración y tipo de compuestos fenólicos presentes, se logra efecto inhibitorio del crecimiento de bacterias Gram negativas, como el *Escherichia Coli* (Navarro et al., 2018)

2.2.4. Queso Tipo Suizo

El queso andino tipo suizo es un queso con “costra” que tiene una madurez de 1 a 15 días. Fue introducido en la zona en 1975, bajo el impulso de extranjeros (de allí su nombre “queso andino tipo suizo”). Sin embargo, hoy es un producto muy típico de la zona, aunque de origen extranjero. Su modo de fabricación difiere del modo de fabricación del mantecoso (Boucher y Guégan, 2004).

La norma técnica peruana 202.091 (1982) define al queso tipo suizo como un producto madurado obtenido por separación del suero, después de la coagulación de la leche cruda, entera o reconstituida, pasteurizada o no, total o parcialmente descremada, de la crema de leche, del suero de mantequilla o de la mezcla de algunos o todos estos productos (Neyra, 2007).

En el queso, el tiempo de vida útil es afectado por factores ambientales y fisicoquímicos, por el envasado en atmósferas modificadas, por los métodos de fabricación y por el uso de compuestos activos empleados expresamente para prolongar su vida útil, pero principalmente de la calidad de la materia prima de la que procede (Carrillo y Mondragón, 2011). En el caso del queso tipo suizo, Zelada (2016) menciona que puede ser almacenado hasta 2 meses si se conserva

en una temperatura menor a los 4 °C, mientras que, Guevara y Reyes (2019) establecen que su tiempo de vida útil es de 120 días.

2.2.4.1. Valor Nutritivo del Queso

El queso contiene de forma concentrada la mayoría de los nutrientes de la leche, con excepción de la lactosa. Esto se debe en gran parte a la pérdida de agua que se produce durante la elaboración del queso. Los procesos tecnológicos empleados en la elaboración del queso no alteran el valor nutritivo de la proteína de la leche (Gil, 2010). El Contenido de proteínas varía del 10 al 30% en quesos, es por tanto un alimento proteico por excelencia. Los quesos son los alimentos más ricos en proteínas, principalmente las pastas prensadas, en las cuales el contenido de proteína (30%) supera al de la carne (20%) (Mahaut et al., 2003).

La grasa es, en general, el componente más abundante en los quesos, y durante la maduración se hidroliza en gran parte, contribuyendo al desarrollo de aromas y sabores. Por otra parte, cuanto mayor es el contenido graso de un queso mayor es su riqueza en vitaminas A Y D (Madrid, 1990).

El contenido en minerales del queso es mayor que en la leche, destacando la cantidad en calcio, que en quesos maduros puede ser de alrededor de 10 veces mayor. También destacan los contenidos de fósforo y zinc. La biodisponibilidad de todos estos minerales no se ve afectada por los procesos de elaboración del queso (Gil, 2010). Su contenido oscila entre el 1,2 y el 4,5 %, siendo los más importantes calcio, fósforo y hierro. Cuanto más fuerte es el proceso de fermentación láctica de un queso, la acidez es mayor y el contenido de sales es menor (Madrid, 1990).

2.2.4.2. Elaboración De Queso

La elaboración de queso incluye las siguientes operaciones generales:

a) Estandarización de la Leche. La estandarización de la leche tiene dos objetivos independientes: lograr un queso que tenga una composición que cumpla los estándares exigidos y hacer el uso más económico de los componentes de la leche de acuerdo con la preferencia del consumidor. El último objetivo, realmente, combina los objetivos de obtener el máximo rendimiento económico de la leche transformada en queso con el de la aceptación del consumidor de queso (en lo que respecta a grasa, agua y cuerpo del queso -proteína, aparte del flavor y del aroma). Los objetivos pueden ser no obstante conflictivos (Robinson y Wilbey, 2002).

Con el fin de librarse de las variaciones en el contenido proteico de la leche y de mejorar la aptitud para la coagulación, las industrias regulan la tasa de proteínas en las leches entre 35 y 40 g.l-1 por medio de diferentes técnicas: eliminación del agua por evaporación u osmosis inversa, concentración por nanofiltración, por ultrafiltración (la más utilizada), por microfiltración o por enriquecimientos en caseinatos (Mahaut et al., 2003).

b) Siembra de la Leche. La leche tratada térmicamente normalmente suele enfriarse a una temperatura aproximada de 30°C, dependiendo la temperatura exacta de la receta del queso. Esta temperatura es necesaria, tanto para las bacterias del cultivo iniciador inoculado, como para el subsiguiente proceso de coagulación con cuajo (Robinson y Wilbey, 2002).

Los gérmenes de los cultivos de quesería no solo se caracterizan por la producción de ácido, sino que estos también participan en la degradación de las proteínas que influye en las características específicas del producto elaborado. La tabla 1, proporciona un ejemplo de cultivos de quesería para diferentes clases de queso (Meyer, 1990).

Tabla 1*Cultivos de quesería para diferentes clases de queso*

Clase de queso	Especie	Acidificación	Cantidad
Pasta blanda y firme	<i>Streptococcus lactis</i> <i>Streptococcus cremoris</i>	Activa	2%
Pasta firme y dura	<i>Streptococcus lactis</i> <i>Lactobacillus casei</i> <i>Leuconostoc citrovorum</i>	Pasiva	4%
Pasta firme y dura	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Solo hasta pH 5	0.1%
Pasta dura	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> <i>Lactobacillus helveticus</i>	Intensa a temperaturas mayores de 40 °C	0.04%

Nota: Los resultados de la siguiente tabla fueron tomados de Meyer, 1990.

El cultivo de arranque masivo o definitivo (último volumen propagado) se añade, como indica la receta, en cantidades de 0,05 – 4 % e incluso en 5 %. La cantidad de cultivo iniciador añadida, frecuentemente está controlada por la actividad del propio cultivo, o bien porque el fabricante prefiere que las bacterias crezcan lentamente en la leche a transformar, con el objeto de que produzcan el ácido necesario para la fase siguiente. Esta “maduración” de la leche por el cultivo iniciador puede ser bastante prolongada, hasta 2h, mientras que la inoculación de cantidades mayores del cultivo de arranque (2-4%) acorta el tiempo de maduración de 5-20 min (Robinson y Wilbey, 2002).

c) Coagulación de la Caseína. La coagulación es el proceso en que las proteínas se vuelven insolubles y se solidifican transformando la leche en una sustancia semisólida y gelatinosa. La elaboración de quesos se enfoca a la coagulación de la caseína. La coagulación de esta proteína se puede provocar por acción de ácidos o por medio de enzimas. El cuajo es la enzima que coagula la leche. Existen enzimas de origen animal y microbiológico. El auténtico cuajo se extrae de los estómagos desecados de terneras lactantes (Meyer, 1990).

La coagulación de la leche ocurre en dos fases. La primera fase, que casi es independiente de la temperatura, consiste en la rotura enzimática de la cadena de aminoácidos de la k-caseína en el enlace entre el aminoácido 105, fenilalanina, y el 106, metionina. Esta escisión produce para-k-caseína insoluble y un macropéptido soluble que difunde alejándose de la micela y que posteriormente se pierde por el suero (Robinson y Wilbey, 2002). En esta fase, fase enzimática, la enzima separa la caseína en un 95% de paracaseína y un 5% de proteína de suero (Meyer, 1990).

La segunda fase, precipitación o floculación, depende más de la temperatura y solo ocurre en caliente y, aun así, únicamente en presencia de iones de calcio disponibles. La k-caseína ejerce una influencia estabilizadora sobre la micela de caseína. Cuando aproximadamente el 90% de k-caseína, ha sido transformada en para-k-caseína, se pierde dicha influencia y en presencia de suficientes iones de calcio y suficiente temperatura ($>20^{\circ}\text{C}$), las micelas de caseína se combinan formando un coagulo que engloba los restantes componentes de la leche (Robinson y Wilbey, 2002).

En la fase de coagulación, la paracaseína, el calcio y el fosfato se transforman en el paracaseinato cálcico y fosfático. Este complejo se precipita, provocando la consistencia gelatinosa de la leche cuajada (Meyer, 1990).

d) Corte de la Cuajada. El coagulo se encuentra listo para ser cortado tras un periodo de 25 min a 2 h. definido por la receta. (Robinson y Wilbey, 2002).

Los granos de cuajada están formados por un entramado de caseína que retiene la grasa y parte del suero. Cuanto más grande sean estos granos más suero retendrán. La grasa interior no se pierde, pero la situada en las superficies o caras exteriores del grano pasa en parte al suero, que suele contener de un 0,2 a un 0,7% de grasa. Cuando el corte es limpio las superficies del grano

son lisas y pierden menos grasa. Cuando el corte no es limpio las caras del grano son rugosas y presentan mucha superficie en contacto con el suero, perdiendo más grasa (Madrid, 1990).

e) Desuerado. Esta fase consiste en la eliminación, más o menos importante, del lactosuero atrapado entre las mallas del gel formado por la vía acida y/o enzimática. Esta eliminación del lactosuero será más o menos rápida según la naturaleza y la “historia” de la formación del coagulo (Mahaut et al. 2003).

Como consecuencia del corte y agitación de la cuajada se produce suero que queda en la cuba junto con los granos de dicha cuajada. La presión mecánica de la agitación sobre los granos ayuda a la separación del suero. Si a la vez se eleva la temperatura de la mezcla se produce una contracción de los granos que de esta forma sueltan aún más suero (Madrid, 1990).

f) Moldeado y Prensado. Después de la eliminación de gran parte del suero, los granos de la leche coagulada se colocan en moldes de diferentes tamaños y formas, que son los que dan la apariencia final al queso (Madrid 1990). La altura del molde de 2 a 3 veces mayor que la del queso terminado, porque el desprendimiento del suero reduce el volumen de la masa. El tamaño de los quesos de pasta blanda es pequeño para que estos puedan desuarse fácilmente, conserven su cohesión y maduren bien. Los quesos de pasta firme y dura deben tener un tamaño mayor porque de lo contrario podrían desecarse durante la maduración (Meyer, 1990).

g) Salado. La incorporación de cloruro de sodio en el queso tiene como objetivos: asegurar un desuerado complementario; contribuir eventualmente a la formación de la corteza, regular la actividad de agua (a_w) del queso que oriente y frene el desarrollo microbiano y las

acciones enzimáticas durante el afinado, aumentar el potencial organoléptico del queso (Mahaut et al., 2003).

Los quesos se sumergen en la salmuera y en la superficie superior se esparce sal seca. Los quesos deben ser volteados diariamente. La duración del salado depende del tipo de queso y de la elaboración anterior y puede alcanzar hasta 10 días. Durante el salado, se debe ajustar el pH y el contenido de sal. La cantidad de sal absorbida por los diferentes quesos varía del 1 al 5 % (Meyer, 1990).

h) Maduración. Durante la maduración, los quesos pierden peso por evaporación de parte del agua y desarrollan aromas y sabores características de cada tipo. Es necesario procurar que la pérdida de humedad sea uniforme en todos los quesos almacenados (Madrid, 1990).

La maduración está dominada por tres grandes fenómenos bioquímicos: la fermentación de la lactosa, la hidrólisis de la materia grasa y la degradación de las proteínas (Mahaut et al., 2003). En general, las bajas temperaturas lentifican el crecimiento bacteriano y todas las reacciones bioquímicas que ocurren en las cuajadas, mientras que temperaturas más cálidas aceleran tales actividades. Es más, la actividad puede aumentar tanto, que la calidad del queso puede verse afectada adversamente, puesto que es importante que no todas las reacciones aumenten a la misma velocidad y la predominancia relativa de alguna de las rutas metabólicas pueden dar origen a sabores desagradables. Por lo tanto, un queso madurado lentamente a una temperatura baja (4°C) no tendrá el mismo sabor y aroma que un queso mantenido a 15 °C y consecuentemente las altas temperaturas tienen que controlarse cuidadosamente (Robinson y Wilbey, 2002).

2.2.4.3. Calidad microbiológica y sensorial del queso

a) **Calidad Microbiológica.** Respecto a la calidad de un alimento se debe considerar el aspecto microbiológico, que resulta elemental ya que afecta a la conservación y la vida útil del producto, además los microorganismos pueden ser causantes de enfermedades conocidas como enfermedades transmitidas por los alimentos (Andino y Castillo, 2010).

La presencia de ciertos microorganismos indeseables puede producir defectos de presentación y algunas veces una alteración en la textura y de la corteza, lo que implica modificaciones en las cualidades organolépticas del producto final (Mahaut et al., 2003).

La alteración de los quesos es principalmente de dos tipos: el crecimiento superficial de microorganismos, normalmente mohos y la producción de gas, alteración del sabor y aroma, debida al crecimiento de microorganismos en el interior de la masa del queso. En cuanto a mohos produce una alteración visible, muchas veces acompañada de una lipólisis y proteólisis intensa, siendo los responsables más frecuentes de esta alteración los *Penicillium* en un 60 – 80% de los casos y *Aspergillus* (Varnam y Sutherland, 1995).

La hinchazón precoz en la consecuencia del desarrollo de colibacterias y levaduras durante el prensado y los primeros días de maduración. Estos gérmenes producen gases que provocan la hinchazón (Meyer, 1990).

Las causas más comunes de deterioro son la excesiva deshidratación superficial y el crecimiento de microorganismos como hongos y levaduras, que causan sabores y aromas extraños, una textura babosa y una alteración visual importante (Mahaut et al., 2003).

En la tabla 3, se muestran los criterios microbiológicos correspondientes a quesos madurados, según la R.M N° 591.2008/ MINSA (2008), para ser considerados aptos para el consumo humano.

Tabla 2*Criterios microbiológicos de quesos madurados*

Agente microbiano	Categoría	Clase	N	C	Limite por g	
					M	M
Coliformes /g	5	3	5	2	2×10^2	10^3
<i>Staphylococcus aureus</i> /g	8	3	5	1	10	10^2
<i>Listeria monocytogenes</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	—
<i>Salmonella</i> sp/25g	10	2	5	0	Ausencia /25 g	—

Nota. “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” R.M N°591.2008/ 071 MINSA/DIGESA. Lima Perú.

b) Calidad Sensorial. La calidad de un alimento está determinada por diferentes aspectos: cantidad y calidad de los nutrientes que lo contienen y la calidad y seguridad sanitaria. Sin embargo, lo que determinará la aceptación o rechazo del mismo está relacionado con la percepción subjetiva del consumidor, es decir aspectos ligados a la preferencia del color, sabor, textura, consistencia, presentación, etc. del producto. Por esto es importante que al introducir un alimento al mercado o cambiar algún aspecto del mismo realizar pruebas sensoriales al grupo al cual va dirigido el alimento (Liria, 2007).

El queso tipo suizo posee la siguiente descripción sensorial: la corteza es firme de color amarillo marrón, la cuajada es de color variable entre blanco marfil y amarillento, dependerá del contenido de grasa y carotenoides de la leche, cuanto más grasa tiene la leche, será más amarillo y de textura blanda. Se considera graso, pero no untado, ya que suele presentarse en láminas o lonchas. Tiene pocos agujeros de gas, los que hay se deben a las bacterias propiónicas del cultivo iniciador, cuando se utilizan, el tamaño de los mismos está entre 0.5 y 10 mm. El aroma es suave

y limpio, nada de aromas extraños, la intensidad de su aroma dependerá del tiempo de maduración (Orberá, 2004).

Evaluar o analizar sensorialmente un queso, consiste en examinarlo mediante nuestros sentidos con el objeto de captar y valorar los caracteres que se perciben a través de ellos. Como estos caracteres desempeñan un papel determinante en la decisión de compra del producto por el consumidor, el análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los quesos (Coste, 2005).

El queso, como cualquier alimento, además de cumplir con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, debe tener buen sabor, es decir, debe pasar el examen sensorial, ya que la finalidad de los alimentos, es, además de nutrir al hombre sin perjudicar su salud, que resulte agradable al paladar. Durante las catas, se destacan las características del sabor, aromas, textura, color y vista (Heredia, 2011)

CAPITULO III

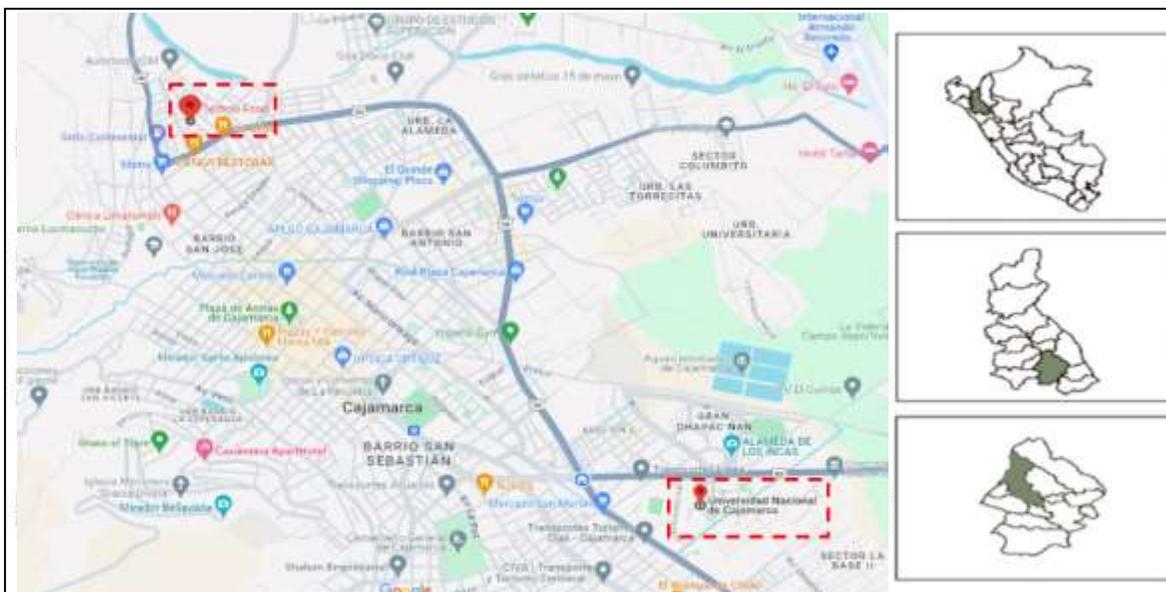
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

La presente investigación se desarrolló en 2 etapas. La primera, elaboración de las muestras (queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila y EEP), en las instalaciones de la empresa de alimentos Techno Food EIRL, ubicada en el jr. Las orquídeas 280. Mientras que la segunda, evaluación sensorial y microbiológica de las mismas, en el Laboratorio de E.A.P. de Ingeniería en Industrias Alimentarias y en el de Microbiología de Alimentos y Aguas, respectivamente, de la Universidad Nacional de Cajamarca. En la figura 2 se muestra la ubicación de ambas en la ciudad de Cajamarca, la cual presenta las siguientes características geográficas: altitud 2750 msnm, Longitud: $078^{\circ}30'0.97''$, Latitud: $S7^{\circ}9'49.61''$, temperatura promedio 14°C y humedad relativa 78%.

Figura 2

Mapa de ubicación del trabajo de investigación



Nota. En la parte superior izquierda, la ubicación de la empresa de alimentos Techno Food EIRL. En la parte inferior derecha, la de la Universidad Nacional de Cajamarca. Fuente: Google Maps (2023).

3.2. Materiales

3.2.1. *Materias primas e insumos*

Para la elaboración del queso tipo suizo

- Leche (60 litros)
- Cajujo
- Cloruro de calcio (CaCl_2)
- Cultivo R 707
- Sal

Para la elaboración del recubrimiento comestible

- sábila (*Aloe vera*) proveniente del mercado central de abasto de la ciudad de Cajamarca, la cuales presentaron entre 30 - 60 cm de largo y de 1.5 a 2 cm de espesor.
- Extracto etanólico de propóleo (EEP) comercial al 30% proveniente de la apícola RODYSAN. El extracto etanólico de propóleo se prepara utilizando como liquido de maceración alcohol etílico al 96% (grado alimentario). Para ello primero se introduce el propóleo a temperaturas por debajo de 15°C , pues su consistencia pasa de pegajosa y maleable a dura y frágil. Propiedad que sirve para luego triturarlo y conseguir así un polvo homogéneo. Seguido, se introduce el propóleo molido en un recipiente de vidrio opaco hermético juntamente con el alcohol, durante 30 días, removiéndolo una vez cada día. Acabada la maceración, se filtra a través de papel filtro, y se vuelve a guardar en un recipiente de vidrio opaco. Por lo general, presenta las siguientes características: color: predominan los colores marrones y pardos, sabor: amargo y olor: resinoso fuerte (picante en la nariz, aromático y balsámico)
- Glicerol grado alimenticio.

Equipos, Materiales e Instrumentos

- Cocina
- Baldes
- Filtros
- Ollas
- Moldes para queso
- Mesa de trabajo
- Refrigeradora
- Termómetro
- Jarras
- Tablas de picar
- Cuchillos
- Licuadora
- Recipientes de vidrio
- Balanza gramera
- Balanza (capacidad 10 kg)
- Empacadora al vacío.
- Cartilla de análisis sensorial

3.2.2. Material Complementario

- Alcohol
- Marcador indeleble
- Vasos descartables
- Platos descartables

3.3. Metodología

3.3.1. Factores de estudio, niveles y tratamiento en estudio

Los factores que se evaluaron en la presente investigación fueron dos principales: la sábila (*Aloe vera*) y el extracto etanólico de propóleo (EEP), ambos con propiedades antimicrobianos y conservantes naturales. La sábila se evaluó en tres concentraciones: 40 %, 70 % y 95 %, y el extracto de propóleo se evaluó en tres concentraciones concretas: 1 %, 2 % y 3 %. Las formulaciones (Tabla 3) fueron elegidas a partir de los antecedentes, con el fin de evaluar el efecto de ambos compuestos en las características sensoriales y microbiológicas del queso tipo suizo durante 90 días de almacenamiento a 5 °C.

Tabla 3.

Formulaciones para la elaboración de los recubrimientos, los cuales fueron los tratamientos de estudio.

Tratamientos (Concentrado)	Clave de los tratamientos
40 % sábila (<i>Aloe vera</i>) + 1% EEP	T1
70 % sábila (<i>Aloe vera</i>) + 2% EEP	T2
95 % sábila (<i>Aloe vera</i>) + 3% EEP	T3
testigo	T4

3.3.2. Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue un diseño completamente al azar (DCA), que consistió en distribuir de manera uniforme a los panelistas encargados de evaluar las muestras. A cada panelista se le proporcionó la prueba de los quesos recubiertos con los tratamientos descritos en la tabla anterior.

Los tratamientos estuvieron conformados por las tres formulaciones de recubrimientos comestibles y un testigo, tal como se detalla en la tabla correspondiente. En este contexto, las repeticiones estuvieron representadas por cada uno de los panelistas, quienes evaluaron las características sensoriales de los diferentes tratamientos, permitiendo obtener un análisis objetivo y sistemático de los resultados.

3.3.3. Trabajo de campo

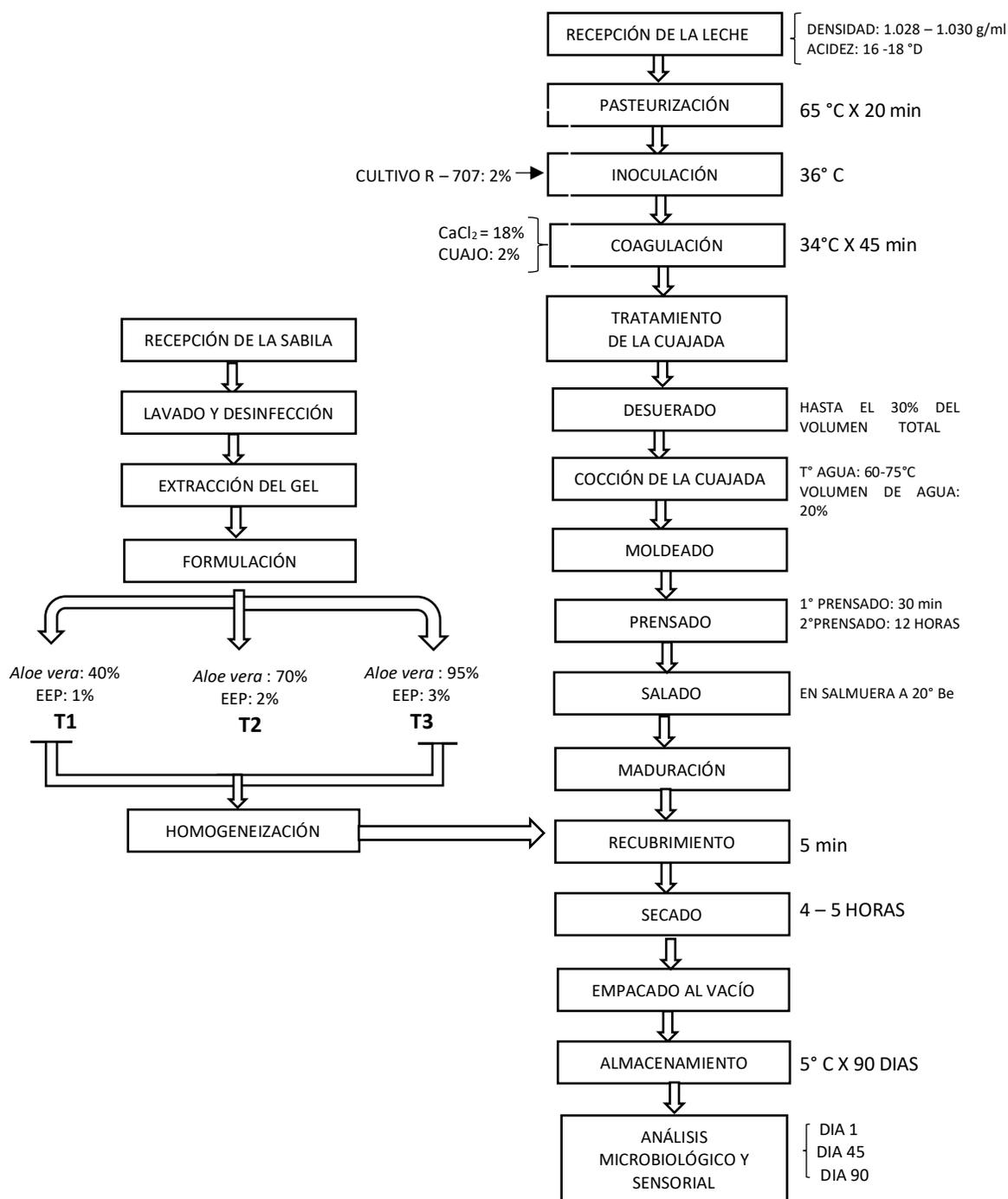
La obtención de queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila (*Aloe vera*) y EEP se realizó según al flujograma que se muestra en la figura 3, el cual fue adaptado de CEDEPAS Norte (2016). Se elaboró queso tipo suizo, obteniendo 12 unidades de 500 g. aproximadamente, las cuales fueron recubiertas mediante inmersión por los recubrimientos comestibles de sábila y EEP, para después ser almacenadas a 5° C por 90 días.

A. Elaboración de queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila (*Aloe vera*) y EEP

a) Recepción. Se recepcionó 60 litros de leche. En esta etapa se realizó la evaluación organoléptica y fisicoquímica de la misma para garantizar su calidad y que sea apta para el proceso. Se midió la acidez, la cual estuvo a en 17 °D, y la densidad, 1.030 g/ml. La acidez desarrollada es un parámetro que nos permite determinar el grado de deterioro de la leche por el desarrollo de gérmenes contaminados. El rango normal de acidez es de 16 a 18° Dórníc (°D). Mientras que, la prueba de la densidad se realiza con la finalidad de saber con qué calidad de leche estamos trabajando y saber el rendimiento que obtendremos al final (CEDEPAS Norte, 2016).

Figura 3

Diagrama de flujo del experimento - obtención de queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila (*Aloe vera*) y EEP.



Nota: Adaptado de CEDEPAS Norte (2016).

b) *Pasteurización.* Es un proceso que combina tiempo y temperatura, cuyo objetivo es destruir los microorganismos patógenos que se pueden encontrar en la leche cruda (Pino, 2020). Se pasteurizo la leche a 65°C por 20 minutos.

c) *Inoculación.* La leche tratada térmicamente normalmente suele enfriarse a una temperatura aproximada de 30°C, dependiendo la temperatura exacta de la receta del queso. Esta temperatura es necesaria, tanto para las bacterias del cultivo iniciador inoculado, como para el subsiguiente proceso de coagulación con cuajo (Robinson y Wilbey, 20 02). En esta etapa la leche tratada se enfrió a una temperatura de 36°C, seguido se adicionó el cultivo R-707 en la cantidad de 2 %.

d) *Coagulación.* La coagulación es el proceso en que las proteínas se vuelven insolubles y se solidifican transformando la leche en una sustancia semisólida y gelatinosa. La elaboración de quesos se enfoca a la coagulación de la caseína. La coagulación de esta proteína se puede provocar por acción de ácidos o por medio de enzimas (Meyer, 1990). La coagulación se realizó a 34° C y se adiciono en primer cloruro de calcio (18 %), seguido del cuajo (2 %) y se dejó reposar por 45 minutos.

e) *Tratamiento de la Cuajada.* El coagulo se encuentra listo para ser cortado tras un periodo de 25 min a 2 h (Robinson y Wilbey, 2002). Para esto se cortó la cuajada en forma vertical y horizontal, seguido se dejó reposar de 5 a 10 minutos. Luego se buscó en lo posible que los granos de cuajada presente el mismo tamaño, siempre agitando lentamente.

Los granos de cuajada están formados por un entramado de caseína que retiene la grasa y parte del suero. Cuanto más grande sean estos granos más suero retendrán. La grasa interior no se pierde, pero la situada en las superficies o caras exteriores del grano pasa en parte al suero, que suele contener de un 0.2 a un 0.7% de grasa (Antury et al., 2021).

f) Desuerado. Como consecuencia del corte y agitación de la cuajada se produce suero que queda en la cuba junto con los granos de dicha cuajada. La presión mecánica de la agitación sobre los granos ayuda a la separación del suero. Si a la vez se eleva la temperatura de la mezcla se produce una contracción de los granos que de esta forma sueltan aún más suero (Antury et al., 2021). Esta fase consistió en la eliminación del lactosuero atrapado entre las mallas del gel formado por la vía enzimática, se eliminó la tercera parte del volumen total del volumen inicial.

g) Cocción de la cuajada. Es la mezcla de los granos de cuajada con agua caliente, con el propósito de acelerar el proceso de desuerado y diluir la concentración de lactosa permitiendo regular la acidificación en el queso (CEDEPAS Norte, 2016). En esta etapa se adiciono agua caliente (65 y 75 °C) con la finalidad de obtener una cuajada a 45 °C y se mantuvo así por un tiempo de 30 minutos. Este batido se realizó de manera enérgica y rápido.

h) Moldeado. Después de la eliminación de gran parte del suero, los granos de la leche coagulada se colocan en moldes de diferentes tamaños y formas, que son los que dan la apariencia final al queso (Antury et al., 2021). los granos de cuajada se colocaron en moldes higienizado y esterilizados de 500 gramos.

i) Prensado. Para eliminar el suero y el queso se ponga más firme, el prensado debe ser muy suave al comienzo y después puede aumentarse la presión paulatinamente. Si el queso es sometido a una fuerte presión desde el comienzo, evita la salida de humedad interna ocasionando un queso lloroso ó una masa interior blanda y ácida (CEDEPAS Norte, 2016). En esta etapa los quesos se prensaron para unir el grano, acelerar la expulsión del suero y dar definitivamente el formato deseado. Se realizo de forma artesanal, colocando peso sobre los moldes de queso. Se realizo en 2 tiempos: primer prensado, 30 minutos y el segundo prensado por 12 horas.

j) Salado. Los quesos se sumergen en la salmuera y en la superficie superior se esparce sal seca. Los quesos deben ser volteados diariamente. La duración del salado depende del tipo de queso y de la elaboración anterior y puede alcanzar hasta 10 días (Antury et al., 2021). Se sumergieron los quesos en salmuera con concentración de 20 °Bé por 12 horas.

k) Maduración. El propósito de la maduración es permitir que las bacterias benéficas (bacterias ácido lácticas) y enzimas transformen la cuajada fresca en un queso de textura, sabor y apariencia específica (Gómez, 2023). En esta etapa se mantuvieron los quesos a temperatura de ambiente en andamios de madera por un tiempo de 5 días.

l) Recubrimiento. El recubrimiento de un queso una vez que ha acabado la maduración se realiza para proteger el queso contra microorganismos y otros contaminantes, para protegerlo contra los daños materiales que pudiera sufrir durante el transporte y la distribución y/o para darle un aspecto concreto (Gómez, 2023).

Previamente, se elaboraron los tres recubrimientos comestibles (mediante el procedimiento establecido en el punto B), un kilogramo para cada tratamiento. Una vez obtenidos, se recubrieron 3 unidades de queso tipo suizo por cada tratamiento mediante inmersión, lo cual consistió en sumergir los quesos en la solución preparada de los recubrimientos comestibles por un tiempo de 5 min. Es importante que una vez retirado de la solución se deje drenar el excedente de solución para lograr un recubrimiento uniforme (Parzanese, 2012).

m) Secado. Es una de las operaciones unitarias importantes en la elaboración de alimentos, para su conservación, al reducir la cantidad de humedad en la matriz alimentaria a niveles que ralentizarán e inhiben la actividad microbiana, enzimática y la calidad del producto asociada al deterioro (Antury et al., 2021). Una vez recubiertos los quesos, se dejaron secar por un tiempo de 4 a 5 horas a temperatura ambiente y aire por convección forzada.

n) Empacado al vacío y Almacenamiento. El vacío es un modo de conservación de alimentos muy práctico y sencillo. Se trata de extraer el aire que rodea al producto que se va a envasar. Si el proceso se realiza de forma adecuada la cantidad de oxígeno residual es inferior al 1%. De este modo se consigue una atmósfera libre de oxígeno con la que se retarda la proliferación de bacterias y hongos que necesitan este elemento para sobrevivir, lo que posibilita una mayor vida útil del producto. El envasado al vacío se complementa con otros métodos de conservación ya que después, el alimento puede ser refrigerado o congelado (Antury et al., 2021). Los quesos recubiertos se empacaron al vacío en bolsas de polietileno de baja densidad y se almacenaron a 5° C por un tiempo de 90 días.

B. Elaboración recubrimiento comestible de sábila (*Aloe vera*) y EEP

Para la elaboración del recubrimiento comestible se partió de los resultados de la investigación de Restrepo (2009), quien realizó ensayos preliminares con concentraciones de 10 % hasta un 60 % de gel, obteniendo los mejores resultados a concentraciones entre 30 y 60 % de gel de sábila (*Aloe vera*). El procedimiento para la elaboración de los recubrimientos comestibles fue el siguiente:

a) Recepción. Se utilizó penca de sábila (*Aloe vera*) provenientes del mercado central del municipio de Cajamarca. De la cual se seleccionaron las hojas libres de abolladuras, cicatrices y teniendo en cuenta que presentasen las siguientes características: de 30 a 60 cm de largo, de 5 a 12 cm de base y de 0.8 a 3 cm de espesor (Eduardo, 2016).

b) Lavado y Desinfección. Se lavaron las hojas seleccionadas con agua potable, con el fin de eliminar suciedad, restos de tierra, contaminantes físicos y en reducir la carga microbiana. Seguido se desinfectaron en solución de hipoclorito de sodio (4%) a 50 ppm.

c) Extracción del Gel. Se realizó de manera manual, consistió en cortar con un cuchillo, 2 cm aproximadamente de la base de la hoja para evitar el contacto con el acíbar de color amarillo, que le adjudica un sabor amargo al gel. Seguido se cortó el extremo superior y sus partes laterales en donde se encuentran pequeñas espinas, para luego extraer la pulpa interna o gel mucilaginoso, separando las partes de las hojas adheridas a él por medio de un corte con cuchillo (Antury et al., 2021). Es importante recalcar que se eliminó por completo las hojas o corteza de la sábila a fin de evitar la presencia de aloína (sustancia con propiedades laxantes y sabor amargo). El gel extraído se seccionó en partes pequeñas con el fin de disminuir el tiempo de homogeneización.

d) Formulación de los recubrimientos. Para la formulación de los recubrimientos comestibles, se tomó como base los resultados de la investigación de Restrepo (2009), por lo que se estableció concentraciones de: 40 %, 70 % y 95 % de gel de *Aloe vera*. En cuanto al EEP, Pastor et al. (2015) emplearon formulaciones que contenían 0 %, 0.5 % y 1.5 % de EEP determinando que la incorporación de la dosis más baja de EEP mejora notablemente la apreciación sensorial del propóleo puro. Para darle plasticidad al recubrimiento se usó 2 % de glicerol, debido a que en recubrimientos de aloe evita que haya pérdidas de peso y da mayor plasticidad al recubrimiento (García et al. 2017). Se elaboraron recubrimientos comestibles con las siguientes concentraciones de gel de sábila (*Aloe vera*) y EEP:

T1: 40 % sábila (*Aloe vera*) + 1% EEP + 2% glicerol + agua destilada.

T2: 70 % sábila (*Aloe vera*) + 2% EEP + 2% glicerol + agua destilada.

T3: 95 % sábila (*Aloe vera*) + 3% EEP + 2% glicerol.

Seguido se pesaron cada uno de los ingredientes en base a 1 Kg de recubrimiento comestible, para cada tratamiento. Cantidad necesaria para realizar el recubrimiento de las unidades de los quesos tipo suizo mediante inmersión.

e) Homogeneización. Se mezclaron cada uno de los ingredientes pesados según las formulaciones establecidas y se homogenizaron por un tiempo de 2 minutos haciendo uso de una licuadora. El recubrimiento obtenido se conservó a 5° C hasta su utilización el mismo día.

3.3.4. Análisis Microbiológico Del Queso Tipo Suizo Con Recubrimiento Comestible De Sábila (*Aloe vera*) Y EEP

Se realizaron análisis microbiológicos en tres determinados momentos: En el día 1, a los 45 días y a los 90 días de almacenamiento. Se realizaron en el laboratorio de Microbiología de Alimentos y Aguas, del departamento Académico de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Cajamarca. Se usó como una referencia a la NTS N° 071-2008 MINSA/DIGESA.V.01, en el artículo 15°- Criterios microbiológicos para quesos madurados. Requisitos: Coliformes, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella sp.*

A) Recuento de Coliformes. Se preparó 225 ml de caldo peptonado en un matraz estéril, luego en cada tubo se colocó 9 ml de caldo peptonado tamponado, se hizo las diluciones hasta 10^2 , se agregó 1 ml en cada uno de las diluciones, aparte se preparó en una gradilla con tres series de tres tubos con campana de Durham de caldo lactosa que contenían 10 ml, se agregó 1 ml a cada uno de los positivos y se incubó a una temperatura de $36 \pm 1^\circ\text{C}$, los positivos se sembraron en cada tubo con campana de caldo verde brillante. Luego se procedió a incubar por 24 horas a $42 \pm 1^\circ\text{C}$, después de incubar se hizo la lectura y para considerar como positivos se observó la presencia de gas en cada tubo con campana.

B) Recuento de *Staphylococcus aureus*. Se preparó 225 ml de caldo peptonado tamponado en un matraz estéril a doble concentración, se añadió 25 gr de la muestra, se homogenizo y se incubo por un espacio de 24 horas a 36 °C. Se realizo diluciones decimales hasta 10⁻³ en APE 0,1% y a partir de cada una se inocularon, por vaciado o agotamiento en placa por duplicado, Baird Parker que se incubo a 35°C por 48 h en atmósfera aerobia. Se consideraron sospechosas las colonias que presentaron una coloración negra o gris con zonas parcialmente opacas.

C) Recuento de *Listeria monocytogenes*. Se preparó 225 ml en un matraz estéril de caldo peptonado tamponado y se agregó 25 gr de muestra, se sembró en agar sangre 1 ml en cada placa y se llevó a incubar por 24 horas a 36 ±1 °C, para luego realizar la lectura.

D) Recuento de *Salmonella sp*: Se preparó 225 ml de caldo peptonado tamponado en un matraz estéril a doble concentración, se añadió 25 gr de la muestra, se homogenizo y se incubo por un espacio de 24 horas a 36 °C. Luego se sembró por estriado en un Agar SS, Agar Bismuto sulfa y agar MacConkey. Seguido se incubo por 24 horas a una temperatura de 36 ±1 °C, para luego hacerse la lectura.

3.3.5. Análisis sensorial del queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila (*Aloe vera*) y EEP

Evaluar o analizar sensorialmente un queso, consiste en examinarlo mediante nuestros sentidos con el objeto de captar y valorar los caracteres que se perciben a través de ellos. Como estos caracteres desempeñan un papel determinante en la decisión de compra del producto por el consumidor, el análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los quesos (Coste, 2005).

Las pruebas sensoriales afectivas se realizan con personas no seleccionadas ni entrenadas, las que constituyen los denominados jueces afectivos. Los resultados que de las mismas se

obtienen siempre permitirán conocer la aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado de uno o varios productos por lo que es importante que las personas entiendan la necesidad de emitir respuestas lo más reales posibles (Espinosa, 2007). Para realizarlas se utiliza un mínimo de 30 jueces no entrenados, que deben ser consumidores habituales o potenciales del alimento a evaluar (Anzaldúa, 1994).

- a) **Apariencia exterior:** consiste en el examen visual de la muestra de queso, se busca tenga una consistencia semidura, una textura compacta y lisa, que el color sea crema amarillenta de tonalidad uniforme (Coste, 2005).
- b) **Textura:** Conjunto de propiedades físicas que dependen de la estructura tanto macroscópica como microscópica del alimento y que puede ser percibida por medio de receptores táctiles de la piel y los músculos bucales, así como también a través de los receptores químico del gusto y los receptores de la vista (Espinosa, 2007).
- c) **Color:** El agente colorante en la leche responsable del color de los quesos es el caroteno, un pigmento amarillo con ligeros tintes naranjas, que se encuentra contenido en la grasa de la leche. Como dicha grasa pasa en su mayor parte al queso, se produce una concentración de este color después de la coagulación. Consiste en el examen visual de la superficie de corte del queso. Es el examen visual de la masa o pasta del queso (Coste, 2005).
- d) **Olor:** Se determina directamente al acercar el queso a la nariz. Debe analizarse antes de introducir el queso en la boca, ya que de otra forma se confundiría con el aroma (Coste, 2005).
- e) **Sabor:** El gusto o sabor básico de un alimento puede ser ácido (agrio), dulce, salado o amargo; o bien, puede haber una combinación de dos o más de estos cuatro. Esta propiedad es detectada por medio de la lengua (Anzaldúa, 1994).

Cada uno de los tratamientos y el control fueron evaluados en los días 1, 45 y 90 por 30 jueces no entrenados. Cada juez evaluó los atributos de apariencia exterior, textura, color, olor y sabor; para lo cual se le entregó la cartilla de evaluación (anexo 5) con la siguiente escala hedónica: 1 (Me disgusta mucho), 2 (Me disgusta), 3 (Ni me gusta ni me disgusta), 4 (Me gusta), 5 (Me gusta mucho)

Las escalas hedónicas verbales recogen una lista de términos relacionados con el agrado o no del producto por parte del consumidor. Pueden ser de cinco a once puntos variando desde el máximo nivel de gusto al máximo nivel de disgusto y cuenta con un valor medio neutro, a fin de facilitar al juez la localización de un punto de indiferencia (Espinosa, 2007).

3.4. Análisis Estadístico

Los datos que se derivaron de las características sensoriales del queso tipo suizo fueron tabulados y analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con la finalidad de determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, los cuales corresponden a las diferentes formulaciones de recubrimientos comestibles de sábila y extracto etanólico de propóleo. Cuando el ANOVA reflejó diferencias significativas se realizó la prueba de comparación múltiple de Tukey para determinar que tratamiento hace la diferencia frente al control.

El resultado obtenido se muestra en tablas y en figuras para facilitar su interpretación y así tener una visión más clara del comportamiento de las variables analizadas durante el tiempo de almacenamiento. Las tablas y figuras no sólo permitieron ver la tendencia general de las características sensoriales y del análisis microbiológico, sino que también dejaron evidenciar los efectos de las formulaciones con diferentes concentraciones de sábila con propóleo, donde se evidenció la efectividad de los tratamientos más concentrados del control.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis de las características sensoriales

Para los resultados y discusión de las características sensoriales se tuvo en cuenta los datos obtenidos al día 90 de almacenamiento, puesto que, según la literatura citada, es el tiempo promedio de vida útil del queso tipo suizo, es decir aun muestra condiciones aptas para su consumo.

Análisis de la apariencia exterior

Los resultados de la aplicación del análisis de la varianza para la variable apariencia exterior a los 90 días de almacenado en el queso tipo suizo (tabla 4) demuestran que, efectivamente, los tratamientos tienen una influencia significativa sobre la apariencia; el valor de significación que se obtuvo fue de 0.013 que es menor al nivel de significación establecido de 0.05, lo que significa que existe diferencia significativa de algún tratamiento en comparación con los demás, siendo éste el indicador que las formulaciones de recubrimiento a base de sábila (*Aloe vera*) y de extracto etanólico de propóleo, influyen en la apariencia exterior de los quesos.

El coeficiente de variación obtenido es de 10.85 % que indica una moderada variabilidad en los resultados de apariencia exterior dentro de cada tratamiento evaluado, además de indicar la confiabilidad en los resultados obtenidos para la apariencia exterior del queso suizo.

La prueba de Tukey (ver Tabla 5) demuestra que tras 90 días de almacenamiento del queso con la aplicación del recubrimiento correspondiente al tratamiento T3, que corresponde la formulación con un 95 % de sábila y un 3 % de extracto etanólico de propóleo (EEP), el queso alcanzó el mayor puntaje en cuanto a la apariencia exterior, con un promedio de 3.60; es decir, el T3 mejora la apariencia del queso en relación a la del tratamiento control. En contraste, el control,

al cual no se le aplicó recubrimiento, alcanzó el menor puntaje, con un valor de 3.13, o sea, la ausencia del recubrimiento influye negativamente sobre la apariencia exterior del queso.

Los tratamientos T2 y T1, que consisten en formulaciones con 70 % de sábila y 2 % de EEP, y 40 % de sábila y 1 % de EEP, respectivamente, presentaron puntajes intermedios, con valores de 3.57 y 3.17, lo que significa que no presentan diferencias significativas con el tratamiento T3, pero tampoco se diferencian significativamente del control. Este comportamiento indica que estas formulaciones tienen un efecto positivo en la apariencia exterior, aunque no tan marcado como el tratamiento con la concentración más alta de sábila y extracto de propóleo.

Los resultados muestran que el uso de recubrimientos comestibles a base de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo influye en la apariencia exterior del queso tipo suizo durante el almacenamiento. Estos resultados guardan relación con los de Salas (2019), quien en su trabajo evidenció que los recubrimientos con compuestos naturales, como el *Aloe vera*, contribuyen al control de deterioros superficiales en alimentos. Además, sostiene que el aumento de la concentración mejorar su efectividad, lo que es confirmado en este estudio al emplear mayores proporciones de sábila, especialmente en el tratamiento T3. Por otra parte, la investigación de Serrano (2017) también respalda estos resultados, al demostrar que concentraciones elevadas de *Aloe vera* (70 - 90 %) tienen un efecto positivo en la inhibición microbiana sin afectar la apariencia.

Efecto que también se le atribuye al extracto etanólico de propóleo pues lo observado en este estudio concuerda con los trabajos de Carrera (2016) y Cedeño y Palma (2022), quienes reportaron que el propóleo mantiene la calidad microbiológica y conserva las características sensoriales en quesos. Los autores coinciden al indicar que la aplicación de propóleo es efectiva para reducir deterioros y preservar la calidad del queso en condiciones de almacenamiento.

Los resultados se fundamentan en las propiedades de los recubrimientos comestibles y los compuestos activos involucrados. Como lo indica Parzanese (2012), los recubrimientos comestibles funcionan como barreras protectoras contra agentes externos, minimizando la pérdida de humedad y el deterioro superficial del alimento. Además, la capacidad de los recubrimientos para incorporar agentes activos, como antimicrobianos y antioxidantes, permite mejorar la calidad del producto al controlar el crecimiento microbiano y retardar los cambios fisicoquímicos en la superficie (Fernández y Mate, 2011). En este caso, los compuestos activos presentes en la sábila, como las saponinas, las antraquinonas y el acemanano, son responsables de sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes, lo que contribuyó directamente a la mejora de la apariencia del queso (Martínez et al., 2016). Por su parte, el propóleo, gracias a su alta concentración de flavonoides y compuestos fenólicos (Navarro et al., 2018)., actuó como una barrera adicional contra factores que deterioran la calidad visual del producto

Tabla 4

Análisis de la varianza (ANOVA) para la apariencia exterior del queso tipo suizo (Datos transformados con \sqrt{y}).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Tratamientos	3	0.4421	0.14738	3.74	0.013
Error	116	4.5764	0.03945		
Total	119	5.0186			

Nota: El análisis de varianza para la apariencia exterior fueron calculados con datos transformados.

CV = 10.85 %

Tabla 5

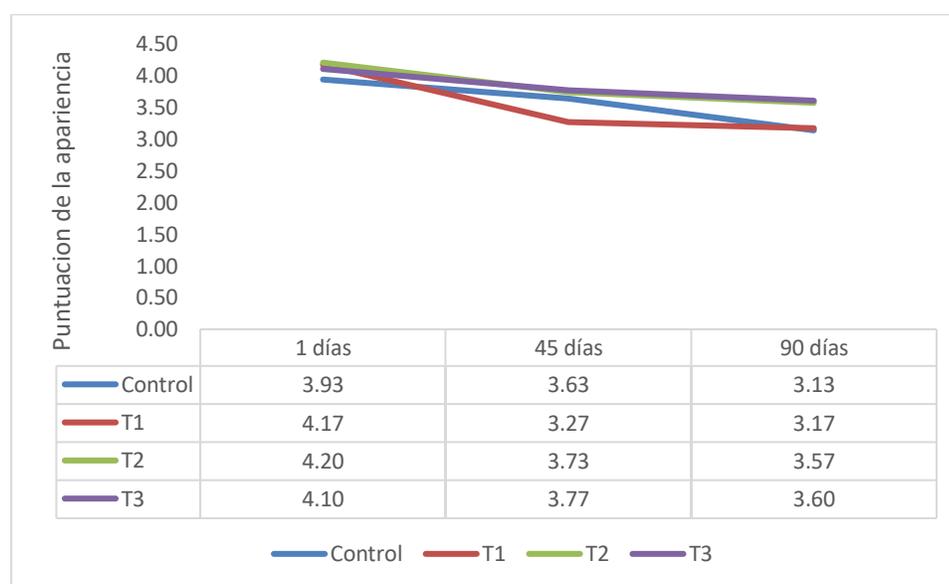
Prueba de Tukey para la apariencia exterior del queso tipo suizo.

Tratamientos	Puntaje de la apariencia exterior	Agrupación
T3	3.60	A
T2	3.57	AB
T1	3.17	AB
Control	3.13	B

Nota: Los resultados de la tabla representa la media de las puntuaciones para la apariencia exterior

Figura 4.

Apariencia exterior del queso tipo suizo durante período de 90 días de almacenamiento a 5 °C.



Nota: Los resultados de la figura representa la media de las puntuaciones para la apariencia exterior

Durante el período de almacenamiento de 90 días a 5 °C, la apariencia exterior del queso tipo suizo mostró una tendencia general de disminución progresiva en todos los tratamientos evaluados. Las puntuaciones iniciales más altas se observaron en los tratamientos con recubrimientos a base de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo (EEP), destacándose

el tratamiento T3, que comenzó con una puntuación de 4.10 y finalizó con 3.60. Este tratamiento mantuvo consistentemente la mejor apariencia en comparación con los demás. De manera general, la tendencia de los resultados muestra que los tratamientos con recubrimientos (T1, T2 y T3) mantuvieron una mejor apariencia exterior del queso en comparación con el control a lo largo de los 90 días de almacenamiento.

Los resultados anteriores se basan en que la sábila, debido a su composición rica en polisacáridos, saponinas y antraquinonas, funciona como una barrera física que minimiza la pérdida de humedad y retarda el deterioro superficial del queso (Martínez et al., 2016). Además, sus propiedades antimicrobianas, atribuidas al acemanano y otros compuestos fenólicos, contribuyen a inhibir el crecimiento de microorganismos que afectan la calidad visual (Fernández y Mate, 2011). Por su parte, el propóleo, rico en flavonoides y ácidos fenólicos, refuerza la acción antimicrobiana y antioxidante, retardando el deterioro causado por factores ambientales y biológicos (Navarro et al., 2018).

Análisis de la Textura

El análisis de varianza realizado para la variable textura, después de un período de 90 días de almacenamiento a 5 °C (Tabla 6), evidencia que los tratamientos tienen un efecto significativo sobre esta característica del queso tipo suizo. El valor de significación obtenido fue de 0.0329, el cual es menor que el nivel de significancia establecido de 0.05. Esto indica que existe una diferencia significativa en la textura del queso entre los tratamientos evaluados por lo que, los recubrimientos a base de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo (EEP) influyen en la conservación de la textura del queso durante el almacenamiento en frío.

El coeficiente de variación obtenido fue de 11.51 %, el cual indica una variación moderada de los resultados en la textura dentro de cada tratamiento. Además, indica la confiabilidad de los resultados obtenidos respecto a la textura del queso suizo.

La prueba de Tukey (Tabla 7) realizada para la textura del queso tipo suizo, evaluada después de 90 días de almacenamiento a 5 °C, muestra que el tratamiento T3, que corresponde a la formulación con 95 % de sábila y 3 % de extracto etanólico de propóleo (EEP), obtuvo el puntaje más (3.500). Este resultado indica que el T3 logra mantener una buena textura en comparación con el control, cuyo puntaje fue de 3.033. La diferencia entre estos dos tratamientos muestra que el recubrimiento con altas concentraciones de sábila y propóleo tiene un efecto positivo en la preservación de la textura del queso durante el almacenamiento en frío.

Los tratamientos T2 y T1, correspondientes a formulaciones con 70 % de sábila y 2 % de EEP y 40 % de sábila y 1 % de EEP, respectivamente, se ubicaron en las categorías A y AB. El tratamiento T2 fue agrupado junto con T3 en la categoría A, lo que indica que su efecto sobre la textura del queso es similar al del tratamiento con la mayor concentración de recubrimiento. En contraste, el tratamiento T1 fue clasificado en la categoría AB, lo que implica que no presenta diferencias significativas con T2 ni con el control. Este comportamiento intermedio indica que una menor concentración de recubrimiento tiene un impacto menos marcado en la conservación de la textura.

Los resultados obtenidos evidencian que los recubrimientos comestibles a base de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo tienen un efecto significativo en la conservación de la textura del queso tipo suizo durante el almacenamiento a 5 °C. Las formulaciones con mayores concentraciones de sábila y propóleo, particularmente el tratamiento T3, destacaron por mantener la textura del queso en mejores condiciones a lo largo del período de almacenamiento, mientras que el control presentó la textura más deteriorada.

Estos hallazgos coinciden con los reportados por Salas (2019), quien observó que los recubrimientos compuestos naturales y antimicrobianos contribuyen a preservar las características

texturales al minimizar el intercambio de humedad y la pérdida de agua. Además, Serrano (2019) destacó que el gel de *Aloe vera*, en concentraciones elevadas, reduce la pérdida de peso y controla el desarrollo de microorganismos, lo cual es fundamental para mantener la textura en alimentos procesados. De manera similar, Carrera (2016) demostró que el propóleo actúa como un conservante efectivo en quesos, al limitar el deterioro causado por microorganismos y factores ambientales, favoreciendo la conservación de la textura.

Las propiedades concernientes a la barrera de los recubrimientos comestibles juegan un papel crucial en la conservación de la textura. Como se menciona en las bases teóricas, los recubrimientos actúan como una capa protectora que regula el intercambio de gases y humedad, minimizando los procesos de deshidratación y el deterioro mecánico del alimento (Parzanese, 2012). La sábila, rica en polisacáridos como el acemanano, aporta propiedades mecánicas que ayudan a preservar la firmeza y elasticidad del producto (Martínez et al., 2016). Por su parte, el propóleo, con su alto contenido de compuestos fenólicos y flavonoides, contribuye a la estabilización del queso al inhibir el crecimiento de microorganismos que afecta la integridad textural (Navarro et al., 2018).

Tabla 6

Análisis de la varianza (ANOVA) para la textura del queso tipo suizo (Datos transformados con \sqrt{y}).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Tratamientos	3	0.2994	0.0998	3.0117	0.0329891
Error	116	3.8439	0.0331		
Total	119	5.1433			

Nota: El análisis de varianza para la textura fueron calculados con datos transformados.

$$\text{CV} = 11.51 \%$$

Tabla 7

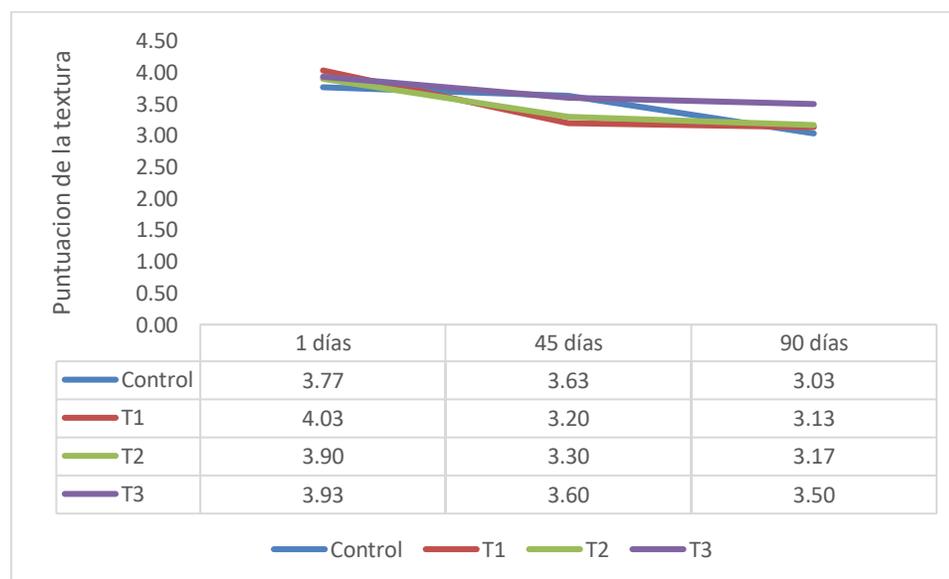
Prueba de Tukey para la textura del queso tipo suizo.

Tratamientos	Puntaje de la textura	Agrupación
T3	3.500	A
T2	3.167	A
T1	3.133	AB
Control	3.033	B

Nota: Los resultados de la tabla representa la media de las puntuaciones para la textura

Figura 5

Textura del queso tipo suizo durante período de 90 días de almacenamiento a 5 °C.



Nota: Los resultados de la figura representa la media de las puntuaciones para la textura

Durante el período de almacenamiento de 90 días a 5 °C, la textura del queso tipo suizo mostró una tendencia general de disminución progresiva en todos los tratamientos evaluados. Las puntuaciones iniciales más altas se observaron en los tratamientos con recubrimientos a base de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo (EEP), destacándose el tratamiento T3, que comenzó con una puntuación de 3.93 y finalizó con 3.50. Este tratamiento mantuvo

consistentemente la mejor textura en comparación con los demás. De manera general, la tendencia de los resultados muestra que los tratamientos con recubrimientos (T1, T2 y T3) mantuvieron una mejor textura del queso en comparación con el control a lo largo de los 90 días de almacenamiento. Esto evidencia que la combinación de estos compuestos naturales contribuye a retardar el deterioro textural del queso en comparación con el control, que mostró la mayor pérdida de calidad.

La sábila, actúa como una barrera física debido a su alta concentración de polisacáridos, como el acemanano, que refuerza la firmeza y elasticidad del queso al reducir el intercambio de humedad y prevenir la deshidratación superficial (Fernández y Mate, 2011; Martínez et al., 2016). Por su parte, el propóleo, rico en flavonoides y compuestos fenólicos, potencia esta acción al inhibir el crecimiento de microorganismos que pueden degradar la estructura.

Estos resultados coinciden con investigaciones previas, como las de Salas (2019), quien destacó que los recubrimientos con compuestos naturales mejoran la estabilidad textural de los alimentos almacenados en frío, y Carrera (2016), quien demostró que el propóleo contribuye significativamente a la conservación de quesos al limitar el deterioro.

Análisis del color

El análisis de varianza realizado para el color, después de un período de 90 días de almacenamiento a 5 °C (Tabla 8), evidencia que los tratamientos tienen un efecto significativo sobre esta característica del queso tipo suizo. El valor de significación obtenido fue de 0.000, el cual es menor que el nivel de significancia establecido de 0.05. Esto indica que existe una diferencia significativa del color del queso entre los tratamientos evaluados por lo que, los recubrimientos a base de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo (EEP) influyen en la conservación del color del queso durante el almacenamiento en frío.

El coeficiente de variación obtenido es de 9.51 %, el cual indica una variabilidad moderada en los resultados del color dentro de cada tratamiento evaluado. Además, indica confiabilidad de los resultados obtenidos respecto al color del queso suizo.

Los resultados de la prueba de Tukey para la variable color del queso tipo suizo (Tabla 9), evaluada después de 90 días de almacenamiento a 5 °C, muestran el tratamiento T3, correspondiente a la formulación con 95 % de sábila (*Aloe vera*) y 3 % de extracto etanólico de propóleo (EEP), obtuvo el puntaje más alto en color, con un valor de 3.67, y fue clasificado dentro del grupo A. Este resultado indica que esta formulación es la más efectiva para mantener el color del queso durante el almacenamiento prolongado, diferenciándose significativamente del tratamiento control, que fue clasificado en el grupo C, con un puntaje de 3.00. La diferencia entre ambos tratamientos evidencia que el uso de un recubrimiento natural mejora notablemente la apariencia visual del queso, lo cual es fundamental para su aceptación por parte del consumidor.

El tratamiento T2, que consiste en una formulación con 70 % de sábila y 2 % de EEP, obtuvo un puntaje de 3.43 y se ubicó en el grupo AB, lo que indica que no presenta diferencias significativas con el tratamiento T3, pero sí se diferencia del tratamiento control. Esto implica que, aunque su efectividad es ligeramente menor que la del tratamiento con la mayor concentración de sábila y propóleo, sigue siendo una opción adecuada para preservar el color del queso.

El tratamiento T1, con 40 % de sábila y 1 % de EEP, obtuvo un puntaje de 3.10 y fue clasificado en el grupo BC. Este tratamiento no presenta diferencias significativas con el control, lo que indica que la baja concentración de recubrimiento no es suficiente para preservar de manera efectiva el color del queso durante el almacenamiento. Asimismo, el hecho de que T1 se ubique en un grupo intermedio (BC) refleja que su efectividad es limitada en comparación con los tratamientos con mayores concentraciones de recubrimiento.

El tratamiento control, que no recibió ningún recubrimiento, fue ubicado en el grupo C, lo que evidencia que la ausencia de recubrimiento afecta negativamente el color del queso durante el almacenamiento a 5 °C. Esto refuerza la importancia de utilizar recubrimientos naturales como estrategia para preservar la calidad visual del queso.

En términos generales, los tratamientos T3 y T2 demostraron ser los más efectivos para conservar el color del queso tipo suizo, siendo T3 la mejor alternativa. Los tratamientos con menores concentraciones de sábila y propóleo, como T1, no lograron resultados significativos en comparación con el control. Estos resultados confirman que la formulación del recubrimiento influye directamente en la preservación del color del queso durante periodos prolongados de almacenamiento, lo que tiene implicaciones relevantes para mejorar la calidad y aceptación del producto en el mercado.

Los resultados obtenidos demuestran que los tratamientos T3 y T2, con mayores concentraciones de sábila (95 % y 70 %, respectivamente) y extracto etanólico de propóleo (EEP), fueron los más efectivos para conservar el color del queso tipo suizo durante el almacenamiento. 5 °C, destacándose T3 como la mejor alternativa. En contraste, el tratamiento T1, con menores concentraciones de sábila (40 %) y propóleo (1 %), no logró diferencias del control, evidenciando que concentraciones más bajas de estos compuestos son insuficientes para preservar la calidad visual del queso.

Estos hallazgos coinciden con los reportados por Salas (2019), quien observó que los recubrimientos con compuestos naturales como el *Aloe vera* mejoran las propiedades visuales de los alimentos al controlar el deterioro superficial. Además, Barbarán (2019) destacó que las formulaciones con mayores proporciones de gel de sábila son más efectivas en la conservación de características físicas y microbiológicas de productos perecederos. Asimismo, Carrera (2016) y

Cedeño y Palma (2022) concluyeron que el propóleo es un conservante eficaz, especialmente en concentraciones elevadas, para mantener la calidad visual y microbiológica en quesos, lo cual se refleja en los resultados obtenidos.

Según Fernández y Mate (2011) los recubrimientos comestibles funcionan como barreras protectoras que regulan el intercambio de gases y humedad, minimizando el deterioro de la superficie alimentaria. En este caso, la sábila, rica en polisacáridos como el acemanano, aportó propiedades antioxidantes y antimicrobianas que retardaron los cambios en el color del queso (Martínez et al., 2016). Por otro lado, el propóleo, gracias a su alta concentración de flavonoides y compuestos fenólicos, protegió la superficie del queso contra el deterioro oxidativo y microbiano (Navarro et al., 2018). Estas propiedades explican el comportamiento diferencial observado entre los tratamientos con concentraciones altas y bajas de sábila y propóleo.

Tabla 8

Análisis de la varianza (ANOVA) para el color del queso tipo suizo (Datos transformados con \sqrt{y}).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Tratamiento	3	0.6404	0.21346	7.21	0.000
Error	116	3.4363	0.02962		
Total	119	4.0766			

Nota: El análisis de varianza para el color fueron calculados con datos transformados.

CV = 9.51 %

Tabla 9

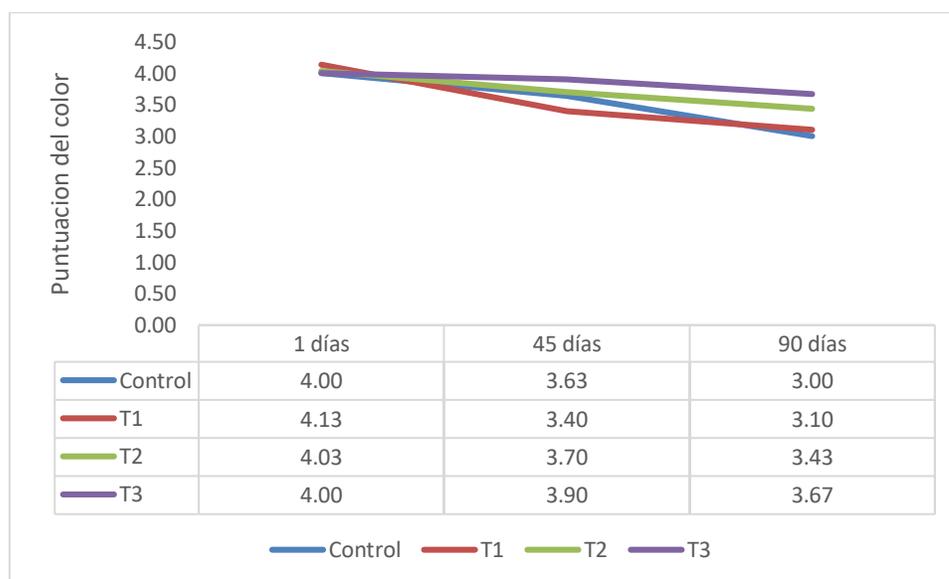
Prueba de Tukey para el color del queso tipo suizo.

Tratamiento	Puntaje del color	Agrupación
T3	3.67	A
T2	3.43	AB
T1	3.10	BC
Control	3.00	C

Nota: Los resultados de la tabla representa la media de las puntuaciones para el color.

Figura 6

Color del queso tipo suizo durante período de 90 días de almacenamiento a 5 °C.



Nota: Los resultados de la figura representa la media de las puntuaciones del color

Durante el período de almacenamiento de 90 días a 5 °C, el color del queso tipo suizo mostró una tendencia general de disminución progresiva en todos los tratamientos evaluados. Las puntuaciones iniciales más altas se observaron en los tratamientos con recubrimientos a base de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo (EEP), destacándose el tratamiento T3, que comenzó con una puntuación de 4.00 y finalizó con 3.67. Este tratamiento mantuvo

consistentemente el mejor color en comparación con los demás. De manera general, la tendencia de los resultados muestra que los tratamientos con recubrimientos (T1, T2 y T3) mantuvieron una mejor conservación del color del queso en comparación con el control a lo largo de los 90 días de almacenamiento. Este resultado evidencia que las mayores concentraciones de sábila y propóleo proporcionan una protección más eficaz contra el deterioro visual, mientras que el control mostró una pérdida de color más pronunciada.

Según Fernández y Mate (2011) la sábila actúa como una barrera protectora rica en compuestos antioxidantes y antimicrobianos, como el acemanano, que contribuye a reducir los efectos de oxidación y degradación superficial del queso. Por su parte, el propóleo, con su alta concentración de flavonoides y compuestos fenólicos, refuerza esta acción al inhibir el crecimiento microbiano y proteger contra el daño oxidativo (Navarro et al., 2018). Este comportamiento sinérgico explica por qué los tratamientos con mayores concentraciones de ambos compuestos (T3 y T2) superaron significativamente al tratamiento T1 y al control en términos de conservación del color.

Estos hallazgos coinciden con los reportados por Salas (2019), quien destacó que los recubrimientos con compuestos naturales, particularmente aquellos con antioxidantes y compuestos antimicrobianos, conservan las propiedades visuales de los alimentos durante el almacenamiento. Asimismo, investigaciones como las de Carrera (2016) y Cedeño y Palma (2022) demuestran que el propóleo desempeña un papel clave en la preservación visual y microbiológica de quesos, confirmando la efectividad de los tratamientos evaluados.

Análisis del olor

El análisis de esta característica organoléptica fue de particular interés junto al sabor, debido a las peculiaridades sensoriales propias de la sábila y más aún del EEP, pues presenta características poco agradables para la mayoría de los consumidores. Es importante mencionar que el olor originado al obtener el recubrimiento comestible, producto de la mezcla de la sábila y el EEP, fue notablemente fuerte al momento del recubrimiento de los quesos, sin embargo, este se disolvió en un tiempo aproximado de 4 a 5 horas, que fue lo que duro el secado.

El análisis de varianza realizado para la variable olor del queso tipo suizo, evaluada después de 90 días de almacenamiento a 5 °C (Tabla 10), muestra que los tratamientos aplicados tienen un efecto significativo sobre esta característica sensorial. El valor de significación obtenido fue de 0.004, el cual es menor que el nivel de significancia del 0.05, lo que indica que los recubrimientos a base de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo (EEP) tienen un impacto directo en la preservación del olor del producto durante el almacenamiento en frío.

El coeficiente de variación obtenido es de 10.32 %, el cual indica una variabilidad moderada en los resultados del olor dentro de cada tratamiento evaluado. Además, indica confiabilidad de los resultados obtenidos respecto al olor del queso suizo.

La prueba de comparación de Tukey realizada para el olor del queso tipo suizo (Tabla 11), evaluada después de 90 días de almacenamiento a 5 °C, revela que el tratamiento T3, que corresponde a la formulación con 95 % de sábila (*Aloe vera*) y 3 % de extracto etanólico de propóleo (EEP), obtuvo el puntaje más alto en la evaluación del olor, con un valor de 3.63, y fue clasificado dentro del grupo A. Este resultado indica que esta formulación es la más efectiva para conservar las propiedades aromáticas del queso, diferenciándose significativamente del tratamiento control, que fue clasificado en el grupo B y obtuvo un puntaje de 3.03. La diferencia

entre estos dos grupos muestra que la aplicación de recubrimientos naturales mejora notablemente la calidad del olor del queso, lo cual es fundamental para su aceptación por parte de los consumidores.

Por otro lado, los tratamientos T2 y T1, correspondientes a formulaciones con 70 % de sábila y 2 % de EEP y 40 % de sábila y 1 % de EEP, respectivamente, se ubicaron en la categoría intermedia AB. Esto indica que ambos tratamientos presentan un comportamiento similar entre sí y no difieren significativamente del tratamiento con la mayor concentración de recubrimiento (T3) ni del tratamiento control (T4). Sin embargo, es importante destacar que el tratamiento T2 obtuvo un puntaje más cercano a T3, lo que indica que una mayor concentración de recubrimiento tiene un efecto más favorable en la preservación del olor del queso.

Estos resultados confirman que los recubrimientos a base de sábila y extracto etanólico de propóleo influyen significativamente en la conservación del olor del queso tipo suizo después de 90 días de almacenamiento a 5 °C. El tratamiento T3 fue el más efectivo para preservar el olor, seguido por los tratamientos T2 y T1, mientras que el control presentó un puntaje significativamente menor. Estos hallazgos guardan relación con los de Carrera (2016), quien demostró que el propóleo es un conservante eficaz en quesos, al inhibir el desarrollo microbiano que puede alterar características sensoriales como el olor.

De manera similar, Cedeño y Palma (2022) observaron que el propóleo mejoró la conservación sensorial en quesos frescos almacenados en frío. En relación con la sábila, Serrano (2017) destaca que sus propiedades antimicrobianas, atribuibles a compuestos como el acemanano y las antraquinonas contribuyen a mantener la calidad sensorial de los alimentos al limitar el crecimiento de microorganismos que generan olores indeseables. Los resultados también coinciden con lo reportado por Salas (2019), quien identificó que los recubrimientos con

compuestos naturales mejoran la estabilidad sensorial de los productos alimenticios durante el almacenamiento.

Según Martínez et al. (2016) el efecto positivo observado en la conservación del olor puede explicarse por las propiedades antimicrobianas y antioxidantes de los recubrimientos comestibles. La sábila, rica en polisacáridos y compuestos fenólicos, actúa como una barrera física y química que retarda el crecimiento microbiano y los procesos oxidativos que afectan el olor. Por otro lado, el propóleo con su alto contenido de flavonoides y ácidos fenólicos, refuerza esta acción al inhibir microorganismos responsables de la producción de olores desagradables (Navarro et al., 2018).

Tabla 10

Análisis de la varianza (ANOVA) para el olor del queso tipo suizo (Datos transformados con \sqrt{y}).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Tratamientos	3	0.5036	0.16786	4.75	0.004
Error	116	4.1023	0.03536		
Total	119	4.6058			

Nota: El análisis de varianza para el color fueron calculados con datos transformados.

$$CV = 10.32 \%$$

Tabla 11

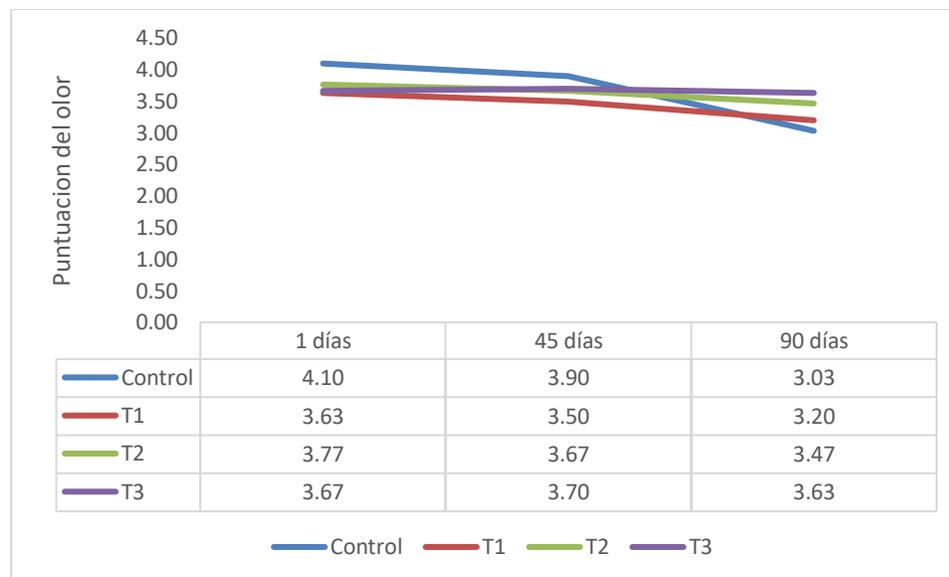
Prueba de Tukey para el olor del queso tipo suizo.

Tratamiento	Puntaje del olor	Agrupación
T3	3.63	A
T2	3.47	AB
T1	3.20	AB
Control	3.03	B

Nota: Los resultados de la tabla representa la media de las puntuaciones para el olor

Figura 7

Olor del queso tipo suizo durante período de 90 días de almacenamiento a 5 °C.



Nota: Los resultados de la tabla representa la media de las puntuaciones para el olor

Durante los 90 días de almacenamiento a 5 °C, los recubrimientos comestibles a base de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo (EEP) demostraron un efecto positivo en la preservación del olor del queso tipo suizo. El tratamiento T3, con la mayor concentración de sábila (95 %) y propóleo (3 %), fue el más efectivo, manteniendo la calidad aromática con una mínima pérdida durante el almacenamiento. El tratamiento T2 (70 % sábila + 2 % EEP) también mostró resultados positivos, aunque menos efectivos que T3. Por el contrario, el tratamiento T1 (40 % sábila + 1 % EEP) y el control presentó una disminución más marcada, con el control mostrando el peor desempeño en términos de conservación del olor.

Estos resultados son semejantes a los de Carrera (2016), quien en su investigación destacó la efectividad del propóleo en la preservación sensorial de quesos al inhibir el crecimiento de microorganismos que afecta las propiedades organolépticas. Asimismo, Serrano (2017) demostró que el *Aloe vera*, especialmente en altas concentraciones (70 – 90 %), es eficaz para mantener la

calidad sensorial de los alimentos debido a su actividad antimicrobiana, atribuida a compuestos como el acemanano y las antraquinonas. Estas propiedades explican por qué los tratamientos T3 y T2 lograron mejores resultados en comparación con T1 y el control.

Según Fernández y Mate (2011) considera que el efecto positivo observado se explica por las propiedades de los recubrimientos comestibles, que actúan como barreras protectoras y portadores de agentes antimicrobianos. La sábila, con su alta concentración de polisacáridos y compuestos fenólicos, reduce el deterioro oxidativo y microbiano que afecta el olor del queso (Martínez et al., 2016). Por su parte, el propóleo, rico en flavonoides y ácidos fenólicos, complementa estas funciones al inhibir microorganismos responsables de generar olores indeseables (Navarro et al., 2018).

Análisis del sabor

El análisis de varianza realizado para la variable sabor del queso tipo suizo (Tabla 12), evaluada después de 90 días de almacenamiento a 5 °C, muestra que los tratamientos aplicados tienen un efecto altamente significativo sobre esta característica sensorial. El valor de significación obtenido fue de 0.0000, el cual es mucho menor que el nivel de significancia establecido de 0.05, lo que evidencia que las diferencias observadas en el sabor del queso pueden explicarse principalmente por las diferencias en las formulaciones de recubrimiento aplicadas. Esto indica que los recubrimientos a base de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo (EEP) influyen directamente en la percepción del sabor del queso tipo suizo durante el almacenamiento en condiciones de refrigeración.

El coeficiente de variación obtenido es de 10.32 %, el cual indica una variabilidad moderada en los resultados del sabor dentro de cada tratamiento evaluado. Además, indica confiabilidad de los resultados obtenidos respecto al sabor del queso suizo.

La prueba de Tukey aplicada al sabor del queso tipo suizo (Tabla 13), evaluada después de 90 días de almacenamiento a 5 °C, muestra que los tratamientos presentan diferencias significativas en esta característica sensorial. Los tratamientos T3 y T2, correspondientes a las formulaciones con 95 % de sábila (*Aloe vera*) y 3 % de extracto etanólico de propóleo (EEP) y 70 % de sábila y 2 % de EEP, respectivamente, obtuvieron los puntajes más altos en la evaluación del sabor, con valores de 3.63 y 3.40, y fueron clasificados dentro del grupo A. Esto indica que estas formulaciones son las más efectivas para preservar o mejorar el sabor del queso durante el almacenamiento prolongado, diferenciándose significativamente de los tratamientos T1 y Control, que fueron agrupados en la categoría B.

El tratamiento T1, con una formulación de 40 % de sábila y 1 % de EEP, y el tratamiento control, que no recibió recubrimiento alguno, obtuvieron puntajes iguales de 2.70 y fueron clasificados en el grupo B. Esto indica que estos tratamientos no presentaron diferencias significativas entre sí, lo que indica que la baja concentración de recubrimiento utilizada en T1 no es suficiente para preservar de manera efectiva el sabor del queso, comprándose al comportamiento del tratamiento control.

Los resultados obtenidos en la investigación revelan que los tratamientos T3 (95 % sábila más 3 % EEP) y T2 (70 % sábila más 2 % EEP) fueron los más efectivos para mantener el sabor del queso tipo suizo durante el almacenamiento a 5 °C, mientras que el control presentó una disminución significativa, mostrando un sabor menos agradable. Estos hallazgos coinciden con los de Carrera (2016) y Cedeño y Palma (2022), quienes demostraron que el extracto etanólico de

propóleo es eficaz para preservar las características sensoriales en quesos al inhibir el crecimiento microbiano que puede afectar el sabor. Asimismo, Serrano (2017) y Barbaran (2019) resaltaron el efecto positivo del *Aloe vera* en la conservación sensorial de alimentos, atribuido a sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes.

Tabla 12

Análisis de la varianza (ANOVA) para el sabor del queso tipo suizo (Datos transformados con \sqrt{y}).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Tratamientos	3	1.633	0.54446	11.45	0.0000
Error	116	5.517	0.04756		
Total	119	7.151			

Nota: El análisis de varianza para el sabor fueron calculados con datos transformados

$$CV = 10.32 \%$$

Tabla 13

Prueba de Tukey para el sabor del queso tipo suizo.

Tratamiento	Puntaje del sabor	Agrupación
T3	3.63	A
T2	3.40	A
T1	2.70	B
Control	2.70	B

Nota: Los resultados de la tabla representa la media de las puntuaciones para del sabor

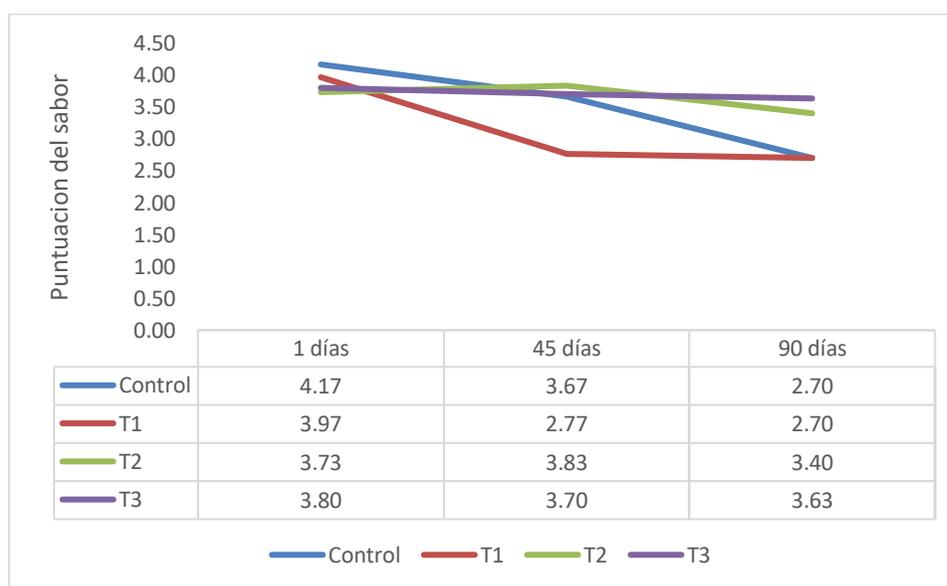
El efecto positivo se sustenta en las propiedades protectoras y activas de los recubrimientos comestibles. De acuerdo con Fernández y Mate (2011), los recubrimientos actúan como barreras frente a factores externos y como portadores de agentes antimicrobianos y antioxidantes que aceleran la descomposición del queso, el cual afecta directamente al sabor del mismo. La sábila, con su contenido en polisacáridos y compuestos fenólicos, desacelera los procesos oxidativos y

microbianos que alteran el gusto de los alimentos tal y como lo demuestran Martínez et al. (2016). Por otra parte, el propóleo que contiene flavonoides y ácidos fenólicos, acentúa esta acción al inhibir microorganismos que producen compuestos indeseables que son responsables de la descomposición (Navarro et al., 2018).

Estos resultados destacan la importancia de emplear recubrimientos comestibles en concentraciones óptimas para maximizar su eficacia. Los tratamientos T3 y T2 demostraron ser efectivos y el control mostró un claro deterioro del sabor, evidenciando la vulnerabilidad del queso tipo suizo cuando no se utiliza un sistema de protección adecuado.

Figura 8

Sabor del queso tipo suizo durante período de 90 días de almacenamiento a 5 °C.



Nota: Los resultados de la tabla representa la media de las puntuaciones para el sabor

Durante 90 días de almacenamiento a 5 °C, el tratamiento T3 (95 % sábila + 3 % EEP) fue el más efectivo para preservar el sabor del queso tipo suizo, seguido por T2 (70 % sábila + 2 % EEP). Ambos mostraron mayor puntaje en comparación con T1 (40 % sábila + 1 % EEP) y el control, que presentaron una pérdida más marcada de calidad. Los recubrimientos con mayores

concentraciones de sábila y propóleo resultaron clave para mantener el sabor del queso durante el almacenamiento prolongado.

Durante los 90 días de almacenamiento a 5 °C, los recubrimientos comestibles a base de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo (EEP) demostraron ser determinantes en la conservación del sabor del queso tipo suizo, destacándose el tratamiento T3 (95 % sábila más 3 % EEP) como el más efectivo, seguido por T2 (70 % sábila + 2 % EEP). Ambos tratamientos lograron una conservación significativa del sabor, mientras que T1 (40 % sábila más 1 % EEP) y el control presentaron un menor puntaje de esta característica sensorial. Estos resultados evidencian que las concentraciones más altas de sábila y propóleo son esenciales para mantener la calidad organoléptica del queso durante el almacenamiento.

Estos hallazgos coinciden con los de Carrera (2016) y Cedeño y Palma (2022), quienes identificaron que el propóleo es un conservante eficaz en quesos debido a su actividad antimicrobiana, que inhibe el crecimiento de microorganismos responsables del deterioro del sabor. Asimismo, Serrano (2017) resaltó que el *Aloe vera*, especialmente en concentraciones elevadas, contribuye a preservar las características sensoriales de los alimentos gracias a su contenido de compuestos antimicrobianos y antioxidantes, como el acemanano y las antraquinonas. No obstante, los resultados obtenidos en T1, que mostró menor efectividad, indican que las concentraciones bajas de sábila y propóleo no son suficientes para un desempeño óptimo, lo que concuerda con Salas (2019) sobre la necesidad de ajustar las formulaciones para maximizar la eficacia de los recubrimientos naturales.

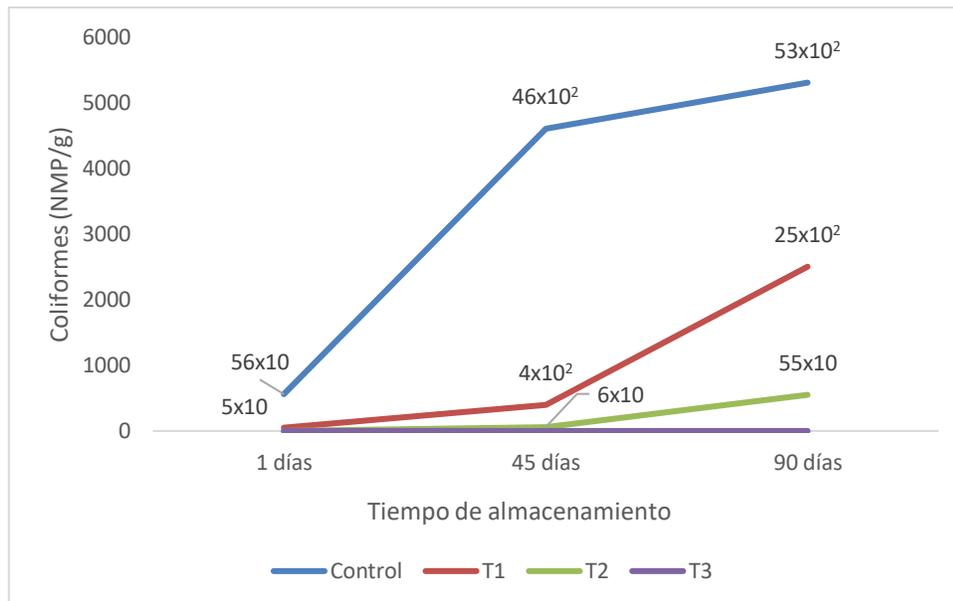
Según Martínez et al. (2016) el efecto positivo observado se fundamenta en las propiedades protectoras de los recubrimientos comestibles, que actúan como barreras frente al deterioro microbiano y oxidativo. La sábila, con su rica composición en polisacáridos y antioxidantes,

previene la degradación química y biológica de los compuestos responsables del sabor del queso (Martínez et al., 2016). Por otro lado, el propóleo, con su alto contenido de flavonoides y compuestos fenólicos, refuerza esta acción al inhibir microorganismos que generan metabolitos indeseables que afectan el sabor (Navarro et al., 2018).

4.2. Análisis microbiológico

Figura 9.

Evaluación de los coliformes (NMP/g) en el queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila y EEP durante período de 90 días de almacenamiento a 5 °C.



Nota: Los resultados de la figura representa el comportamiento de Coliformes (NMP/g) en queso suizo durante 90 días de almacenamiento.

Durante el período de almacenamiento de 90 días a 5 °C, los resultados microbiológicos para los coliformes (NMP/g) en el queso tipo suizo mostraron un aumento progresivo en todos los tratamientos evaluados. El tratamiento T3 (95 % sábila + 3 % EEP) mantuvo un control total de los coliformes durante todo el período de almacenamiento, con una ausencia completa de estas bacterias desde el primer día de almacenamiento hasta el día 90. Esto evidencia la alta efectividad de esta formulación en la inhibición del crecimiento microbiano.

El tratamiento T2 (70 % sábila + 2 % EEP) también mostró un control significativo, pues al día 1 presento ausencia de coliformes, con un aumento a 6×10 NMP/g en el día 45, que incrementó a 55×10 NMP/g al día 90. Este resultado indica que, aunque menos eficaz que T3 al inicio, logró un control mayor durante el período de almacenamiento en comparación a control.

El tratamiento T1 (40 % sábila + 1 % EEP) presentó un incremento gradual pero más pronunciado, comenzando con 5×10 NMP/g en el día 1, que aumentó a 4×10^2 NMP/g al día 45 y a 25×10^2 NMP/g al día 90. Esto sugiere que concentraciones más bajas de recubrimiento son menos efectivas para inhibir el crecimiento microbiano.

El control, que no contó con recubrimiento, mostró las mayores concentraciones de coliformes durante todo el período de almacenamiento, comenzando con 56×10 NMP/g en el día 1 y reduciéndose a 46×10^2 y 53×10^2 NMP/g en los días 45 y 90, respectivamente. Se puede observar que hubo un incremento en la carga microbiana, esta fue significativa en comparación con los tratamientos con recubrimiento, lo que refleja la falta de barrera antimicrobiana en el control.

La población bacteriana alcanzada de coliformes al día 90 para el control, estuvo dentro del límite permitido por la norma técnica sanitaria, se debe tener en cuenta que el pH alcanzado en un queso durante el proceso de elaboración y de maduración es de 5,8-6,5 por lo que regula la actividad bacteriana. Esto debido a la *Lactococcus lactis*, bacteria ácido láctica (BAL), presente en el cultivo iniciador utilizado, que tiene como principal función la producción de ácido láctico por fermentación de la lactosa presente en la leche, creando condiciones favorables que previenen o inhiben el crecimiento de la flora patógena y alterante mediante la reducción del pH. Así mismo, se debe indicar el empacado al vacío que se le realizó a los quesos, consigue una atmósfera libre

de oxígeno con la que se retarda la proliferación de bacterias y hongos que necesitan este elemento para sobrevivir (Martin, 2019).

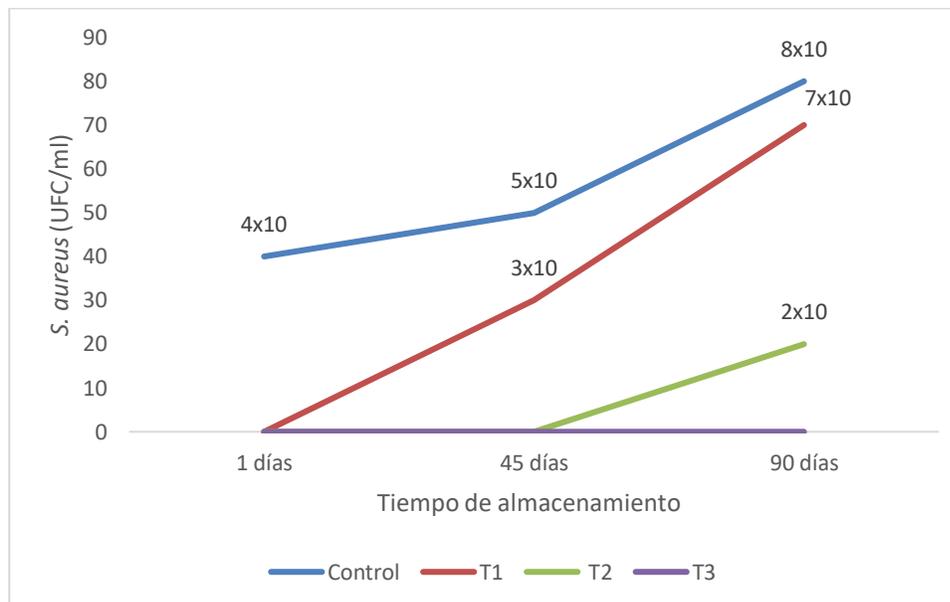
Los resultados muestran que los recubrimientos comestibles a base de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo (EEP) evitan la proliferación de coliformes. En particular, el tratamiento T3 (95 % sábila + 3 % EEP) mostró una efectividad sobresaliente al mantener una ausencia total de coliformes después de 90 días de almacenamiento. Esto resalta la capacidad antimicrobiana de los recubrimientos, especialmente en concentraciones elevadas, para garantizar la calidad microbiológica del queso.

Estos hallazgos son semejantes a los de Carrera (2016), quien destacó que el propóleo es efectivo para inhibir el crecimiento de microorganismos como coliformes en quesos frescos y de Atahualpa (2022), quien evidenció que el extracto etanólico de *Aloe vera* y su sinergia con otros compuestos tiene una alta capacidad antimicrobiana, particularmente frente a bacterias como *Escherichia coli*, un indicador de coliformes. Asimismo, el estudio de Serrano (2017) mostró que la sábila, debido a sus compuestos activos como el acemanano y las antraquinonas, puede inhibir el desarrollo microbiano, lo que refuerza la efectividad observada en T3.

El control microbiano se debe a que las propiedades antimicrobianas tanto de la sábila como del propóleo. La sábila, rica en compuestos fenólicos y polisacáridos, actúa como una barrera que dificulta el crecimiento microbiano, mientras que el propóleo, con su alto contenido de flavonoides, ácidos fenólicos y otros compuestos bioactivos, complementa esta acción al inhibir directamente a microorganismos patógenos y alteradores (Navarro et al., 2018). La combinación de estos compuestos en altas concentraciones, como en T3, permite maximizar la acción antimicrobiana y mantener un control microbiológico sostenido.

Figura 10.

Evaluación de S. aureus (UFC/ml) en el queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila y EEP durante período de 90 días de almacenamiento a 5 °C.



Nota: Los resultados de la figura representa el comportamiento de *S. aureus* (UFC/ml) en queso suizo durante 90 días de almacenamiento.

Durante el período de almacenamiento de 90 días a 5 °C, la presencia de *S. aureus* (UFC/ml) en el queso tipo suizo mostró un aumento progresivo en todos los tratamientos evaluados. Los tratamientos con recubrimientos a base de sábila (*Aloe vera*) y extracto etanólico de propóleo (EEP) evidenciaron una marcada efectividad en el control de este microorganismo, especialmente en los tratamientos con mayores concentraciones frente al testigo.

El tratamiento T3 (95 % sábila + 3 % EEP) mantuvo una ausencia completa de *S. aureus* desde el primer día de almacenamiento hasta el día 90, lo que destaca su alta capacidad antimicrobiana. De manera similar, el tratamiento T2 (70 % sábila + 2 % EEP) presentó ausencia de *S. aureus* del día 1 al 45, mostrando al final del almacenamiento un incremento a 2x10⁷ UFC/ml el cual fue menor en comparación al control.

El tratamiento T1 (40 % sábila + 1 % EEP) presentó una menor eficacia, comenzando con ausencia de *S. aureus* en el día 1, incrementándose a 3×10 UFC/ml en el día 45 y a 7×10 UFC/ml al día 90. Esto indica que concentraciones más bajas de recubrimiento son menos efectivas, pues se presentó aumento de UFC/ml a lo largo del tiempo de almacenamiento.

El control, que no contó con recubrimiento, mostró el mayor incremento de *S. aureus* durante todo el período de almacenamiento. Comenzó con 4×10 UFC/ml en el día 1, aumentó a 5×10 UFC/ml al día 45 y alcanzó 8×10 UFC/ml al día 90. Esto refleja que, en ausencia de recubrimientos, el crecimiento del microorganismo no es controlado de manera efectiva, lo que podría comprometer la calidad microbiológica del queso.

La carga microbiana alcanzada por el control al día 90, estuvo dentro del límite permitido por la norma técnica sanitaria, esto debido a la reducción del pH (5,5-6,5) en un queso durante el proceso de elaboración y de maduración a causa de la *Lactococcus lactis*, bacteria ácido láctica (BAL) presente en el cultivo iniciador utilizado, que crea condiciones favorables que previenen o inhiben el crecimiento de la flora patógena y alterante por efecto de la producción de ácido láctico.

Estos hallazgos son congruentes con los de Atahualpa (2022) quien demostró que el extracto etanólico de sábila posee una alta capacidad antimicrobiana contra *S. aureus*, atribuida a la presencia de compuestos fenólicos y polisacáridos como el acemanano. Asimismo, Carrera (2016) reportó que el propóleo tiene una actividad bactericida significativa frente a microorganismos Gram positivos, como *S. aureus*, debido a su alto contenido de flavonoides, ácidos fenólicos y terpenos. Estos antecedentes coinciden con el comportamiento observado en esta investigación, destacando la acción sinérgica entre sábila y propóleo como determinante para el control microbiológico.

Los resultados confirman el potencial de los recubrimientos a base de sábila y propóleo como alternativas naturales para mejorar la inocuidad de los productos lácteos durante su almacenamiento. Los recubrimientos con mayores concentraciones de sábila y propóleo demostraron ser efectivos para el control de *S. aureus* en el queso tipo suizo durante el almacenamiento, destacándose como una estrategia sostenible y funcional para la conservación microbiológica en la industria alimentaria.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- Los resultados del ANOVA para cada parámetro analizado evidenciaron que los recubrimientos comestibles elaborados a partir de sábila y extracto etanólico de propóleo (EEP) influyen significativamente en las características sensoriales del queso tipo suizo (la apariencia exterior, la textura, el color, el olor y el sabor). Al día 90, el tratamiento T3 (95 % de sábila + 3% de EEP), que contenía las más alta concentraciones de sábila y propóleo, obtuvo las evaluaciones más altas en cuanto a todas las características que fueron evaluadas, evidenciándose diferencias significativas ($p < 0.05$) en relación al control, manteniendo de forma consistente las mejores características sensoriales. Estos resultados evidencian que la sábila y el propóleo como recubrimiento comestible conservan la calidad sensorial del queso tipo suizo.
- Los resultados microbiológicos evidenciaron que los recubrimientos comestibles incidieron en el control de coliformes y *S. aureus*, dado que el tratamiento T3 (95 % sábila + 3 % EEP) mostró ausencia de estos microorganismos a lo largo del almacenamiento, por lo cual puede considerarse como el más efectivo respecto al control. Cabe destacar que el control mostró cargas microbianas más altas y que el tratamiento T2 (70 % sábila + 2 % EEP) demostró resultados positivos al presentar menor población de ambos microorganismos en comparación al control. Estos indican que los recubrimientos comestibles a base de sábila y EEP poseen capacidad antimicrobiana.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar a cabo nuevos estudios que contemplen diferentes concentraciones de sábila (*Aloe vera*) o del extracto etanólico de propóleo (EEP) en recubrimientos comestibles para obtener formulaciones que maximicen ciertos parámetros sensoriales y microbiológicos del queso tipo suizo, durante tiempos prolongados de almacenamiento.
- Se recomienda realizar en futuros trabajos la inclusión de otros microorganismos importantes para la calidad e inocuidad del queso, tales como levaduras o mohos, que permiten determinar el espectro completo de los recubrimientos como agentes antimicrobianos.
- Se sugiere que se valide en futuros trabajos la implementación de los recubrimientos comestibles a partir de sábila y de propóleo en procesos de producción industrial, considerando su aceptación por parte de los consumidores mediante análisis sensoriales y pruebas de mercado.

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alayo, G. (2013). *Efecto in vitro del propóleo sobre p. Aeruginosa y s. Aureus comparado con sulfadiazina de plata* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/bd5a8053-b03d-470d-9588-a1c6bdc96377/content>
- Andino, F., y Castillo, Y. (2010). *Microbiología de los alimentos: un enfoque práctico para la inocuidad alimentaria*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://avdiaz.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/02/tema-1-curso.pdf>
- Antury, K., Rojas, D. y Bermeo, O. (2021). Conservación de las propiedades nutraceuticas del Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller), mediante técnicas de secado. *Ingeniería y Región*, (25), 6-21.
- Anzaldúa, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. Editorial Acribia.
- Atahualpa, L. (2022). *Actividad antimicrobiana del extracto etanólico del Aloe barbadensis Miller en Staphylococcus aureus y Escherichia coli* [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/87567>
- Barbaran, F. (2019). *Utilización del gel de Aloe vera, para la prolongación de la vida útil de la pulpa de atún (Opuntia ficus) en la provincia de Chincheros* [Tesis de Grado, Universidad Privada Telesup]. <https://repositorio.utelesup.edu.pe/handle/UTELESUP/1258>
- García, C., Durango, D., y Gil, J. (2017). Empleo de un recubrimiento formulado con propóleos para el manejo poscosecha de frutos de papaya (*Carica papaya* L. cv. Hawaiana). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65 (1), 6497-6506. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v65n1/v65n1a20.pdf>

- Boucher, F. y Guégan, M. (2004). *Queserías rurales en Cajamarca*. IICA.
- Cano, M. (2021). *Recubrimientos activos para alargar la vida útil de quesos* [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de València]. <http://hdl.handle.net/10251/171140>
- Carrera, H. (2016). *Evaluó el efecto conservante del extracto etanólico de propóleo (EEP) Zamorano, aplicado en queso cabaña* [Tesis de Grado, Universidad Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/5947>
- Carrillo, M. y Mondragón, F. (2011). Estudio de vida útil del queso asadero. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 12 (3). <https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn2011/spn113g.pdf>
- Cedeño, K., y Palma, D. (2022). *Efectos de los conservantes naturales ϵ -polilisina y propóleo en la vida útil del queso fresco pasteurizado* [Trabajo de Integración Curricular, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1853>
- CEDEPÁS Norte. (2016). *Manual de producción de derivados lácteos. Centro Ecuménico de Promoción y Acción Social*. https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual_lacteos.pdf
- Coste, E. (2005). Análisis sensorial de quesos. *Énfasis Alimentación*, (1), 54-62. https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/ca/descripcion_sensorial_de_quesos.pdf
- Domínguez, R., Arzate, I., Chanona, J., Welti, J., Alvarado, J., Calderón, G., Garibay, V., y Gutiérrez, GF (2012). El gel de Aloe vera: estructura, química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 11 (1), 23-43. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003&lng=es&tlng=es
- Eduardo, J. (2016). *Evaluación del gel de sábila (Aloe vera) como recubrimiento comestible y su aplicación en la conservación de carambola (Averrhoa carambola L.) entera y*

mínimamente procesada [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Altiplano].
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_206dd62229f1b758688b65aef5cdbc06

Eguizábal, M., y Moromi, H. (2007). Actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de propóleo peruano sobre *Streptococcus mutans* y *Lactobacillus casei*. *Odontología Sanmarquina*, 10 (2), 18-20.

Espinosa, J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. Editorial Universitaria.

Fernández, L., y Mate, J. (2011). *Los retos actuales de la industria alimentaria*. IMC.
http://www.institutotomaspascualsanz.com/descargas/formacion/publi/Libro_Retos_Industria_Alimentaria.pdf

Ferraro, G. (2009). Revisión de la aloe vera (*Barbadensis* Miller) en la dermatología actual. *Revista argentina de dermatología*, 90(4).
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-300X2009000400004&lng=es&tlng=es.

Gil, A. (2010). Tratado de Nutrición. Tomo II: Composición y Calidad nutritiva de los Alimentos. Segunda edición. Editorial panamericana.

Gómez, R. J. M. (2023). FASE III. MADURACIÓN DE LOS QUESOS: PHASE III. CHEESE MATURATION. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 125-125.
http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_agro/article/view/27550

Guevara, A y Reyes, K. (2019). *Propuesta de implementación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) en la industria alimentaria “HUACARIZ S.A.C”, para mejorar la calidad sanitaria del queso semimaduro tipo suizo* [Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/21081>

Herrera, L., y Bonilla, M. (2016). Potencial industrial del Aloe vera. *Revista Cubana de Farmacia*, 50(1). <https://revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/13/14>

- Liria, M. (2007). *Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos*. Agrosalud. https://www.academia.edu/33145829/Gu%C3%ADa_para_la_Evaluaci%C3%B3n_Sensorial_de_Alimentos
- Madrid, A. (1990). *Tecnología quesera*. Mundi-prensa.
- Mahaut, M., Jeantel, R. y Brulé, G. (2003). *Introducción a la tecnología quesera*. Acribia.
- Martín, F. (2019). El envasado al vacío, una técnica muy segura pero no totalmente exenta de peligros (VI). *Restauración Colectiva*, 1-2. <https://www.restauracioncolectiva.com/n/es-ensado-al-vacio>
- Martínez, A., Paladines, D., Cantos, M., y Martínez-Romero, D. (2016). Nuevo recubrimiento comestible con Aloe vera y Rosa mosqueta con efecto sobre la maduración y calidad en la fruta. *Revista Horticultura*. <http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/157147-Nuevo-recubrimiento-comestibles-Aloe-vera-Rosa-mosqueta-efecto-maduracion-calidad-fruta.html>
- Martínez, D., Guillén, F., Valverde, JM, Serrano, M., Zapata, P., Bailén, G., Castillo, S., y Valero, D. (2006). *Aloe vera*, recubrimiento comestible de frutas y hortalizas. *Horticultura*, (195), 42-44. https://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rh195/42_45.pdf
- Martínez, J. (2009). *Caracterización físico-química y evaluación de la actividad antifúngica de propóleos recolectados en el suroeste antioqueño* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3416>
- Meyer, M. (1990). *Elaboración de productos lácteos*. Trillas.
- Ministerio de salud del Perú. (2008). *NTS N° 071-2008 MINSA/DIGESA.V.01. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de. Calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas*. https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimentos/RM591MIN_SANORMA.pdf

- Navarro, J., Lezcano, M., Mandri, M., Gili, M. y Zamudio, M. (2018). *Acción anticariogénica del propóleo*. <https://www.ateneo-odontologia.org.ar/articulos/lviii01/articulo5.pdf>
- Neyra, M. (2007). *Calidad microbiológica del queso tipo suizo en la ciudad de Cajamarca* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Orberá, T. (2004). Acción perjudicial de las levaduras sobre los alimentos. *Revista Cubana de Salud Pública*, 30 (3), 0-5. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662004000300016
- Parzanese, M. (2012). *Tecnologías para la industria alimentaria, películas y recubrimientos comestibles*.
https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_07_PeliculaComestible.pdf
- Pastor, C., Sánchez-González, L., Marcilla, A., Chiralt, A., González-Martínez, C., y Cháfer, M. (2015). Aplicación de recubrimientos con propóleo a uva. *Universidad Politécnica de Valencia*. https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2010/ix-congreso/cd-actas/p1-calidad-agroalimentaria_PDF/1-8-aplicacion-pastor.pdf
- Piedrahita, A. y Villegas, C. (2016). *Efecto de la aplicación de un cubrimiento comestible en la conservación de las características sensoriales y tiempo de almacenamiento de la mora de castilla (rubus glaucus benth.) Sin espinas poscosecha* [Monografía de Grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://hdl.handle.net/11059/7394>
- Pino, ECG (2020). *Implementación de una guía técnica para la pasteurización de leche y evaluación de su efectividad mediante análisis microbiológico en la planta de lácteos "VIGLAC" ubicada en el cantón Tambo* [Tesis Doctoral, Universidad de Cuenca]. <https://core.ac.uk/download/pdf/288584839.pdf>

- Quintero, J., Falguera, V. y Muñoz, A. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Tumbaga*, (5), 93-118. [https://webcache.googleusercontent.com/search? q =cache: xCf47io3knQJ: https://dialnet .unirioja .es /descarga /articulo /3628239 .pdf +%&cd =1 &hl =es &ct =clnk &gl =pe](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:xCf47io3knQJ:https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3628239.pdf+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe)
- Ramírez, J. (2011). *Evaluación sensorial de productos cárnicos frescos con recubrimientos comestibles antimicrobianos* [Tesis de Grado, Universidad Pública de Navarra]. [http://academica -e.unavarra.es /bitstream/handle /2454 /6963 /577691 .pdf ?secuencia =1](http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/6963/577691.pdf?secuencia=1)
- Rengifo, R. (2013). Cuantificación de flavonoides en el extracto etanólico de propóleos. *Farmacencia*, 1 (2), 51-56. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/farmabioq/article/view/462/418>
- Restrepo, JI. (2009). *Conservación de fresa (Fragaria x ananassa Duch cv. Camarosa) mediante la aplicación de revestimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca de sábila (Aloe barbadensis Miller)* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. [https://repositorio.unal.edu .co /bitstream /handle /unal /3344 /98556225.2009 .pdf ?sequence =1 &isAllowed =y](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3344/98556225.2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Reyes, C. (2010). *Actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de propóleo peruano sobre cultivos de bacterias anaerobias frecuentes en pacientes con periodontitis crónica* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. [http://cybertesis .unmsm .edu .pe /bitstream /handle /cybertesis /3273 /Reyes_cc .pdf ?sequence =1 &isAllowed =y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3273/Reyes_cc.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Robinson, RK y Wilbey, RA (2002). *Fabricación de queso*. Acribia.
- Salamanca, G. (2017). *Origen, naturaleza, propiedades fisicoquímicas y valor terapéutico del propóleo*. Ibagué: Sello Editorial Universidad del Tolima. <https://repositorio.ut.edu.co/handle/001/3130>
- Salas, S. (2019). *Recubrimientos comestibles a base de biopolímeros y activos naturales potencialmente antimicrobianos para queso* [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Valencia]. <http://hdl.handle.net/10251/128245>

Schweizer, M. (1994). Aloe Vera: la planta que cura. <http://www.aloeinfo.info/aloesp.pdf>

Serrano, L. (2017). *Efecto del extracto de gel liofilizado de Aloe Vera sobre Listeria monocytogenes en la elaboración de queso campesino* [Tesis de grado, Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/150

Ulloa, JA (2007). Frutas auto estabilizadas en el envase por la tecnología de obstáculos. México: UAN.

Vargas, RD, Torrescano Urrutia, GR, y Sánchez Escalante, A. (2013). El propóleo: conservador potencial para la industria alimentaria. *Interciencia*, 38 (10), 705-711. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33929482003>

Varnam, A. y Sutherland, J. (1995). Leche y productos lácteos: tecnología, química y microbiología.

Vega, A., Ampuero, N., Díaz, L. y Lemus, R. (2005). El Aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*) como componente de alimentos funcionales. *Revista Chilena de Nutrición*, 32 (3), 208-214. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182005000300005&script=sci_arttext

Zelada, M. (2016). *Proyecto de instalación de una nueva planta de producción de quesos para una empresa productora y comercializadora de alimentos* [Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/811>

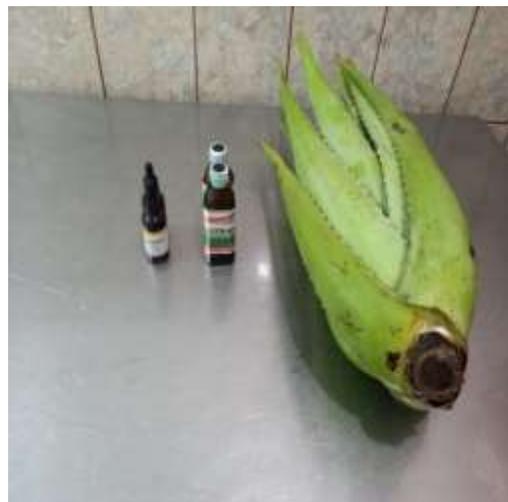
ANEXOS

ANEXO 1. Panel fotográfico - Elaboración del queso tipo suizo





ANEXO 2. Elaboración del recubrimiento comestible







ANEXO 3. Panel fotográfico – Queso tipo suizo con recubrimiento de sábila y EEP (de izquierda a derecha: control, T1, T2 y T3)



Queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila y EEP
DIA 1

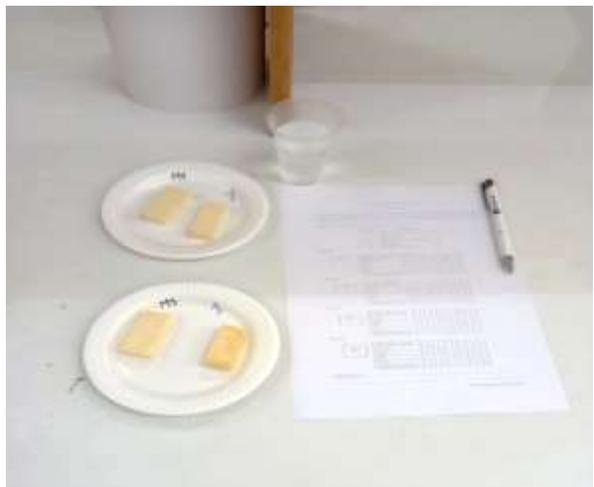


Queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila y EEP
DIA 45



Queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila y EEP
DIA 90

ANEXO 4. Panel fotográfico - Análisis microbiológico y sensorial



ANEXO 5. Cartilla de análisis sensorial

INSTRUCCIONES

Frente a usted se le presentaran 4 muestras de queso, por favor observe y pruebe cada una de ellas, recuerde beber agua entre cada muestra, seguido indique el grado en el que le guste o disguste cada atributo de cada muestra de acuerdo al puntaje/categoría marcando el número correspondiente: Marque con un aspa (X) donde corresponda según el cuadro. Me disgusta mucho (1), Me disgusta (2), Ni me gusta ni me disgusta (3), Me gusta (4), Me gusta mucho (5)

Muestra	Apariencia exterior	1	2	3	4	5
M1	textura	1	2	3	4	5
	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5

Muestra	Apariencia exterior	1	2	3	4	5
M2	textura	1	2	3	4	5
	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5

Muestra	Apariencia exterior	1	2	3	4	5
M3	textura	1	2	3	4	5
	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5

Muestra	Apariencia exterior	1	2	3	4	5
M4	textura	1	2	3	4	5
	Color	1	2	3	4	5
	Olor	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5

Comentarios:.....
.....
.....
.....

¡Gracias por su colaboración!

ANEXO 6. Resultados del Análisis Microbiológicos de queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila y EEP.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS							
SOLICITANTE: Testista: Rocío Elizabeth Cabrera Chuan Producto: Queso Suizo Recubierto con Aloe Vera y EEP.							
REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DS N° 097-98-SA							
RM N° 091-2008 SA/DM							
REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA QUESOS MADUROS							
	Categoria	Clase	n	0	m	Límite por g.	
Coliformes	5	3	5	2	2 x 100	10 ¹	
S. aureus	6	2	5	0	10	10 ¹	
Listeria	10	2	5	0	Ausencia/ 25g		
Salmonella	10	2	5	0	Ausencia/ 25g		
FECHA: 23-07-2022							
DIA: 01				HORA DE INGRESO: 9:00 am			
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO							
MUESTRA N°	CÓDIGO	PRODUCTO	Coliformes	S. aureus	Listeria	Salmonella	
			NMP/g	UFC/ml	UFC/ml	UFC/ml	
Control	Queso tipo Suizo	Queso Tipo Suizo	58 x 10	4 x 10	Ausencia	Ausencia	
T1	40 % Aloe Vera-1% EEP	Recubierto	5 x 10	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
T2	70 % Aloe Vera-2% EEP	Recubierto	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
T3	95 % Aloe Vera-3% EEP	Recubierto	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
FECHA: 05-09-2022							
DIA: 45				HORA DE INGRESO: 9:00 am			
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO							
MUESTRA N°	CÓDIGO	PRODUCTO	Coliformes	S. aureus	Listeria	Salmonella	
			NMP/g	UFC/ml	UFC/ml	UFC/ml	
Control	Queso tipo suizo	Queso Tipo Suizo	46 x 10 ²	06 x 10	Ausencia	Ausencia	
T1	40 % Aloe Vera-1% EEP	Recubierto	04 x 10 ²	03 x 10	Ausencia	Ausencia	
T2	70 % Aloe Vera-2% EEP	Recubierto	06 x 10	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
T3	95 % Aloe Vera-3% EEP	Recubierto	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
FECHA: 22-10-2022							
DIA: 90				HORA DE INGRESO: 9:00 am			
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO							
MUESTRA N°	CÓDIGO	PRODUCTO	Coliformes	S. aureus	Listeria	Salmonella	
			NMP/g	UFC/ml	UFC/ml	UFC/ml	
Control	Queso tipo suizo	Queso Tipo Suizo	53 x 10 ²	08 x 10	Ausencia	Ausencia	
T1	40 % Aloe Vera-1% EEP	Recubierto	25 x 10 ²	07 x 10	Ausencia	Ausencia	
T2	70 % Aloe Vera-2% EEP	Recubierto	55 x 10	2 x 10	Ausencia	Ausencia	
T3	95 % Aloe Vera-3% EEP	Recubierto	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
RESULTADOS							
Alimento apto para el consumo humano.							
			 LAS COMISAS DE CALIDAD ALIMENTOS Y AGUAS DPO. CC. BIOLÓGICA INSTITUTO NACIONAL CALABRCA  Dr. Rodrigo Raúl Orjuela Chirinos				

ANEXO 7. Resultados del Análisis Sensorial

1. Datos obtenidos del análisis sensorial del queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila y EEP – DIA 1

JUECES	DIA 1																			
	Apariencia exterior				Textura				Color				Olor				Sabor			
	Control	T1	T2	T3	Control	T1	T2	T3	Control	T1	T2	T3	Control	T1	T2	T3	Control	T1	T2	T3
1	4	4	3	4	3	5	3	3	4	4	4	4	5	3	4	3	5	4	4	4
2	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4	3	3	5	3	4	4	5
3	5	5	5	5	3	5	2	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	2	4	5
4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	3	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5
5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5
6	4	4	4	4	4	4	5	4	3	4	5	3	4	5	3	3	5	5	4	4
7	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	3	4	4
8	4	5	4	3	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	3
9	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4
10	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5
11	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3
12	3	4	5	5	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4	3	5	5	4
13	3	4	5	5	3	2	5	3	4	4	4	4	2	3	3	3	4	4	2	3
14	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	2	4
15	2	4	2	3	3	3	2	4	4	3	3	4	5	2	3	3	4	3	2	2
16	4	5	5	3	4	4	5	3	4	5	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4
17	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	2	2	5	3	2	3	5	2	3	2
18	5	5	5	5	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
19	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	5	3	4	4	2	2	3	4	2	2
20	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4
21	3	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	5	5	5
22	4	4	4	3	3	4	3	2	4	4	4	4	4	2	3	2	4	2	2	2
23	4	4	3	5	5	5	4	5	4	5	3	5	4	5	4	4	3	5	4	4
24	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	3	3	4	4	4	4	4
25	5	3	5	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4
26	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4
27	2	2	3	4	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	4
28	4	4	4	3	5	5	3	4	4	5	4	3	4	4	3	3	5	4	3	3
29	3	4	5	4	3	3	4	4	4	4	5	4	4	3	3	4	4	4	4	4
30	5	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	5	4	4	4

2. Datos obtenidos del análisis sensorial del queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila y EEP – **DIA 45**

JUECES	DIA 45																			
	Apariencia exterior				Textura				Color				Olor				Sabor			
	Contro	T1	T2	T3	Contro	T1	T2	T3	Contro	T1	T2	T3	Contro	T1	T2	T3	Contro	T1	T2	T3
1	3	3	4	4	4	2	2	3	4	4	4	4	5	3	2	3	2	2	3	3
2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	4	2	3	3	4	3	2	3	3
3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	5	4	3	4	4	5	3	2	5	4
4	3	4	5	4	5	4	4	5	4	3	4	5	4	5	5	5	4	2	5	4
5	4	3	3	3	4	4	4	5	4	3	3	3	3	2	3	4	3	2	5	4
6	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	5	4
7	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	1	4	4
8	3	3	4	4	3	2	3	2	3	4	4	4	3	3	3	3	3	2	4	2
9	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4
11	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	5	4	3	3	3	3	4	3	2	5
12	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5
13	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	5	2
14	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	3	4	5	5	4	3	5	5
15	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	3	3	3	4	3	5	5
16	4	3	4	3	3	3	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	5	3	5	4
17	3	2	2	4	4	2	2	4	4	3	2	3	5	4	1	3	4	2	2	5
18	2	3	2	2	3	3	2	3	3	4	2	3	4	2	2	2	2	2	3	2
19	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	2	2	3	3	4	2
20	4	4	4	4	2	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	4	2
21	3	2	4	4	2	2	2	3	3	3	3	3	4	3	4	2	3	2	2	2
22	3	2	4	4	4	3	5	5	3	5	5	5	5	4	5	5	5	4	3	4
23	3	3	4	5	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4
24	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	3	4	5	3	4	5	5
25	4	2	2	3	4	4	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5	3	3	2	2
26	4	3	4	5	4	3	4	5	4	3	4	5	4	3	4	5	4	2	4	5
27	4	3	4	3	4	3	2	1	3	2	3	3	4	4	4	3	5	3	2	2
28	4	3	5	5	3	4	5	4	4	3	5	5	4	3	4	4	4	2	4	5
29	3	4	4	4	3	2	4	4	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	4	4
30	3	3	3	3	4	4	2	3	4	3	4	4	4	5	5	3	4	4	3	5

3. Datos obtenidos del análisis sensorial del queso tipo suizo con recubrimiento comestible de sábila y EEP – **DIA 90**

JUECES	DIA 90																			
	Apariencia exterior				Textura				Color				Olor				Sabor			
	Contro	T1	T2	T3	Contro	T1	T2	T3	Contro	T1	T2	T3	Contro	T1	T2	T3	Contro	T1	T2	T3
1	3	3	3	3	3	4	2	3	2	3	3	4	4	3	4	4	3	2	3	4
2	3	3	4	4	3	2	4	4	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	5	3
3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	2	3	4	3
4	2	4	4	4	3	4	2	4	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	5	3
5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	3	3	3	3	2	2
6	4	2	2	4	2	2	2	3	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3
7	3	3	5	4	2	3	3	4	3	4	4	4	3	2	2	5	2	2	4	4
8	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4
9	2	4	3	4	3	2	2	4	3	3	3	4	2	3	4	3	2	2	2	4
10	3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	5	3	3	3	4	4	3	2	3	3
11	4	2	4	5	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	5
12	3	3	5	3	2	3	3	2	3	3	4	3	4	3	4	3	2	3	3	2
13	4	4	2	4	4	3	3	4	3	4	3	5	2	3	4	4	3	4	2	5
14	4	2	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	2	3	4	4
15	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	4	4	2	2	2	5
16	3	2	5	4	4	3	5	3	3	2	3	4	4	3	4	3	3	3	4	3
17	2	3	4	3	3	4	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	2	2	4	3
18	3	4	3	3	2	2	2	4	3	3	4	4	2	2	5	5	3	2	3	4
19	2	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	5	3	4	3	4	3	3	3	3
20	3	3	2	3	2	3	3	5	4	4	4	3	3	3	3	4	2	3	3	4
21	4	3	3	3	3	2	4	3	4	3	5	4	3	3	4	3	2	2	3	3
22	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4
23	2	4	3	4	3	4	4	3	2	3	3	4	4	5	3	3	2	3	3	3
24	3	3	4	4	2	4	4	3	3	3	3	4	3	2	4	4	2	2	3	4
25	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	4	3	2	3	3	5	3	3	4	4
26	2	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	5
27	4	3	4	4	4	2	3	3	3	4	3	4	3	3	3	5	4	2	4	3
28	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	2	2	4	3	3	4	5	3
29	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	2	2	4
30	4	4	3	4	4	3	3	5	2	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	5

ANEXO 8. Principales compuestos del propóleo con actividad biológica (Vargas et al. 2013)

TABLA II
PRINCIPALES COMPUESTOS DEL PROPÓLEOS CON ACTIVIDAD BIOLÓGICA

Bioactividad	Compuesto	Denominación IUPAC	Número CAS	Referencias
Antioxidante	Acacetina	5,7-dihidroxi-2-(4-metoxifenil) croman-4-uno	480-44-4	Bedascarrasbure <i>et al.</i> , 2004; Velazquez <i>et al.</i> , 2007; Yang <i>et al.</i> , 2011; Valencia <i>et al.</i> , 2012.
	Ácido cafeico	(E)-3-(3,4-dihidroxifenil)- ácido 2-propenoico	331-39-5	
	Ácido cinámico	(E)-3-fenil-ácido propil 2-enoico	140-10-3	
	Ácido ferúlico	(E)-3-(4-hidroxi-3-metoxifenil) ácido propil-2-enoico	537-98-4	
	Ácido sinapínico	(E)-3-(4-hidroxi-3,5-dimetoxifenil) ácido propil-2-enoico	530-59-6	
	Ácido p-cumárico	(E)-3-(4-hidroxifenil)- ácido 2-propenoico	501-98-4	
	Apigenina	5,7-dihidroxi-2-(4-hidroxifenil)-croman-4-uno	520-36-5	
	Artepillin C	(E)-3-(4-hidroxi-3,5-bis(3-metil-2-butenil) fenil] ácido propenoico	72944-19-5	
	Éster fenético del ácido cafeico (CAPE)	(E)-3-(3,4-dihidroxifenil)- ácido 2-propenoico, 2-éster fenético	104594-70-9	
	Galangina	3,5,7-trihidroxi-2-fenilcroman-4-uno	548-83-4	
Kaempferol	3,5,7-trihidroxi-2-(4-hidroxifenil)-croman-4-uno	520-18-3		
Pinoembrina	(2S)-5,7-dihidroxi-2-fenil-2,3-dihidrocroman-4-uno	480-39-7		
Quercetina	2-(3,4-dihidroxifenil)-3,5,7-trihidroxicroman-4-uno	117-39-5		
Antimicrobiana	Ácido cafeico	(E)-3-(3,4-dihidroxifenil)- ácido 2-propenoico	331-39-5	Takaishi and Schilcher, 1994; Mirzoeva <i>et al.</i> , 1997; Velazquez <i>et al.</i> , 2007; Ahn <i>et al.</i> , 2009.
	Ácido p-cumárico	(E)-3-(4-hidroxifenil)- ácido 2-propenoico	501-98-4	
	Crisina	5,7-dihidroxi-2-fenilcroman-4-uno	480-40-0	
	Éster fenético del ácido cafeico (CAPE)	(E)-3-(3,4-dihidroxifenil)- ácido2-propenoico, 2-éster fenetil	104594-70-9	
	Galangina	3,5,7-trihidroxi-2-fenilcroman-4-uno	548-83-4	
	Naringenina	(2S)-5,7-dihidroxi-2-(4-hidroxifenil)-2,3-dihidrocroman-4-uno	10236-47-29	
Antifúngica	Pinobanksina	(2R,3R)-3,5,7-trihidroxi-2-fenil-2,3-dihidrocroman-4-uno	548-82-3	Bedascarrasbure <i>et al.</i> , 2004; Chaillou y Nazareno, 2009.
	Pinobanksina-3-acetato	[(2R,3R)-5,7-dihidroxi-4-oxo-2-fenil-2,3-dihidrocroman-3-yl] acetato	52117-69-8	
	Pinoembrina	(2S)-5,7-dihidroxi-2-fenil-2,3-dihidrocroman-4-uno	480-39-7	
	Quercetina	2-(3,4-dihidroxifenil)-3,5,7-trihidroxicroman-4-uno	117-39-5	

ANEXO 9. Propiedades biológicas del propóleo de interés para la industria alimentaria

TABLA III
PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL PROPÓLEOS DE INTERÉS PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Bioactividad	Comentarios	Actividad	Referencias	Posible aplicación en alimentos
Antioxidante	Quelación de radicales y iones metálicos; poder reductor; inhibición de peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂), y radicales superóxido (O ₂ ⁻), hidroxilo (HO [•]), alcoxilo (RO [•]), peroxilo (ROO [•]).	<i>In vitro</i>	Choi <i>et al.</i> , 2006; Velazquez <i>et al.</i> , 2007; Bonvehi <i>et al.</i> , 2011; Yang <i>et al.</i> , 2011; Valencia <i>et al.</i> , 2012.	-Productos cármicos (res, pollo, cerdo, pescado o mariscos). -Aceites vegetales.
Antimicrobiana	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Costridium perfringens</i> , <i>Escherichea coli</i> , <i>Escherichea coli</i> O157:H7; <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Pseudomona aeruginosa</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Vibrio cholerae</i> y <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>In vitro</i>	Marcucci <i>et al.</i> , 2001; Kosalec <i>et al.</i> , 2005; Choi <i>et al.</i> , 2006; Sagdic <i>et al.</i> , 2007; Velazquez <i>et al.</i> , 2007; Kumar <i>et al.</i> , 2008.	-Productos lácteos sin pasteurizar. -Productos cármicos. -Jugo de frutas. -Alimentos refrigerados, listos para consumir.
	<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Shigella</i> y <i>Yersinia enterocolitica</i>	-	No existen estudios	-Productos lácteos, cármicos y alimentos enlatados.
Antifúngica	<i>Absidia corymbifera</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Aspergillus sulphureus</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>C. kefyr</i> , <i>C. parapsilosis</i> , <i>C. famata</i> , <i>C. glabrata</i> , <i>C. pelliculosa</i> , <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>Trichophyton mentagrophytes</i> , <i>Phytophthora capsici</i> y <i>Phytophthora infestans</i> , <i>Phytophthora parasitica</i> y <i>P. ohmeri</i>	<i>In vitro</i>	Choi <i>et al.</i> , 2006; Mercan <i>et al.</i> , 2006; Koc <i>et al.</i> , 2007; Kosalec <i>et al.</i> , 2005; Kumar <i>et al.</i> , 2008; Meneses <i>et al.</i> , 2009; Pineda <i>et al.</i> , 2010.	-Frutas: Aguacate (<i>Persea americana</i>), papaya (<i>Carica papaya</i>); maracuya (<i>Passiflora edulis</i>); Mango (<i>Mangifera indica</i> L.) Jugos de fruta: manzana, mandarina, naranja, uva blanca.