



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AGROPECUARIO

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE EXTRACTOS ANTOCIÁNICOS DE MORA
DE CASTILLA (*Rubus glaucus* B.) Y FRESA (*Fragaria x ananassa* W.)
SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ACEPTABILIDAD
ORGANOLÉPTICA EN QUESO SEMI-MADURO

AUTOR: JARAMILLO NARVÁEZ, ELISA NICOLE

DIRECTOR: Ing. LARREA CEDEÑO GABRIEL ALEJANDRO, Mgs.

SANGOLQUÍ

2020



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, *“EFECTO DE LA ADICIÓN DE EXTRACTOS ANTOCIÁNICOS DE MORA DE CASTILLA (Rubus glaucus B.) Y FRESA (Fragaria x ananassa W.) SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ACEPTABILIDAD ORGANOLÉPTICA EN QUESO SEMI-MADURO”* fue realizado por la señorita Jaramillo Narváez, Elisa Nicole el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 24 de enero de 2020

Firma:


Ing. Gabriel Alejandro Larrea Mera, Mgs.

C.C. 140963503-07



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Jaramillo Narváz, Elisa Nicole*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: *Efecto de la adición de extractos antociánicos de mora de castilla (Rubus glaucus b.) y fresa (Fragaria x ananassa w.) sobre la capacidad antioxidante y aceptabilidad organoléptica en queso semi-maduro* es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 24 de enero de 2020

Firma

Elisa Nicole Jaramillo Narváz

C.C.: 1718584509



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, Jaramillo Narváz, Elisa Nicole autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Efecto de la adición de extractos antociánicos de mora de castilla (*Rubus glaucus* B.) y fresa (*Fragaria x ananassa* W.) sobre la capacidad antioxidante y aceptabilidad organoléptica en queso semi-maduro** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 24 de enero de 2020

Firma

Elisa Jaramillo

C.C.: 1718584509

DEDICATORIA

A mi madre por haber estado siempre conmigo ayudándome a crecer y a formarme con toda su entrega y amor sin dejarme sola nunca; a mi padre por darme todo lo que he necesitado siempre y sobre todo por ser el padre tan amoroso y paciente que es y a mi hermana por todo el tiempo compartido. Este logro es de ustedes porque sin ustedes no lo habría podido lograr.

A mi tía Ani, mi corazón se rompió con tu partida siempre fuiste un apoyo y un rayito de luz en nuestras vidas.

A mi abuelita, mis tíos y primos quienes forman una parte muy importante para mí y siempre han estado junto a mí en cada etapa.

Elisa Jaramillo

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermana quienes siempre han creído en mí y con toda su dedicación y amor incondicional me han guiado durante toda mi vida hasta convertirme en la persona que soy ahora, jamás me alcanzará la vida y las palabras para agradecerles por todo lo que han hecho por mí y todo lo que me han dado. A Jaime por acompañarme y apoyarme durante toda esta etapa tan bonita que fue la universidad, por ser alguien que siempre estuvo para mí con todo su amor y paciencia.

Al ingeniero Gabriel Larrea por guiarme en mi proyecto de titulación con sus conocimientos y toda su buena voluntad y a la doctora Raluca Mihai por abrirme las puertas en el laboratorio de Santa Bárbara y facilitar mi proceso de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS**CARÁTULA**

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv

CAPÍTULO I**INTRODUCCIÓN**

1.1 Antecedentes	15
1.2 Justificación.....	16
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo general	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
1.4 Hipótesis.....	17
1.4.1 Hipótesis nula.....	17
1.4.2 Hipótesis alterna.....	18

CAPÍTULO II**MARCO REFERENCIAL**

2.1 Queso semi-madurado.....	19
2.1.1 Valor nutricional del queso semi-maduro	19
2.1.2 Queso de Murcia al vino	20
2.1.3 Requerimientos microbiológicos (INEN)	20
2.2 Antioxidantes	21
2.2.1 Compuestos fenólicos	21

2.2.2	Antocianinas.....	22
2.2.3	Capacidad antioxidante	23
2.3	Descripción de frutas usadas en el estudio.....	23
2.3.1	Fresa (<i>Fragaria x ananassa W.</i>).....	23
2.3.2	Mora de castilla (<i>Rubus glaucus B.</i>)	25
2.4	Alimentos funcionales.....	27
2.5	Antioxidantes aptos para productos alimenticios.....	28

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Ubicación del lugar de investigación	29
3.1.1	Ubicación política	29
3.1.2	Ubicación geográfica.....	29
3.1.2.1	Laboratorio de poscosecha y agroindustrias	29
3.1.3	Condiciones de Laboratorio	30
3.2	Materiales y Equipos	30
3.2.1	Materiales para la elaboración del cultivo madre.....	30
3.2.1.1	Materia prima	30
3.2.1.2	Insumos	31
3.2.1.3	Materiales	31
3.2.1.4	Equipos de proceso.....	31
3.2.2	Materiales para la elaboración del queso	31
3.2.2.1	Materia prima	31
3.2.2.2	Insumos	31
3.2.2.3	Materiales	31
3.2.2.4	Equipos de agroindustria.....	32
3.2.2.5	Equipos de proceso.....	32
3.2.3	Materiales para la elaboración de los extractos.....	32
3.2.3.1	Materia prima	32
3.2.3.2	Insumos	32
3.2.3.3	Materiales	32
3.2.3.4	Equipos de agroindustria.....	32
3.2.3.5	Equipos de proceso.....	33

3.2.4	Materiales para la determinación de capacidad antioxidante utilizando el método FRAP	33
3.2.4.1	Materiales	33
3.2.4.2	Equipos.....	33
3.2.5	Materiales para la determinación de fenoles totales.....	34
3.2.5.1	Materiales	34
3.2.5.2	Equipos.....	34
3.2.6	Materiales para la determinación de antocianinas monoméricas y totales.....	34
3.2.6.1	Materiales	34
3.2.6.2	Equipos.....	35
3.2.7	Materiales para el análisis organoléptico	35
3.2.8	Materiales para el análisis microbiológico	35
3.2.8.1	Materiales	35
3.2.8.2	Equipos.....	36
3.3	Métodos.....	36
3.3.1	Elaboración del cultivo madre.....	36
3.3.2	Elaboración del queso	36
3.3.2.1	Pasteurización de la leche.....	36
3.3.2.2	Elaboración de la cuajada.....	36
3.3.2.3	Corte y batido de la cuajada	37
3.3.2.4	Moldeado y prensado	37
3.3.3	Elaboración de los extractos.....	38
3.3.3.1	Elaboración de la solución alcohólica.....	38
3.3.3.2	Elaboración de los extractos de mora y fresa	38
3.3.3.3	Elaboración de los extractos de queso.....	38
3.3.4	Determinación de la capacidad antioxidante.....	38
3.3.4.1	Elaboración de los reactivos que conforman el reactivo FRAP	38
3.3.4.2	Análisis de las muestras	39
3.3.5	Determinación de fenoles totales	39
3.3.6	Determinación de antocianinas monoméricas y totales	40
3.3.7	Elaboración de pruebas organolépticas	42
3.3.7.1	Selección del lugar y participantes.....	42
3.3.7.2	Preparación de muestras de queso.....	42

3.3.7.3 Aplicación del análisis organoléptico	42
3.3.8 Análisis microbiológico	43
3.3.9 Diseño experimental.....	43
3.3.9.1 Capacidad antioxidante; antocianinas monoméricas y totales	43
3.3.10 Análisis de costos unitarios	44

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Antocianinas presentes	45
4.1.1 Antocianinas monoméricas	45
4.1.1.1 Frutas y vino usados en el estudio.....	45
4.1.1.2 Quesos sometidos a distintos tratamientos.....	46
4.1.2 Antocianinas totales	47
4.1.2.1 Frutas y vino utilizados en el estudio	47
4.1.2.2 Quesos sometidos a distintos tratamientos.....	48
4.2 Capacidad antioxidante	48
4.2.1 Frutas y vino usados en el estudio.....	48
4.2.2 Quesos sometidos a tratamientos	49
4.3 Fenoles totales	50
4.3.1 Frutas y vino utilizados en el estudio	50
4.3.2 Quesos sometidos a los distintos tratamientos	51
4.4 Análisis organoléptico.....	51
4.4.1 Apariencia externa.....	53
4.4.2 Color.....	53
4.4.2.1 Uniformidad de color	53
4.4.2.2 Intensidad de color	54
4.4.3 Flavor	54
4.4.4 Textura	55
4.4.5 Impresión general	55
4.5 Análisis microbiológico	56
4.6 Análisis de costos unitarios	56

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	59
------------------------	----

5.2 Recomendaciones..... 60

5.3 Bibliografía.....62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Requisitos microbiológicos de quesos madurados tipo Andino</i>	20
Tabla 2	<i>Tratamientos evaluados a nivel de capacidad antioxidante y fenoles totales</i>	43
Tabla 3	<i>Tratamientos evaluados a nivel organoléptico</i>	44
Tabla 4	<i>Promedio \pm E.E. de antocianinas monoméricas (mg/100 g) encontradas en frutos y vino utilizados en el estudio</i>	46
Tabla 5	<i>Promedio \pm E.E. de las antocianinas monoméricas (mg/100g) de los quesos sometidos a diferentes tratamientos</i>	46
Tabla 6	<i>Promedio \pm E.E. de antocianinas totales (mg/100 g) encontradas en frutos y vino utilizados en el estudio</i>	47
Tabla 7	<i>Promedio \pm E.E. de la concentración de antocianinas totales presentes en los quesos sometidos a diferentes tratamientos (mg/100g)</i>	48
Tabla 8	<i>Promedio \pm E.E. de la capacidad antioxidante (μmol de Fe²⁺/100g) de las frutas y vino usados en el estudio</i>	48
Tabla 9	<i>Promedio \pm E.E. de la capacidad antioxidante (μmol de Fe²⁺/100g) de los quesos sometidos a diferentes tratamientos</i>	49
Tabla 10	<i>Promedio \pm E.E. de concentración de fenoles totales (mg de ácido gálico/100 g) de las frutas y vino utilizados en el estudio</i>	50
Tabla 11	<i>Promedio \pm E.E. de concentración de fenoles totales (mg de ácido gálico/100 g) de los quesos sometidos a diferentes tratamientos</i>	51
Tabla 12	<i>Apariencia externa promedio \pm E.E. de los mejores tratamientos de acuerdo con la capacidad antioxidante y el testigo</i>	53
Tabla 13	<i>Uniformidad de color promedio \pm E.E. de los mejores tratamientos de acuerdo con la capacidad antioxidante y el testigo</i>	53
Tabla 14	<i>Intensidad de color promedio \pm E.E. de los mejores tratamientos de acuerdo con la capacidad antioxidante y el testigo</i>	54
Tabla 15	<i>Flavor promedio \pm E.E. de los mejores tratamientos de acuerdo con la capacidad antioxidante y testigo</i>	54
Tabla 16	<i>Textura promedio \pm E.E. de los mejores tratamientos de acuerdo con la capacidad antioxidante y el testigo</i>	55
Tabla 17	<i>Impresión general promedio \pm E.E. de los mejores tratamientos de acuerdo con la capacidad antioxidante y testigo</i>	55
Tabla 18	<i>Precios de la materia prima empleada para la producción de una unidad de cada producto del tratamiento testigo</i>	56
Tabla 19	<i>Precios de la materia prima empleada para la producción de una unidad de cada producto del tratamiento T1 (fresa + 1 día de intervalo de baño)</i>	57
Tabla 20	<i>Precios de la materia prima empleada para la producción de una unidad de cada producto del tratamiento T4 (mora + 1 día de intervalo de baño)</i>	57
Tabla 21	<i>Costos totales de producción de los tratamientos analizados organolépticamente</i>	58
Tabla 22	<i>Costos unitarios de los tratamientos analizados organolépticamente</i>	58

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Vista aérea del laboratorio de poscosecha del IASA I. Fuente: Google Maps.	29
<i>Figura 2</i> Vista aérea del laboratorio químico Santa Bárbara. Fuente: Goole Maps.	30
<i>Figura 3</i> Diagrama de araña con los valores promedio de las variables organolépticas.	52

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto de la adición de extractos antociánicos en queso semimadurado utilizando frutas como la mora y la fresa y tres intervalos de baño (1,5 y 10 días). Para determinar la capacidad antioxidante y contenido de antocianinas se siguió la metodología FRAP y pH diferencial respectivamente utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA) bifactorial (2x3+1) siendo los factores fruta e intervalo de inmersión con tres repeticiones. Se obtuvo como resultados que T4 (Mora + 1 día de intervalo de baño) fue el mejor tratamiento en cuanto a capacidad antioxidante y concentración de antocianinas monoméricas y totales seguido por T1 (Fresa + 1 día de intervalo de baño) que también destacó del resto de tratamientos. Adicionalmente se determinó la concentración de fenoles totales tanto en los quesos maduros como en los frutos y vino utilizados determinándose que no existe diferencia significativa entre los quesos tratados sin embargo el vino presentó mayor concentración de fenoles. Se realizó un análisis organoléptico de los mejores tratamientos comparándolos con el testigo en el que se determinó que no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos por lo que al realizar el análisis microbiológico se volvió a evaluar los mismos tratamientos determinándose que no se presentó el crecimiento de ninguna colonia de *E. coli* ni de *Staphylococcus aureus*. Finalmente se realizó un análisis de costos unitarios determinando resultados similares entre tratamientos.

Palabras clave:

- MORA
- FRESA
- ALIMENTO FUNCIONAL
- QUESO SEMI-MADURO

ABSTRACT

In the present study the effect of the addition of anthocyanin extracts in semi-mature cheese was evaluated using fruits such as blackberry and strawberry and three bath intervals (1.5 and 10 days). To determine the antioxidant capacity and anthocyanin content, the FRAP methodology and differential pH were followed respectively using a Bifactorial Completely Random Design (DCA) ($2 \times 3 + 1$), the fruit factors and immersion interval being three repetitions. It was obtained as results that T4 (Mora + 1 day of bathing interval) was the best treatment in terms of antioxidant capacity and concentration of monomeric and total anthocyanins followed by T1 (Strawberry + 1 day of bathing interval) that also stood out from the rest of treatments. Additionally, the concentration of total phenols was determined both in mature cheeses and in the fruits and wine used, determining that there is no significant difference between the cheeses treated, however the wine presented a higher concentration of phenols. An organoleptic analysis of the best treatments was performed, comparing them with the control in which it was determined that there were no significant differences between treatments, so when performing the microbiological analysis the same treatments were reassessed, determining that no growth of any colony of *E. coli* or *Staphylococcus aureus* occurred.. Finally, a unit cost analysis was performed determining similar results between treatments.

Key words:

- **BLACKBERRY**
- **STRAWBERRY**
- **FUNCTIONAL FOOD**
- **SEMI-MATURE CHEESE**

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La industria del queso en Ecuador ha crecido en los últimos años debido al incremento de la demanda dada por cambios en las costumbres alimentarias de la población, lo que se evidencia en la creación de nuevas tecnologías y empresas para elaborar productos que incluso podrían llegar a exportarse, considerando que el queso es uno de los alimentos más variados y que se encuentra presente en muchas culturas a nivel mundial (Bustamante, 2012) El queso semi-maduro es un producto que se obtiene mediante la coagulación de la leche y posteriormente se somete a un proceso de maduración, de gran valor nutritivo ya que además de ser una fuente de proteína también contiene minerales como el calcio (Velasco, 2012).

En la actualidad la población está más consciente de su salud personal, por lo que prefieren consumir alimentos que tengan efectos beneficiosos para la misma y que le generen bienestar, por este motivo buscan informarse de las propiedades y bondades de los alimentos conociendo cuales aportan a la prevención de enfermedades y favorecen a procesos fisiológicos los cuales toman el nombre de alimentos funcionales, tienen compuestos tales como antioxidantes que afectan de manera positiva al funcionamiento del organismo por lo que es uno de los temas que es de interés tanto en los organismos de regulación como en la industria alimentaria (Araya & Lutz, 2003). El consumo de frutas y verduras se ha relacionado con un menor índice de prevalencia y de mortalidad por enfermedades degenerativas y la protección que estos alimentos proveen se debe al contenido de antioxidantes que estos poseen como la vitamina C, E, flavonoides y carotenos (García, Zavala, & Ledesma, 2007)

1.2 Justificación

Las dietas basadas en alimentos de bajo valor nutricional constituyen una de las causas para el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles. Por lo tanto se busca consumir alimentos tales como frutas y verduras, cuyos componentes nutricionales proporcionan un efecto protector para la salud, demostrándose una menor incidencia de este tipo de enfermedades en las personas que los consumen frecuentemente. Los antioxidantes que se encuentran en las frutas y verduras actúan de forma independiente y directa sobre las enzimas, permitiendo que estas controlen y combatan a las sustancias agresoras del organismo (Araya, Clavijo, & Herrera, 2006). La mora es una fruta que posee una gran capacidad antioxidante, debido a su contenido de antocianinas, haciendo que sea una posibilidad para usarse de forma alternativa a antioxidantes y pigmentos artificiales utilizados en la industria alimentaria (Rojas, Martínez, & Stashenko, 2014). La fresa es un fruto que se llega a considerar nutrocéutico, debido a que al igual que la mora, constituye una fuente de antioxidantes tales como las antocianinas, vitamina C y ácidos fenólicos, los cuales tienen la facultad de evitar la oxidación de organelos y contribuir a la prevención de enfermedades (Restrepo, Cortez, & Rojano, 2010).

Este proyecto se centra en el queso debido a que es un producto de consumo masivo en Ecuador y además de tratarse de un producto lácteo constituye una fuente de grasa y proteína por lo que tiene un valor nutritivo aprovechable para quienes lo consumen, por lo que se busca elaborar un queso de tipo semi-maduro enriquecido con antioxidantes en el que se evaluará el efecto de dos factores: el primer factor es el efecto de las frutas utilizadas: mora y fresa y el segundo factor a evaluarse será el tiempo de exposición del queso a los extractos de frutas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de la adición de extractos antociánicos de mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.) y Fresa (*Fragaria x ananassa* W.) sobre la capacidad antioxidante y aceptabilidad organoléptica en queso semi-maduro.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el contenido de antocianinas presentes en el queso sometido a los diferentes tratamientos.
- Evaluar la capacidad antioxidante de queso semi-maduro sometido a dos tipos de extractos de antociánicos (mora y fresa), más testigo con vino tinto y tres intervalos de inmersión.
- Determinar la aceptabilidad organoléptica de los mejores tratamientos de queso semi-maduro por su capacidad antioxidante.
- Analizar la calidad microbiológica de los mejores quesos tratados al final del periodo de vida útil comercial de los mismos.
- Realizar un análisis de costos unitarios de los mejores tratamientos definidos por el proceso organoléptico.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis nula

La inmersión de queso semi-maduro en extractos antociánicos de mora y fresa a diferentes intervalos de inmersión no transfiere capacidad antioxidante a ninguno de los tratamientos.

1.4.2 Hipótesis alterna

La inmersión de queso semi-maduro en extractos antociánicos de mora y fresa a diferentes intervalos de inmersión transfiere capacidad antioxidante a al menos uno de los tratamientos.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Queso semi-madurado

Es el producto de la coagulación de la leche que puede ser ácida, enzimática o mixta que posteriormente se somete a un proceso de maduración, adicionalmente de otras transformaciones en condiciones determinadas, a fin de que desarrollen características propias tales como sabor leve y textura suave. Es importante mencionar que de acuerdo al tiempo de maduración, se tiene diferentes tipos de quesos, los cuales son: tierno (menos de 21 días), oreado (de 21 a 90 días), semi-curado (de 3 a 6 meses) y curado (mayor de 6 meses) (Velasco, 2012).

En otras palabras el queso semi-madurado se puede definir como el queso que después de su elaboración todavía no está listo para el consumo, por lo que se debe almacenar durante cierto tiempo, a cierta temperatura y a determinadas condiciones para que se desarrollen los aspectos que caracterizan a este tipo de queso. Los procesos de elaboración de los quesos semi-maduros pueden variar, pero en general se realiza la inoculación de bacterias ácido lácticas a la leche (Torres & Gudiño, 2008).

2.1.1 Valor nutricional del queso semi-maduro

Específicamente el queso semi-maduro contiene un porcentaje de grasa total de entre 21 y 23%, un contenido de proteínas del 13 al 18%, carbohidratos del 4 al 7%, un contenido de sodio del 1% y contenido de lactosa no mayor al 6%. Por cada 100 gramos de producto que se consume este aporta al organismo con una cantidad de 265 a 282 calorías y además aporta con vitaminas A,D y E, B1, B2,B6 y B12, pero se debe considerar que el nivel nutricional que tenga el queso

estará en función de las tecnologías que se usaron, la calidad de la materia prima y el tiempo de maduración (Velasco, 2012).

2.1.2 Queso de Murcia al vino

El queso de Murcia al vino se puede definir como un queso graso de pasta prensada, de masa compacta al corte y sabor agradablemente ácido y poco salado el cuál se comercializa a los 30 días de su elaboración en porciones pequeñas y a los 45 días en partes más grandes. Su forma suele ser redondeada y su corteza lisa muy ligera bañada con vino tinto que le atribuye su color característico rojo granate. El queso es elaborado con cultivos liofilizados de *Streptococcus lactis* y *Streptococcus cremoris* los cuales crecen a temperaturas que van entre los 10 y 45 °C y durante el periodo de maduración del queso se realizan prácticas como el volteado y limpieza además del baño en vino tinto los cuales se realizan: el primer baño antes de entrar a maduración durante 30 minutos y 3 baños más con un intervalo de 7 días durante el proceso de maduración (Ferrandini, 2006)

2.1.3 Requerimientos microbiológicos (INEN)

La norma INEN 2607 menciona que el queso al ser analizado microbiológicamente debe contar con la total ausencia de microorganismos patógenos así mismo de sus toxinas y metabolitos siendo los requisitos microbiológicos los siguientes:

Tabla 1

Requisitos microbiológicos de quesos madurados tipo Andino

Requisito	N	m	M	c	Método de ensayo
<i>Enterobacteriaceae</i>	5	2x10 ²	10 ³	2	NTE INEN 1529-13
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	10 ²	10 ³	1	NTE INEN 1529-14

Fuente: (INEN, 2012)

2.2 Antioxidantes

Los antioxidantes son sustancias que son capaces de retrasar o detener la oxidación de moléculas como los lípidos evitando que aparezcan o se propaguen reacciones en cadena de oxidación, generalmente se tiene dos categorías de antioxidantes que son los naturales y sintéticos. Se ha demostrado en varios estudios que el consumo de antioxidantes puede producir un efecto protector contra los efectos oxidativos del organismo combatiendo enfermedades como el cáncer, la diabetes, la artritis, malaria, etc. que son producto de formas extremadamente reactivas de oxígeno. Alimentos tales como frutas, verduras y condimentos, contienen grandes cantidades de compuestos fenólicos tales como nitrógeno, carotenoides, ácido ascórbico y tocoferoles los cuales tienen una gran capacidad antioxidante (Dégaspari & Wasczynskyj, 2004).

La función fisiológica que cumplen los antioxidantes como su nombre mismo lo indica es evitar la oxidación de sustancias que puedan ocasionar disfunciones fisiológicas y facilitar a las mitocondrias el uso fisiológico de oxígeno evitando el estrés oxidativo y la falta de oxígeno creando una función fundamental de prevención de enfermedades derivadas de este estrés ya que se forman complejos que moderan la producción de radicales libres. Los antioxidantes se dividen en dos sistemas que son el sistema enzimático y no enzimático, pero es importante tener en cuenta que estos sistemas actúan en conjunto con otros nutrientes como el cobre, el zinc o la riboflavina (Zamora, 2007).

2.2.1 Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son un grupo amplio de componentes químicos que son considerados metabolitos secundarios de las plantas existiendo un grupo de 8000 compuestos distintos, es más común encontrarlos como lignina insoluble y en los tejidos animales es posible

encontrarlos debido a la ingesta de plantas que contienen estos compuestos. Se relacionan con la calidad sensorial de los alimentos debido a que pueden contribuir con pigmento a los alimentos gracias a la antocianina y a la reacción de oxidación de estos compuestos que produce un pardeamiento enzimático en los alimentos. Debido a la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos hoy en día son de gran interés debido a que la utilización de estos compuestos hace que se reduzca el uso de aditivos antioxidantes adquiriéndose un alimento más saludable que podría considerarse como un alimento funcional (Martínez, Periago, & Ros, 2000).

2.2.2 Antocianinas

Las antocianinas son compuestos de tipo fenólicos que forman parte de los flavonoides, específicamente son pigmentos naturales presentes en flores, frutos y bayas. Presentando colores tales como el rojo, el naranja e incluso el azul, debido a que son solubles en agua, se incorporan en numerosos sistemas de alimentación acuosos. Debido a los efectos antioxidantes que estos pigmentos poseen, el interés en estudiarlos ha incrementado los últimos años para combatir enfermedades como el cáncer, efectos antiinflamatorios, enfermedades cardíacas, etc. y además por los colores que son capaces de transmitir a los alimentos también se usan como una alternativa al uso de colorantes sintéticos (Heras, Alvis, & Arrazola, 2013). Este tipo de compuestos presentan una variada paleta de colores, que como ya se mencionó anteriormente, pueden ir desde tonos anaranjados hasta azulados. Debido a que su estructura se compone de un anillo benzopirano que se une a otro anillo aromático conocido como B (C6-C3-C6) el color va a depender del número de grupos hidroxilos presentes en el anillo B que proporcionan el color azulado mientras que las O-metilaciones van a dar una apariencia más rojiza, sin embargo el color de las antocianinas también está en función del medio en el que se encuentren debido a que

el pH, iones metálicos y la asociación con otros compuestos que se conocen como copigmentos (Martínez N. , 2018)

2.2.3 Capacidad antioxidante

Se conoce como capacidad antioxidante a los sistemas de defensa que ha desarrollado el organismo para protegerse de la atmosfera oxidativa en la que vivimos y se trata de la capacidad de reducir los radicales libres y los oxidantes de tipo endógeno y exógeno. Los sistemas amortiguadores antioxidantes actúan cargándose de hidrógeno y electrones por medio del sistema NADPH+ y de la reducción de NADP a través del metabolismo y de esta forma los sistemas antioxidantes del organismo producen barreras que disminuyen la potencia oxidativa de las sustancias capaces de agredir al organismo (Quintanar & Calderón, 2009). Existen diversos métodos para evaluar la capacidad antioxidante de un alimento o una sustancia los cuales se usarán de acuerdo a la disponibilidad de reactivos y equipos los cuales suelen ser: DPPH 2,2-Difenil1-Picrilhidrazilo, FRAP (Poder antioxidante del hierro) y el radical ABTS (Ácido 2,2'-azinobis (3etilbenzotiazolín)-6-sulfónico) (Araya & Lutz, 2003).

2.3 Descripción de frutas usadas en el estudio

2.3.1 Fresa (*Fragaria x ananassa* W.)

La fresa es un fruto de origen europeo de un tamaño pequeño y con una gran cantidad de hojas, muy valorada tanto por su tamaño como por su olor y sabor intenso. Se introduce al continente durante el siglo XIX y en la actualidad se encuentran 680 hectáreas cultivadas. Este cultivo en nuestro país se lo encuentra principalmente en la región Sierra, principalmente en las provincias de Pichincha donde se encuentra la mayor producción, Tungurahua, Imbabura, Chimborazo y Azuay. En América se pueden encontrar dos especies de frutilla: *Fragaria*

chiloensis de Chile y *Fragaria virginiana* de Estados Unidos pero ya que estas presentan un tamaño mayor son más conocidas como fresones (Yepez, 2018).

La fresa es un alimento de bajo aporte calórico y con bajo contenido de carbohidratos. Es una gran fuente de vitamina C y contiene sustancias químicas importantes como los antioxidantes y ácidos orgánicos que le confieren propiedades antiinflamatorias, anticoagulantes y desinfectantes. Además la fresa también aporta con aceite esencial, taninos y flavonoides. Por lo antes mencionado, son recomendadas para la prevención de enfermedades degenerativas y el cáncer (Beltrán , 2010). La fresa es un fruto que cuenta la capacidad de combatir los radicales libres que son dañinos para nuestro organismo y posee una capacidad antioxidante de 310000 μmol de $\text{Fe}^{2+}/100\text{g}$ (Araya, Clavijo, & Herrera, 2006).

De acuerdo con (Chiqui & Lema, 2010) la clasificación taxonómica de la fresa es:

Reino: Vegetal
Familia: Rosáceas
Subfamilia: Rosídeas
Género: *Fragaria*
Especie: *Ananassa*

Nombre científico: *Fragaria ananassa*

Nombre común: Fresa

Los mejores rendimientos del cultivo de fresa se obtienen al estar sembradas a 1100 m.s.n.m. con una temperatura óptima que se encuentra entre los 15 a 20 °C y una humedad adecuada para

prevenir la proliferación de organismos fitopatógenos de entre el 65 al 70%. Se requiere la presencia de suelos con un pH ácido de 4,5 y un requerimiento hídrico anual de 400 a 600 mm (Verdugo, 2011).

2.3.2 Mora de castilla (*Rubus glaucus* B.)

La mora es un fruto nativo de la zona Andina y se la encuentra a lo largo del callejón interandino en provincias tales como: Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Cotopaxi, Bolívar y Tungurahua. Es un fruto cuyo valor nutricional es grande y por esa razón su consumo es importante debido a que posee gran cantidad de antioxidantes y carotenoides teniendo efectos antiinflamatorios y antibacterianos, posee grandes cantidades de vitamina C y altas cantidades de fibra haciendo que el sistema inmunológico se fortalezca y se prevengan enfermedades degenerativas y cardiovasculares. Esta fruta tiene múltiples usos ya que puede ser consumida como fruta fresca o utilizarla en la elaboración de jugos, helados, mermeladas y como una alternativa a los colorantes artificiales (Cano, 2011).

La mora de castilla se trata de un fruto climatérico cuyo periodo de vida útil suele ser muy corto, tiene una estructura morfológica frágil y que posee gran contenido de compuestos orgánicos y bioactivos. Debido a su corto periodo de vida útil es una fruta que constantemente se encuentra enfrentándose a cambios fisicoquímicos y de firmeza que van a afectar a su calidad. Al ser un producto de superficie tan delicada en él se pone en manifestación el manejo inadecuado que pudo haber sufrido durante la etapa de precosecha y poscosecha (Ayala, Valenzuela, & Bohórquez, 2013).

De acuerdo con (Mejía, 2011) la clasificación taxonómica de la mora es:

Reino:	Vegetal
División:	Antofita
Clase:	Dicotiledónea
Subclase:	Arquiclamidea
Orden:	Rosales
Familia:	Rosaceae
Género:	Rubus

Subgéneros presentes en Ecuador: *Eubatus*, *Idaeobatus* y *Orobatus*

Especies presentes en Ecuador: *R. acanthophyllos*, *R. coriaceus*, *R. laegaardii*, *R. glabratus*, *R. roseus*, *R. nubigenus*, *R. compactus*, *R. ellipticus*, *R. niveus*, *R. glaucus*, *R. megalpococcus*, *R. adenothallus*, *R. peruianus*, *R. bogotensis*, *R. adenotrichos*, *R. killipii*, *R. floribundus*, *R. boliviensis*, *R. urticifolius*, *R. loxensis* y *R. azuayensis*.

La mora presenta sus mayor rendimientos al sembrarse en altitudes que van desde los 1800 a los 2600 m.s.n.m. es decir, zonas que se consideran frías y templadas con una temperatura de entre 12 y 18 °C. La mora es versátil en cuanto a adaptación de suelos se refiere siempre y cuando estos cuenten con un buen drenaje, disponibilidad de agua, materia orgánica y arcilla. El pH en donde se va a establecer el cultivo deberá ser ligeramente ácido con un pH de entre 5,2 a 6,7 siendo el óptimo de 5,7. La fase de cosecha es sumamente delicada debido a que las plantas no maduran uniformemente y por la presencia de espinas lo cual hace necesario que se tenga un especial cuidado en este proceso, de igual manera el proceso de poscosecha, ya que se llegan a tener pérdidas del 60-70% cuando no se ha manejado adecuadamente (Sora , Fishcer, & Florez, 2006).

2.4 Alimentos funcionales

Los alimentos funcionales son aquellos que se consideran modificados o que posean un ingrediente en su composición, el cual se pueda probar que va a contribuir a la prevención del riesgo de enfermedades y a incrementar el bienestar de quien lo consuma, esto se debe a que en este tipo de alimentos existe la presencia de componentes fisiológicamente activos. Son considerados alimentos saludables ya que en su estado sin procesar o ligeramente procesados tienen beneficios para la salud ya que son una excelente fuente de antioxidantes y es posible producirlos de diversas formas, ya sea reemplazando un ingrediente tradicional del alimento o agregar un componente que normalmente no está en la mayoría de los alimentos (Araya & Lutz, 2003).

La funcionalidad de un alimento está sujeta a factores como la composición original del mismo es decir a la forma en la que se preparó el alimento, como se conservó y el ambiente en el que fue realizado y además es posible modificar el valor nutricional de un alimento mediante procesos de enriquecimiento o la adición de compuestos exógenos. También es importante considerar que existe una relación entre el alimento y la persona que lo consume, lo cual también podría afectar a la funcionalidad de dicho alimento, debido a que la respuesta que se tiene a algún componente varía según el individuo, el ambiente del mismo e incluso el tiempo; por lo que determinar un valor numérico a la funcionalidad de un alimento es complicado, sin embargo mediante estudios es posible determinar qué respuesta se va a presentar en la población que está expuesta a determinada dieta, por ejemplo, se conoce que personas que incluyen en su dieta alimentos con contenido de antioxidantes presentarán con menor frecuencia enfermedades como el cáncer (Fuentes & Benavides, 2017).

2.5 Antioxidantes aptos para productos alimenticios

Al momento de realizar la extracción se debe considerar que los reactivos a utilizarse en este procedimiento no sean tóxicos, ya que podrían dejar trazas en el alimento, por lo que en este caso el método apropiado sería el mencionado por (Menéndez, 2008) en el que se logró obtener pigmentos antociánicos, utilizando reactivos como el etanol con 90° de pureza y el ácido cítrico a una concentración en relación peso/volumen del 0,03%. El método se basa en triturar las frutas o vegetales de los que se desee obtener el pigmento, posteriormente se añade la solución alcohólica y se coloca en baño termostático durante 24 horas a una temperatura de 60°C, finalmente transcurrido ese tiempo se procede a filtrar la mezcla con papel Whatman No. 1 con el fin de obtener el extracto de las frutas o vegetales deseados.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del lugar de investigación

3.1.1 Ubicación política

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de poscosecha ubicado en la Carrera de Agropecuaria, localizada en la hacienda “El Prado” de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE y en el laboratorio químico de Santa Bárbara ubicado en la matriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, Parroquia Sangolquí, Cantón Rumiñahui, Provincia Pichincha

3.1.2 Ubicación geográfica

3.1.2.1 Laboratorio de poscosecha y agroindustrias

Latitud $0^{\circ}23'27.98''$ S y Longitud: $78^{\circ}24'49,16''$ O



Figura 1 Vista aérea del laboratorio de poscosecha del IASA I.
Fuente: Google Maps.

3.1.2.2 Laboratorio químico Santa Bárbara

Latitud: 0°18'53"S y Longitud: 78°26'36"O



Figura 2 Vista aérea del laboratorio químico Santa Bárbara. Fuente: Goole Maps.

3.1.3 Condiciones de Laboratorio

De acuerdo con (Aucancela, 2019) el laboratorio de poscosecha tiene una ventilación adecuada y cuenta con una temperatura promedio de 16 °C llegando a una temperatura máxima de 21 °C y a una mínima de 7 °C presentando una humedad del 90%.

3.2 Materiales y Equipos

3.2.1 Materiales para la elaboración del cultivo madre

3.2.1.1 Materia prima

- Leche UHT de vaca

3.2.1.2 Insumos

- Cultivo láctico CHOOZIT MA 14 LYO 50 DCU

3.2.1.3 Materiales

- Probeta de vidrio de 100 mL

3.2.1.4 Equipos de proceso

- Estufa
- Balanza digital

3.2.2 Materiales para la elaboración del queso

3.2.2.1 Materia prima

- Leche cruda de vaca

3.2.2.2 Insumos

- Cultivo láctico madre (*Lactobacillus lactis* y *cremoris*)
- Cloruro de calcio
- Cuajo

3.2.2.3 Materiales

- Cuchara de palo
- Cuchillo
- Olla metálica
- Moldes plásticos de autoprensado
- Mandil

3.2.2.4 Equipos de agroindustria

- Cocina industrial

3.2.2.5 Equipos de proceso

- Balanza digital Camry
- Termómetro de mercurio

3.2.3 Materiales para la elaboración de los extractos

3.2.3.1 Materia prima

- Moras de castilla
- Fresas

3.2.3.2 Insumos

- Ácido cítrico
- Alcohol potable de 90°
- Agua destilada

3.2.3.3 Materiales

- Cuchillo
- Mandil
- Recipientes de vidrio de 500 mL
- Colador

3.2.3.4 Equipos de agroindustria

- Licuadora industrial
- Baño María

3.2.3.5 Equipos de proceso

- Balanza digital Camry
- Termómetro digital

3.2.4 Materiales para la determinación de capacidad antioxidante utilizando el método

FRAP

3.2.4.1 Materiales

- Solución buffer de acetato en concentración 0,3 M
- Ácido acético
- Solución 10 mM de TPTZ
- HCl 40mM
- Cloruro férrico 20mM
- Metanol
- Sulfato ferroso
- Vaso de precipitación de 500 mL
- Micropipeta de 100 μ L
- Pipeta de 10 mL
- Tubos de ensayo plástico de 13 mL
- Mandil

3.2.4.2 Equipos

- Espectrofotómetro
- Conductivímetro

- Balanza digital

3.2.5 Materiales para la determinación de fenoles totales

3.2.5.1 Materiales

- Agua destilada
- Reactivo de folin
- Carbonato
- Ácido gálico
- Pipeta de 10 mL
- Micropipeta de 1000 μ L
- Mandil

3.2.5.2 Equipos

- Espectrofotómetro
- Balanza digital

3.2.6 Materiales para la determinación de antocianinas monoméricas y totales

3.2.6.1 Materiales

- Agua destilada
- Cloruro de potasio
- Ácido clorhídrico
- Acetato de sodio
- Pipeta de 10 mL
- Micropipeta de 1000 μ L

- Mandil
- Balones de 500 mL

3.2.6.2 Equipos

- Espectrofotómetro
- Conductivímetro
- Balanza digital
- Agitador magnético

3.2.7 Materiales para el análisis organoléptico

- Cartas de degustación
- Recipientes plásticos
- Agua
- Vasos
- Panel de degustación
- Cuchillo

3.2.8 Materiales para el análisis microbiológico

3.2.8.1 Materiales

- Placas petrifilm 3M para *Staphylococcus aureus*
- Placas petrifilm 3M para *Escherichia coli*
- Agua destilada
- Matraz
- Probeta

- Pipeta
- Mechero

3.2.8.2 Equipos

- Cámara de flujo laminar
- Incubadora
- Vortex
- Autoclave

3.3 Métodos

3.3.1 Elaboración del cultivo madre

Utilizando la balanza se pesaron 1,65 gramos del cultivo láctico y se los añadió a un litro de leche UHT, posteriormente en una probeta se colocó la mezcla en la estufa durante un tiempo de cuatro horas y media y una vez finalizado este tiempo se colocó al cultivo madre en refrigeración hasta su uso (CIMPA, 2013)

3.3.2 Elaboración del queso

3.3.2.1 Pasteurización de la leche

Se adquirieron 50 litros de leche entera de vaca provenientes de la hacienda el prado y para su pasteurización se la llevó a una temperatura de 63°C en la cocina industrial y se mantuvo esta misma temperatura durante 30 minutos.

3.3.2.2 Elaboración de la cuajada

Una vez finalizado el proceso de pasteurización se bajó la temperatura de la leche a 40 °C y de acuerdo con (Pardo & Alamanza, 2003) se añadió el cultivo láctico, posteriormente el cloruro de

calcio y se los dejó actuar durante un periodo de 20 minutos manteniendo la temperatura antes mencionada.

Una vez transcurridos los 20 minutos se procedió a colocar el cuajo utilizando una cantidad de 1,2 mL por cada 10 litros de leche y se lo dejó actuar por 45 minutos comprobando la formación de la cuajada al tocar levemente la leche con el pulgar, si la leche no se adhiere al dedo quiere decir que el cuajo ya ha actuado.

3.3.2.3 Corte y batido de la cuajada

Una vez formada la cuajada se procedió a cortarla con un cuchillo creando una cuadrícula, teniendo un tamaño de grano de 2 cm, se dejó reposar durante 15 minutos y al haber transcurrido este tiempo se batió suavemente la cuajada y se dejó reposar durante 10 minutos más, durante este tiempo se retiró el 30 por ciento de suero y se le reemplazó con agua a 60 °C a la cual se le añadió 60 gramos de sal (Pardo & Alamanza, 2003). Posteriormente se realizó un segundo corte de la cuajada y un batido final.

3.3.2.4 Moldeado y prensado

Se colocó la cuajada en los moldes de autoprensado uno sobre el otro para prensar la cuajada y se los dejó reposar durante 10 minutos, una vez transcurrido este tiempo se invirtió el orden de los moldes con el fin de crear un prensado uniforme, se dejó reposar durante 15 minutos más y se procedió a voltear a los quesos dentro del mismo molde para que el queso tenga la misma forma de ambos lados, el proceso se repitió hasta que el queso se volvió más firme y se dejó en una prensada final durante toda la noche.

3.3.3 Elaboración de los extractos

3.3.3.1 Elaboración de la solución alcohólica

Basándose en el protocolo propuesto por (Menéndez, 2008) se utilizó agua destilada con el fin de disminuir la concentración del alcohol potable el cual se encontraba a una concentración inicial del 96° y se requería que este se encuentre en una concentración de 90°, una vez logrado esto se le añadió ácido cítrico en una proporción del 0,03%

3.3.3.2 Elaboración de los extractos de mora y fresa

Tomando como referencia el procedimiento mencionado por (Cano, 2011) con ciertas modificaciones se pesó 500 gramos de fruta por cada litro de alcohol a utilizarse y se la trituró con ayuda de la licuadora y una pequeña cantidad de la solución alcohólica. Una vez bien triturada la fruta se la mezcló con el resto de solución y se la filtró utilizando un colador para ser colocada posteriormente en recipientes de vidrio los cuales se llevaron al baño maría y reposaron ahí a una temperatura de 17 °C durante 24 horas.

3.3.3.3 Elaboración de los extractos de queso

Para elaborar el extracto de queso se retiró la parte coloreada de cada uno de ellos y se pesó 100 gramos de cada corteza por lo que se utilizaron 200 mL de solución alcohólica preparada de la misma manera que para el extracto de frutas y de igual forma se los dejó reposar en el baño maría durante 24 horas a 17 °C.

3.3.4 Determinación de la capacidad antioxidante

3.3.4.1 Elaboración de los reactivos que conforman el reactivo FRAP

La determinación de capacidad antioxidante se realizó de acuerdo con el método del Poder Antioxidante Reductor de Hierro (FRAP) descrito por (Fuentes & Benavides, 2017). En el que el

primer paso es elaborar un buffer de ácido acético 0,3 M para lo cual fue necesario pesar 0,310 g de acetato de sodio trihidratado a los cuales se les adicionó 1,6 mL de ácido acético y se aforó utilizando 100 mL de agua destilada y finalmente se verificó que le pH se encuentre en 3,6.

Posteriormente se elaboró el cloruro férrico 20 mM para lo cual se pesó 0,05406 g y se le adicionó 10 mL de agua. Como último paso se elaboró el reactivo 2, 4, 6-tripiridil-striazina (TPTZ) 10mM para lo cual se pesó 0,0312 g de TPTZ y se mezcló con 10 mL de HCL 40mM.

Una vez elaborados todos los reactivos se mezclan en un relación 10:1:1, siendo 10 partes de solución buffer por cada parte de cloruro férrico y cada parte de reactivo TPTZ.

3.3.4.2 Análisis de las muestras

Para determinar la capacidad antioxidante de las muestras se colocó 100 μ L de cada muestra a analizar y 100 μ L de metanol como blanco; se mezcló cada muestra y el blanco con 3 mL de reactivo FRAP y se dejó reposar en la oscuridad durante 4 minutos. Una vez transcurrido este tiempo utilizando una longitud de onda de 593 nm en el espectrofotómetro se encendió al equipo con el blanco y se midió las absorbancias de las muestras.

Se realizó la curva de calibración utilizando un gradiente de concentración de sulfato ferroso el cual fue disuelto en metanol y los resultados se encontrarán expresados en μ mol/g de muestra.

3.3.5 Determinación de fenoles totales

Se colocó 2 mL de agua destilada en cada tubo de ensayo junto con 0,4 mL de cada muestra, pero para el caso del blanco se colocan 0,4 mL de metanol y 0,4 mL de reactivo de folin-ciocalteu para dejarlos reposar al ambiente durante 5 minutos, una vez transcurrido este tiempo se mezcla con 0,4 mL de una solución de carbonato de sodio (preparada con 10 gramos de

carbonato y se afora en 50 mL de agua destilada) y 0,8 mL de agua destilada, posteriormente se deja reposar la mezcla durante una hora. Finalmente utilizando una longitud de onda de 765 nm en el espectrofotómetro se enceró al equipo con el blanco y se midió las absorbancias de las muestras.

Se realizó la curva de calibración utilizando ácido gálico utilizando 0,025 g y 50 mL de agua destilada (Fuentes & Benavides, 2017).

3.3.6 Determinación de antocianinas monoméricas y totales

Para determinar la cantidad de antocianinas presentes en el queso se utilizó la metodología de diferencia de pH, cuyo protocolo es descrito por Giusti citado por (Leyva, 2009) debido a que es un método espectrofotométrico rápido y simple que se basa en la transformación estructural que ocurre en la antocianina con el cambio del pH (coloreado con un pH de 1 y sin colorear con un pH de 4,5) y en el cual se buscó determinar la absorbancia de las antocianinas utilizando espectrofotometría con una longitud de onda de 400-700 nm. Y se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Antocianos monoméricos (mg/100g)} = \frac{A \times PM \times FD \times 100}{(\varepsilon \times 1)}$$

Donde:

A = Absorbancia;

PM = peso molecular (449,2)

FD = Factor de dilución (5)

ε = absortividad molar (26900)

Y para determinar la concentración final (mg/100 g) se debió calcular base al volumen de extracto de la muestra expresándose en cianidina 3-glucósido (PM: 449,2 y ϵ : 26900). Con la ecuación:

$$A = (A_{\text{max. vis}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH}1,0} - (A_{\text{max vis}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH}4,5}$$

Donde:

$A_{\text{max vis}}$ = Absorbancia máxima de la antocianina

$A_{700 \text{ nm}}$ = Lectura de la absorbancia en 700 nm.

Finalmente utilizando la siguiente ecuación fue posible determinar la concentración de antocianinas totales:

$$\text{Antocianos totales (mg/100g)} = \frac{A' \times PM \times FD \times 100}{(\epsilon \times 1)}$$

A' se calculó utilizando la ecuación: $A' = (A_{\text{max. Vis}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH}1,0}$

De acuerdo con la metodología de (Martínez, y otros, 2011) se colocó 0,6 μL de cada muestra tubos de ensayo separados en dos grupos ya que así al primer grupo se le añadió 2,4 mL de solución de cloruro de potasio (la cual fue preparada pesando 1,864 g de cloruro de potasio, mezclando con 980 mL de agua destilada y posteriormente aforando a 1 L) y al segundo grupo se le añadió 2,4 mL de la solución buffer de acetato de sodio (la cual se preparó con 32,812 g y la misma cantidad de agua destilada que se usó en la anterior solución). Posteriormente se dejó reposar la mezcla 15 minutos para que se homogenice y se realizó la lectura en el espectrofotómetro con 515 nm y 700 nm de longitud de onda.

3.3.7 Elaboración de pruebas organolépticas

3.3.7.1 Selección del lugar y participantes

Se seleccionó un lugar que contaba con separación entre participantes el cual fue las aulas del laboratorio de poscosecha ubicado en la Carrera de Agropecuaria, IASA I. Se seleccionaron 10 participantes a los cuales se les capacitó acerca de la metodología del trabajo y se les indicó el objetivo de realizar el análisis organoléptico (Bunger & Quitral, 2015)

3.3.7.2 Preparación de muestras de queso

Se tomó en cuenta que el queso se encuentre a una temperatura de refrigeración de entre 2 a 6 °C y se retiró los quesos de refrigeración con una anticipación de 20 minutos para permitir que éste alcance una temperatura de entre 16 a 18 °C (Villajos, 2016).

Posteriormente con la ayuda del cuchillo se cortó a los quesos en cubos de 0,5 cm y se los colocó en recipientes plásticos con tapa que permitan al catador apreciar mejor el aroma de los quesos.

3.3.7.3 Aplicación del análisis organoléptico

Se elaboró una carta de cata en la cual constaron 5 variables: Apariencia externa, color (uniformidad e intensidad), textura, flavor e impresión global las cuales debían ser evaluadas con un puntaje del 1 al 5 siendo 1 el más bajo y 5 el más alto.

A cada catador se le entregó muestras de queso correspondientes a los tratamientos del experimento y se sirvió un vaso de agua para que puedan limpiar su paladar, la cata fue realizada al final del proceso de maduración del queso.

3.3.8 Análisis microbiológico

Para realizar el análisis microbiológico se tomó como referencia la norma INEN 2604 que muestra el límite permisible de *Staphylococcus aureus* y la norma INEN 3067 que muestra el límite permisible de *Escherichia coli*.

Para preparar las muestras se pesó 25 gramos de cada tratamiento y se las mezcló con 90 mL de agua destilada, se homogenizó con el vortex la mezcla, se colocó 1 mL en cada placa y se las dejó reposar durante 72 horas en la incubadora a una temperatura de 30 °C.

3.3.9 Diseño experimental

3.3.9.1 Capacidad antioxidante; antocianinas monoméricas y totales; fenoles totales

Se realizó un diseño completamente al azar (DCA) bifactorial (2x3+1) con tres repeticiones siendo la unidad experimental cada queso realizado y las variables de respuesta la capacidad antioxidante y fenoles totales. En la siguiente tabla a continuación se detallan los tratamientos con sus respectivos factores.

Tabla 2

Tratamientos evaluados a nivel de capacidad antioxidante y fenoles totales

Tratamiento	Descripción
T0	Vino tinto, 7 días de intervalo de inmersión
T1	Extracto de fresa, 1 día de intervalo de inmersión
T2	Extracto de fresa, 5 días de intervalo de inmersión
T3	Extracto de fresa, 10 días de intervalo de inmersión
T4	Extracto de mora, 1 día de intervalo de inmersión
T5	Extracto de mora, 5 días de intervalo de inmersión
T6	Extracto de mora, 10 días de intervalo de inmersión

3.3.9.3 Pruebas de degustación

Para las pruebas de degustación se utilizó un diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) siendo cada catador un bloque obteniéndose así, 10 bloques para cada tratamiento y se utilizó una muestra de 0,5 cm² como unidad experimental por cada recipiente de plástico.

Tabla 3

Tratamientos evaluados a nivel organoléptico

Bloques (Catadores)	Tratamientos		
1	T0	T4	T1
2	T0	T1	T4
3	T4	T1	T0
4	T1	T4	T0
5	T1	T0	T4
6	T0	T4	T1
7	T1	T0	T4
8	T4	T1	T0
9	T4	T0	T1
10	T1	T0	T4

Nota: T0= Vino tinto+ 7 días de intervalo, T1: Fresa + 1 día de intervalo; T4: Mora + 1 día de intervalo

3.3.10 Análisis de costos unitarios

Se realizó el análisis de costos unitarios siguiendo la metodología descrita por (Cruz, 2014) en la que se consideran los costos totales de producción y el total de unidades relacionándose en la siguiente ecuación:

$$\text{Costo unitario} = \frac{\text{Costos totales de producción}}{\text{Total de unidades}}$$

Por lo que para la realización del análisis se consideró el precio de toda la materia prima utilizada y el costo de los empaques para sellar al vacío.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente investigación se evaluó la capacidad antioxidante; antocianinas monoméricas y totales; fenoles totales; características organolépticas (apariencia externa, uniformidad e intensidad de color, flavor, textura, impresión general) y contenido microbiológico

Para la investigación se utilizaron dos extractos alcohólicos para realizar el baño de los quesos (fresa y mora) y tres intervalos de baño (1,5 y 10 días) y un testigo. Las variables se procesaron en el software estadístico infostat (Di Rienzo, 2017).

4.1 Antocianinas presentes

Se evaluó la presencia de antocianinas monoméricas y antocianinas totales tanto en los quesos tratados como de las frutas y vino utilizados en el estudio siguiendo la metodología del pH diferencial en el cual se obtuvo mg/100 g. Se analizaron los datos estadísticamente y se realizaron dos pruebas de comparación de medias: Duncan y DGC.

4.1.1 Antocianinas monoméricas

4.1.1.1 Frutas y vino usados en el estudio

Con las mediciones promedio de antocianinas monoméricas de la mora, la fresa y el vino se realizó las pruebas de medias para determinar qué fruta o el vino presentó mayor concentración de antocianinas las cuales se muestran a continuación:

Tabla 4

Promedio \pm E.E. de antocianinas monoméricas (mg/100 g) encontradas en frutos y vino utilizados en el estudio

Extracto	Media	E.E	Duncan	DGC
Fresa	6,93	0,31	A	A
Mora	11,12	0,31	B	B
Vino	3,14	0,31	C	C

Nota: Tratamientos con diferentes letras presentan diferencias significativas

La concentración de antocianinas monoméricas promedio presentó diferencias significativas entre tratamientos ($F= 675,28$; $p<0,0001$). La mayor concentración de antocianinas monoméricas se observó en las moras con una media de 11,12 mg/100 g (Tabla 4) El cual es un valor superior al obtenido por los autores (Palacios, y otros, 2018) ya que ellos realizaron un estudio en el que se evaluó a varias bayas como un recurso de antioxidantes y pigmentos obteniendo un valor de 4,89 mg/100 g.

4.1.1.2 Quesos sometidos a distintos tratamientos

Tabla 5

Promedio \pm E.E. de las antocianinas monoméricas (mg/100g) de los quesos sometidos a diferentes tratamientos

Tratamiento	Media	E.E	Duncan	DGC
T4	21,12	0,34	A	A
T1	6,03	0,34	B	B
T6	4,38	0,34	C	C
T3	3,44	0,34	C	C
T5	2,34	0,34	D	D
T2	2,33	0,34	D	D
T0	1,53	0,34	D	D
Queso sin tratar	1,49	0,34	D	D

Nota: T1: Fresa + 1 día de intervalo; T2: Fresa + 1 día de intervalo; T3: Fresa + 1 día de intervalo; T4: Mora + 1 día de intervalo; T5: Mora + 5 días de intervalo; T6: Mora + 10 días de intervalo; T0: Vino + 7 días. Medias con letra diferente presentan diferencias significativas

El promedio de la concentración de antocianinas monoméricas (mg/100g) presentó diferencias significativas entre tratamientos ($F=129,14$; $p<0,0001$). La concentración de antocianinas monoméricas más alta se presentó en el tratamiento 4 y 1 (Tabla 5). Lo cual se debe a que tanto el intervalo de baño como la fruta utilizada presentan un efecto significativo en la variable de respuesta que en este caso es la concentración de antocianinas en el queso elaborado ($F=304,31$; $p<0,0001$).

4.1.2 Antocianinas totales

4.1.2.1 Frutas y vino utilizados en el estudio

Tabla 6

Promedio \pm E.E. de antocianinas totales (mg/100 g) encontradas en frutos y vino utilizados en el estudio

Extracto	Media	E.E	Duncan	DGC
Fresa	7,67	0,20	A	A
Mora	14,95	0,20	B	B
Vino	5,05	0,20	C	C

Nota: Medias con letras distintas presentan diferencias significativas.

El promedio de antocianinas totales de frutos y vino utilizados en el estudio presentó diferencias significativas ($F=168,29$; $p<0,0001$). La mayor concentración de antocianinas monoméricas se presentó en la mora (Tabla 6) con un valor de 14,95 mg/100g el cual es un valor inferior al reportado por (Enriquez, 2014) lo que se podría deber al estado de madurez utilizados en el presente estudio en comparación a los frutos que se analizó en el estudio de (Enriquez, 2014) ya que según (Dalgo, Andrade, & Moreno, 2014) quienes realizaron un estudio en el contenido de antocianinas y desarrollo del color de acuerdo al estado de madurez en mortiño comprobaron que en un mayor estado de madurez habrá mayor concentración de antocianinas.

4.1.2.2 Quesos sometidos a distintos tratamientos

Tabla 7

Promedio \pm E.E. de la concentración de antocianinas totales presentes en los quesos sometidos a diferentes tratamientos (mg/100g)

Tratamiento	Media	E.E	Duncan	DGC
T4	9,30	0,31	A	A
T6	6,50	0,31	B	B
T2	6,29	0,31	B	B
T5	5,86	0,31	BC	B
T3	5,09	0,31	CD	C
T0	4,50	0,31	D	C
T1	4,50	0,31	D	C
Queso sin tratar	2,58	0,31	E	D

Nota: T1: Fresa + 1 día de intervalo; T2: Fresa + 1 día de intervalo; T3: Fresa + 1 día de intervalo; T4: Mora + 1 día de intervalo; T5: Mora + 5 días de intervalo; T6: Mora + 10 días de intervalo; T0: Vino + 7 días. Medias con letra diferente presentan diferencias significativas.

El promedio de la concentración de las antocianinas totales presentes en los quesos presentó diferencias significativas entre tratamientos ($F=40,97$; $P<0,0001$) la mayor concentración promedio de antocianinas totales se presentó en el T4 (Tabla 7) con un valor de 9,30 mg/100g

4.2 Capacidad antioxidante

Se evaluó estadísticamente los resultados obtenidos del análisis de FRAP realizados a todos los tratamientos más el testigo y a las frutas y vino usados en el estudio utilizando las pruebas de comparación de medias inexactas Duncan y DGC.

4.2.1 Frutas y vino usados en el estudio

Tabla 8

Promedio \pm E.E de la capacidad antioxidante ($\mu\text{mol de Fe}^{2+}/100\text{g}$) de las frutas y vino usados en el estudio.

Extracto	Media	E.E	Duncan	DGC
Fresa	322605	70,02	A	A
Mora	403495	7,78	B	B
Vino	403828	5,80	B	B

Nota: Medias con letras distintas presentan diferencias significativas.

La capacidad antioxidante promedio presentó diferencias significativas entre las diferentes frutas y vino usados en el tratamiento ($F=426,28$; $p<0,0001$). La mora y el vino tinto presentaron la mayor capacidad antioxidante a comparación de la fresa que obtuvo la menor capacidad antioxidante con un valor promedio de $322605 \mu\text{mol de Fe}^{2+}/100\text{g}$ (Tabla 8). Lo cual concuerda con la capacidad antioxidante obtenida por (Araya, Clavijo, & Herrera, 2006) debido a que ellos reportan que frutos como la fresa tienen una capacidad antioxidante de $310000 \mu\text{mol de Fe}^{2+}/100\text{g}$ y de igual manera para el caso de la mora los autores reportan un valor de $355000 \mu\text{mol de Fe}^{2+}/100\text{g}$ el cual es muy similar al valor obtenido en el estudio.

4.2.2 Quesos sometidos a tratamientos

Tabla 9

Promedio + E.E. de la capacidad antioxidante ($\mu\text{mol de Fe}^{2+}/100\text{g}$) de los quesos sometidos a diferentes tratamientos

Tratamiento	Media	E.E	Duncan	DGC
T4	146106	47,70	A	A
T1	92717	28,43	B	B
T5	67661	12,37	C	C
T0	65606	44,95	C	C
T3	51494	17,25	D	D
T6	50605	11,15	D	D
T2	48661	29,03	D	D
Queso sin tratar	45494	24,52	D	D

Nota: T1: Fresa + 1 día de intervalo; T2: Fresa + 1 día de intervalo; T3: Fresa + 1 día de intervalo; T4: Mora + 1 día de intervalo; T5: Mora + 5 días de intervalo; T6: Mora + 10 días de intervalo; T0: Vino + 7 días. Medias con letra diferente presentan diferencias significativas.

La capacidad antioxidante promedio presentó diferencias significativas entre tratamientos ($F=81,62$; $p<0,0001$). La mayor capacidad antioxidante se presentó con el tratamiento 4 y 1 (Tabla 9) debido a que ambos tratamientos tuvieron el intervalo de baño más corto se logró transferir en una mayor proporción al queso a diferencia del resto de tratamientos. Además se puede observar que aunque sea la más baja el queso, que no ha sido tratado con ningún extracto

presenta cierta capacidad antioxidante lo cual podría estar dado a que según (Aguilar, 2014) los lácteos presentan sustancias como las enzimas SOD, CAT, GPx y lactoperoxidasa ya su vez compuestos no enzimáticos tales como la lactoferrina, ácido linoleico conjugado, vitaminas, etc. las cuales tienen la capacidad de catalizar radicales libres, es decir son antioxidantes.

4.3 Fenoles totales

Para el análisis de fenoles totales presentes de las frutas y el vino así como de los quesos tratados se utilizó la metodología de Folin-Ciocalteu obteniéndose los resultados en mg de ácido gálico/100 g.

4.3.1 Frutas y vino utilizados en el estudio

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente y se realizaron dos pruebas de medias (Duncan y DGC) y se determinó el mejor resultado.

Tabla 10

Promedio ± E.E. de concentración de fenoles totales (mg de ácido gálico/100 g) de las frutas y vino utilizados en el estudio

Extracto	Media	E.E	Duncan	DGC
Fresa	117,45	5,40	A	A
Mora	153,62	5,40	B	B
Vino	610,58	5,40	C	C

Nota: Medias con letra diferente presentan diferencias significativas.

La concentración de fenoles totales (mg de ácido gálico/100g) presentó diferencias significativas entre tratamientos ($F=2592,87$; $p<0,0001$). La concentración más alta la presentó el vino tinto (Tabla 10) con un valor de 610,58 mg de ácido gálico/100g mientras que por otro lado la fresa posee la menor concentración de fenoles totales teniendo un valor promedio de 117,45 mg de ácido gálico/100g lo cual coincide con el contenido de fenoles totales presentado por

(Hurtado & Pérez, 2014) ya que los autores siguiendo el mismo método de obtención calcularon un valor de 132 mg de ácido gálico/100 gramos.

4.3.2 Quesos sometidos a los distintos tratamientos

El promedio de la concentración de fenoles totales (mg de ácido gálico/100g) presentó diferencias significativas en tratamientos ($F=6,45$; $p=0,0010$).

Tabla 11

Promedio \pm E.E. de concentración de fenoles totales (mg de ácido gálico/100 g) de los quesos sometidos a diferentes tratamientos

Tratamiento	Media	E.E	Duncan	DGC
T4	160,45	8,45	A	A
T3	160,20	2,31	A	A
T1	159,23	5,86	A	A
T2	157,96	5,81	A	A
T0	148,51	5,23	AB	A
T5	144,84	19,00	AB	A
T6	129,31	5,31	B C	B
Queso sin tratar	101,21	0,61	C	B

Nota: T1: Fresa + 1 día de intervalo; T2: Fresa + 1 día de intervalo; T3: Fresa + 1 día de intervalo; T4: Mora + 1 día de intervalo; T5: Mora + 5 días de intervalo; T6: Mora + 10 días de intervalo; T0: Vino + 7 días. Medias con letra diferente presentan diferencias significativas.

Los tratamientos que mostraron peor concentración de fenoles fueron T6 y el queso al que no se le añadió ningún extracto (Tabla 11). Sin embargo se puede observar que el queso si presenta cierta cantidad de fenoles totales lo cual se debe a que de acuerdo con (Aguilar, 2014) en los lácteos también se encuentran sustancias tales como fenoles que también se encuentran actuando como un antioxidante no enzimático.

4.4 Análisis organoléptico

El análisis organoléptico fue realizado bajo un DBCA teniéndose 10 bloques los cuales son los participantes del análisis organoléptico los cuales evaluaron los tratamientos del 1-5 y

únicamente fueron considerados T4 y T1 por ser los mejores tratamientos en cuanto a capacidad antioxidante y a T0 por ser el testigo. Se evaluaron 4 variables: apariencia externa, uniformidad e intensidad de color, flavor, textura e impresión general. Los datos fueron procesados en infostat y se realizaron dos pruebas de comparación de medias: Duncan y DGC. De igual manera se realizó un diagrama de araña para representar gráficamente los resultados obtenidos en el análisis.

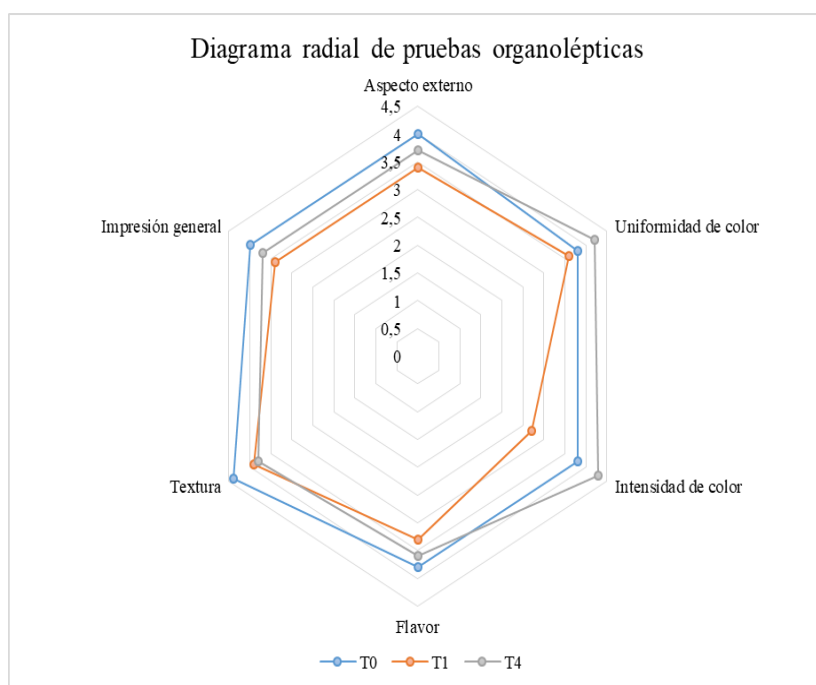


Figura 3 Diagrama de araña con los valores promedio de las variables organolépticas.

En el diagrama de araña se puede observar que el tratamiento testigo presenta el mejor desempeño en cuanto al proceso organoléptico pues los puntos de este se encuentran más alejados del centro que el resto de los tratamientos (Figura 3).

4.4.1 Apariencia externa

Tabla 12

Apariencia externa promedio \pm E.E. de los mejores tratamientos de acuerdo con la capacidad antioxidante y el testigo

Tratamiento	Medias	E.E.	Duncan	DGC
T1	3,40	0,16	A	A
T4	3,70	0,16	AB	A
T0	4,00	0,16	B	A

Nota: T1: Fresa + 1 día de intervalo de baño; T4: Mora + 1 día de intervalo de baño; T0= Vino + 7 días. Medias con letras distintas presentan diferencias significativas.

Tomando en cuenta el resultado de la prueba DGC la apariencia externa promedio de los mejores quesos no presenta diferencias significativas entre tratamientos ($F=3,33$; $p=0,05$).

4.4.2 Color

4.4.2.1 Uniformidad de color

Tabla 13

Uniformidad de color promedio \pm E.E. de los mejores tratamientos de acuerdo con la capacidad antioxidante y el testigo

Tratamiento	Medias	E.E.	Duncan	DGC
T1	3,60	0,24	A	A
T4	4,20	0,24	A	A
T0	3,80	0,24	A	A

Nota: T1: Fresa + 1 día de intervalo de baño; T4: Mora + 1 día de intervalo de baño; T0= Vino + 7 días. Medias con letras distintas presentan diferencias significativas.

La uniformidad de color promedio de los mejores quesos tratados no presenta diferencias significativas entre tratamientos ($F=1,66$; $p=0,021$).

4.4.2.2 Intensidad de color

Tabla 14

Intensidad de color promedio \pm E.E. de los mejores tratamientos de acuerdo con la capacidad antioxidante y el testigo

Tratamiento	Medias	E.E.	Duncan	DGC
T1	3,80	0,26	A	A
T4	4,30	0,26	A	A
T0	2,70	0,26	B	B

Nota: T1: Fresa + 1 día de intervalo de baño; T4: Mora + 1 día de intervalo de baño; T0= Vino + 7 días. Medias con letras distintas presentan diferencias significativas.

La intensidad de color promedio presentó diferencias significativas entre tratamientos ($F=9,57$; $p=0,0015$). La peor intensidad de color se obtuvo en los quesos testigo que fueron tratados con vino y un intervalo de 7 días (Tabla 14). Lo cual no concuerda del todo por la información presentada por (Ferrandini, 2006) debido a que en ese estudio se menciona que el vino le da un color vibrante e intenso al queso como es el rojo granate.

4.4.3 Flavor

Tabla 15

Flavor promedio \pm E.E. de los mejores tratamientos de acuerdo con la capacidad antioxidante y testigo

Tratamiento	Medias	E.E.	Duncan	DGC
T1	3,30	0,23	A	A
T4	3,60	0,23	A	A
T0	3,80	0,23	A	A

Nota: T1: Fresa + 1 día de intervalo de baño; T4: Mora + 1 día de intervalo de baño; T0= Vino + 7 días. Medias con letras distintas presentan diferencias significativas.

El flavor promedio de los mejores quesos sometidos a tratamiento no presentó diferencias significativas entre los mismos ($F=1,21$; $p=0,006$) Durante el análisis sensorial los participantes

mencionaron que a su gusto al queso le faltaba sal sin embargo según (Ferrandini, 2006) el queso bañado en alcohol presenta un sabor ácido de forma agradable y es ligeramente salado por lo que el producto realizado concuerda con esta descripción.

4.4.4 Textura

De acuerdo con el resultado de la prueba de medias DGC la textura promedio de los mejores quesos no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($F=3,13$; $p=0,067$).

Tabla 16

Textura promedio \pm E.E. de los mejores tratamientos de acuerdo con la capacidad antioxidante y el testigo

Tratamiento	Medias	E.E.	Duncan	DGC
T1	3,90	0,18	A	A
T4	3,80	0,18	AB	A
T0	4,40	0,18	B	A

Nota: T1: Fresa + 1 día de intervalo de baño; T4: Mora + 1 día de intervalo de baño; T0= Vino + 7 días. Medias con letras distintas presentan diferencias significativas.

4.4.5 Impresión general

Tabla 17

Impresión general promedio \pm E.E. de los mejores tratamientos de acuerdo con la capacidad antioxidante y testigo

Tratamiento	Medias	E.E.	Duncan	DGC
T1	3,40	0,16	A	A
T4	3,70	0,16	AB	A
T0	4,00	0,16	B	A

Nota: T1: Fresa + 1 día de intervalo de baño; T4: Mora + 1 día de intervalo de baño; T0= Vino + 7 días. Medias con letras distintas presentan diferencias significativas.

Nuevamente considerando a la prueba DGC se puede observar que la impresión general promedio de los mejores quesos no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($F=3,33$; $p=0,05$).

4.5 Análisis microbiológico

Se analizó microbiológicamente los mejores tratamientos de acuerdo al proceso organoléptico y se determinó después de 72 horas en la incubadora que no hubo crecimiento de ningún microorganismo tanto en las placas para *E. coli* como en las placas para *Staphylococcus aureus* lo cual concuerda con la norma dispuesta por (INEN, 2012) que menciona que no debe existir microorganismos patógenos ni de sus metabolitos o toxinas.

4.6 Análisis de costos unitarios

Para el análisis de los costos unitarios debido a que no se presentaron diferencias significativas entre los mejores tratamientos se los consideró T0,T1 y T4, se tomó en cuenta los precios de las materias primas empleadas para la elaboración del queso semi-maduro a nivel de laboratorio a pequeña escala y de sus empaques al vacío teniéndose los siguientes valores:

Tabla 18

Precios de la materia prima empleada para la producción de una unidad de cada producto del tratamiento testigo

Rubro	Precio (USD)/unidad	Cantidad empleada para 3 unidades	Total (USD)
Leche de vaca (L)	0,4	4,98 litros	1,99
Cuajo (mL)	25	0,57 mL	0,014
Cloruro de calcio (g)	18,15	9,96 gramos	18,08
Cultivo láctico (g)	16,16	0,081 gramos	0,09
Sal (kg)	0,58	30 gramos	0,009
Vino (L)	5	1,500 ml	7,5
Recipientes plásticos	0,75	3 unidades	2,25
Fundas para empacar al vacío (unidad)	10,50	3 unidades	0,31
TOTAL			30,24

Tabla 19

Precios de la materia prima empleada para la producción de una unidad de cada producto del tratamiento T1 (fresa + 1 día de intervalo de baño)

Rubro	Precio (USD)/unidad	Cantidad empleada para 3 unidades	Total (USD)
Fresa (lb)	1,89	750 gramos	2,83
Leche de vaca (L)	0,4	4,98 litros	1,99
Cuajo (mL)	25	0,57 mL	0,014
Cloruro de calcio (g)	18,15	9,96 gramos	18,08
Cultivo láctico (g)	16,16	0,081 gramos	0,09
Sal (Kg)	0,58	30 gramos	0,009
Alcohol (L)	3	1,500 ml	4,5
Agua destilada (L)	2,50	90 ml	0,11
Ácido cítrico (g)	1,30	0,45 gramos	0,005
Recipientes plásticos (unidad)	0,75	3 unidades	2,25
Fundas para empacar al vacío (unidad)	10,50	3 unidades	0,31
TOTAL			30,19

Tabla 20

Precios de la materia prima empleada para la producción de una unidad de cada producto del tratamiento T4 (mora + 1 día de intervalo de baño)

Materia prima	Precio (USD)/unidad	Cantidad empleada para 3 unidades	Total (USD)
Mora (kg)	2,22	750 gramos	3,33
Leche de vaca (L)	0,4	4,98 litros	1,99
Cuajo (mL)	25	0,57 mL	0,014
Cloruro de calcio (g)	18,15	9,96 gramos	18,08
Cultivo láctico (g)	16,16	0,081 gramos	0,09
Sal	0,58	30 gramos	0,009
Alcohol (L)	3	1,500 ml	4,5
Agua destilada	2,50	90 ml	0,11
Ácido cítrico	1,30	0,45 gramos	0,005
Recipientes plásticos	0,75	3 unidades	2,25
Fundas para empacar al vacío	10,50	3 unidades	0,31
TOTAL			30,68

Teniendo en cuenta el costo de cada materia prima se calculó el costo de cada tratamiento analizado obteniendo los siguientes valores:

Tabla 21

Costos totales de producción de los tratamientos analizados organolépticamente

Tratamiento	Costo total de producción (USD)
T0	30,24
T1	30,19
T4	30,68

Nota: T1: Fresa + 1 día de intervalo de baño; T4: Mora + 1 día de intervalo de baño; T0= Vino + 7 días.

Los costos totales de producción son el costo que se presenta al producir 3 unidades de producto por lo que al aplicar la fórmula se obtiene el costo unitario de cada tratamiento.

Tabla 22

Costos unitarios de los tratamientos analizados organolépticamente

Tratamiento	Costo unitario (USD)
T0	10,08
T1	10,06
T4	10,22

Nota: T1: Fresa + 1 día de intervalo de baño; T4: Mora + 1 día de intervalo de baño; T0= Vino + 7 días.

En la tabla 22 se puede observar que los costos unitarios de los diferentes tratamientos no difieren de forma significativa sin embargo son precios similares a los productos que se puede encontrar en el mercado como es el queso madurado tipo Dambo del (Salinerito, S.f.). Si el producto se logra elaborar en mayor volumen es probable que los costos disminuyan.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Mediante la metodología del pH diferencial se determinó el contenido de antocianinas monoméricas y totales presentes en los quesos sometidos a diferentes tratamientos obteniéndose la mayor cantidad de antocianinas monoméricas en T4 (mora + 1 día de intervalo de baño) seguido de T1 (fresa + 1 día de intervalo de baño).
- De igual manera con la misma metodología se analizó el contenido de antocianinas monoméricas presentes en las frutas y el vino utilizados en el estudio determinándose que la mora presenta la mayor concentración tanto de antocianinas monoméricas y totales en comparación de la fresa y el vino.
- Utilizando la metodología FRAP se determinó la capacidad antioxidante de los quesos sometidos a los diferentes tratamientos en donde se pudo observar que T4 (mora + 1 día de intervalo de baño) nuevamente seguido de T1 (fresa + 1 día de intervalo de baño) presentaron la mayor capacidad antioxidante lo cual se debe a que tanto la fruta como el intervalo de baño tienen influencia en la variable de respuesta por lo que al ser los tratamientos con los intervalos más cortos tuvieron mayor oportunidad de absorción.
- Siguiendo la misma metodología se analizó la capacidad antioxidante de las frutas y el vino utilizados en el estudio y se determinó que tanto la mora como el vino empleados presentaron el contenido más alto de capacidad antioxidante con valores que no presentaron diferencias significativas entre sí.

- Adicionalmente se determinó el contenido de fenoles totales presentes tanto en el queso como en las frutas y vino analizados y se determinó que el vino presenta la mayor cantidad de fenoles, sin embargo no se presentaron diferencias significativas en los quesos tratados.
- El análisis organoléptico reportó que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos que se analizaron (T0, T1, T4) sin embargo en el gráfico de araña se pudo observar que T0 (vino + 7 días de intervalo) presentaba los mejores resultados.
- Al analizar la calidad microbiológica de los mejores tratamientos se pudo observar que no se obtuvo la presencia de colonias de *E. coli* ni de *Staphylococcus aureus* por lo que los quesos realizados cuentan con una buena calidad microbiológica.
- Se determinó a nivel de laboratorio los costos unitarios para los mejores tratamientos en donde se observó que los costos obtenidos son muy similares entre sí y con los productos que se puede encontrar en el mercado.

5.2 Recomendaciones

- Repetir el experimento probando utilizar el baño de vino tinto con un día de intervalo de baño ya que no presentó diferencias significativas en cuanto a capacidad antioxidante con la mora y posee un mayor contenido de fenoles totales.
- Probar tiempos de baños más largos para determinar si existe una mayor transferencia de antocianinas, capacidad antioxidante, etc.
- Realizar más estudios en cuanto a enriquecimiento de alimentos ya que es un tema de gran importancia la nuestra salud y nutrición de la población.

- Probar frutas como el mortiño o arándano ya que son altamente ricas en antocianinas y poseen una gran capacidad antioxidante.

5.3 Bibliografía

- Aguilar, J. (2014). *Determinación de la capacidad antioxidante de péptidos bioactivos aislados de queso crema de Chiapas. Teis de Posgrado*. Obtenido de Centro de investigación en alimentación y desarrollo .
- Araya, H., & Lutz, M. (2003). Alimentos funcionales y saludables. *Revista Chilena de Nutrición*, 30(1).
- Araya, H., Clavijo, C., & Herrera, C. (2006). Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 56(4).
- Aucancela, J. (2019). *Evaluación de la estabilidad microbiológica y organoléptica de manjar de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) con dos métodos de conservación, dos edulcorantes y a dos temperaturas* . Obtenido de Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Ayala, L., Valenzuela, C., & Bohórquez, Y. (2013). Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) en seis estados de madurez. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 11(2), 10-18. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n2/v11n2a02.pdf>
- Beltrán , A. (2010). *Estudio de la vida útil de fresas (Fragaria vesca) mediante tratamiento con luz ultravioleta de onda corta UV-C. Tesis de pregrado*.
- Bunger, A., & Quitral, V. (2015). *Entrenamiento de un panel de evaluación sensorial, para el departamentode nutrición de la facultad de medicina de la Universidad de Chile*. Obtenido de Universidad de Chile.
- Bustamante, M. (2012). *Efecto de la utilización de culantro, orégano, y ají en la elaboración de queso mozzarella. Tesis de pregrado*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Cano, A. (2011). *Extracción y uso de tres pigmentos naturales a partir de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.), mortiño (Vaccinium mytillus L.) y mora de castilla (Rubus glaucus) como alternativa colorante natural para alimentos. Tesis de pregrado*. Obtenido de Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Chiqui, F., & Lema, M. (2010). *Evaluación del rendimiento de cultivo de fresa (Fragaria sp.) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca. Tesis pregrado*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana.
- CIMPA. (2013). *Ficha técnica CHOOZIT MA 14 LYO 50 DCU*. Obtenido de Cimpa, insumos para la tecnología para la industria alimentaria: <http://www.cimpaltda.com/modulo/cultivos/CHOOZIT%20MA%2014%20LYO%2050%20DCU.pdf>

- Cruz, I. (2014). Determinación del costo unitario, una herramienta financiera eficiente en las empresas. *El buzón de Pacioli*, 10-14.
- Dalgo, M., Andrade, M., & Moreno, C. (2014). Relación del desarrollo del color con el contenido de. *Enfoque*, 5(2), 14-28. Obtenido de Relación del desarrollo del color con el contenido de antocianinas y clorofila en diferentes grados de madurez del mortiño (*Vaccinium floribundum*) : <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v5n2/1390-6542-enfoqueute-5-02-00014.pdf>
- Dégaspari, C., & Wasczynskyj, N. (2004). Propiedades antioxidantes de compuestos fenólicos. *Visión Académica*, 5(1), 33-40.
- Di Rienzo. (2017). *Infostat*. Obtenido de <https://www.infostat.com.ar/>
- Enriquez, S. (2014). *Extracción, identificación y estudio de la capacidad antioxidante de pigmentos tipo antocianina presentes en el fruto de la mora (Rubus urticaefolius poir R.)*. Tesis de Pregrado. Obtenido de Universidad de Nariño.
- Ferrandini, E. (2006). *Elaboración de queso de Murcia al vino con cuajo natural en pasta*. Tesis de posgrado. Obtenido de Universidad de Murcia.
- Fuentes, L., & Benavides, A. (2017). *Alimentos funcionales*. Saltillo: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/320087246_Alimentos_Funcionales
- García, I., Zavala, A., & Ledesma, L. (2007). Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas. *Revista Cubana de Salud Pública*, 33. Obtenido de https://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S0864-34662007000100008&script=sci_arttext&tlng=es
- Heras, I., Alvis, A., & Arrazola, G. (2013). Optimización del Proceso de Extracción de Antocianinas y Evaluación de la Capacidad Antioxidante de Berenjena (Solana melonera L.). *La Serena*, 24(5).
- Hurtado, N., & Pérez, M. (2014). Identificación, estabilidad y actividad antioxidante de las antocianinas aisladas de la cáscara de fruto de capulí (*Prunus serotina* spp capuli). *Información tecnológica*, 25(5), 131-140.
- INEN. (2012). *Queso Andino Madurado, Requisitos*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2607.pdf>
- Leyva, D. (2009). *Determinación de antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante en licores y fruto de mora*. Tesis de pregrado. Obtenido de Universidad Tecnológica de Mixteca.

- Martínez, I., Periago, M., & Ros, G. (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos en la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50(1). Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000100001
- Martínez, N. (2018). Análisis de características diferenciales entre antocianinas y betacianinas en extractos de plantas mediante pruebas de color. *Ambiociencias*, 16, 38-48.
- Martínez, N., Niño, K., Verde, M., Rivas, C., Oranday, A., Nuñez, M., & Morales, M. (Octubre de 2011). Antocianinas y actividad anti radicales libres de *Rubus adenotrichus* Schltdl (zarzamora). *Comunicación Técnica*, 42(4), 66-71.
- Mejía, P. (2011). *Caracterización morfoagronómica de genotipos de mora (Rubus glaucus Benth) en la granja experimental Tumbaco – INIAP. Tesis de pregrado*. Obtenido de Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Menéndez, W. (2008). *Obtención de colorante para su uso en yogurt a partir de la flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa) y del mortiño (Vaccinium myrtillus L.). Tesis de pregrado*. Obtenido de Escuela Politécnica Superior del Litoral.
- Palacios, M., Santisteban, A., Gordillo, B., Hernanz, D., Heredia, F., & Escudero, M. (2018). Comparative study of red berry pomaces (blueberry, red raspberry, red currant and blackberry) as a source of antioxidants and pigments. *European Food Research and Technology*, 245(1), 1-9.
- Pardo, M., & Alamanza, F. (2003). *Guía de procesos para la elaboración de productos lácteos*. Bogotá: Siglo del Hombre Editores. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=9J6vfzzOUpYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Quintanar, M., & Calderón, J. (2009). La capacidad antioxidante total: bases y aplicaciones. *Educación Bioquímica*, 28(3), 89-101.
- Restrepo, A., Cortez, M., & Rojano, B. (2010). Potenciación de la capacidad antioxidante de fresa (*Fragaria ananassa* Duch.) por incorporación de vitamina e utilizando la técnica de impregnación a vacío. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 17(2), 135-140.
- Rojas, P., Martínez, J., & Stashenko, E. (2014). Contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de extractos de mora (*Rubus glaucus* Benth) obtenidos bajo diferentes condiciones. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 21(3), 218-227.
- Salinerito. (S.f.). *Quesos*. Obtenido de Salinerito: <http://www.salinerito.com/productos/quesos>
- Sora, A., Fishcer, G., & Florez, R. (2006). Almacenamiento refrigerado de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en empaques con atmósfera modificada. *Revista de agronomía*, 24(2), 306-316.

- Torres, A., & Gudiño, H. (2008). *Evaluación del tiempo de prensado y tiempo de maduración en queso semimaduro tipo cheddar. Tesis de pregrado*. Obtenido de Universidad Técnica del Norte.
- Velasco, M. (2012). *Evaluación de quesos semimaduros con la utilización de fermento casero "kéfir". Tesis pregrado*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Verdugo, W. (2011). *Introducción de dos variedades de fresa (Fragaria vesca) y técnica de fertirrigación empleando cuatro biofertilizantes líquidos en Pablo Sexto - Morona Santiago. Tesis de posgrado*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato.
- Villajos. (2016). *¿Cómo hacer una cata de queso?* Obtenido de Villajos: <https://villajos.es/como-hacer-una-cata-de-queso/>
- Yepez, E. (2018). *Evaluación de un método no destructivo para determinar el contenido de nitrógeno foliar en Fragaria vesca variedad Festival*. Obtenido de Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Zamora, J. (2007). Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. *Revista Chilena de Nutrición*, 34(1).