

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	II
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	VII
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	VIII
<b>1. RESUMEN</b>	1
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>3. OBJETIVOS</b>	5
3.1. Objetivo General	5
3.2. Objetivos Específicos	5
<b>4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	6
4.1. Especies reactivas de oxígeno y proceso de oxidación	6
4.2. Antioxidantes	11
4.2.1. Antioxidantes naturales: beneficio a la salud	13
4.2.2. Grupos de antioxidantes naturales	17
4.2.2.1. Tocoferoles	17
4.2.2.2. Flavonoides	18
4.2.2.3. Ácidos fenólicos	19
4.2.3. Antioxidantes en las plantas	20
4.3. Romero	23
4.3.1. Propiedades del romero	24
4.3.2. Producción en México	27
4.4. Extracción por arrastre de vapor de aceites esenciales	28
4.5. Queso fresco	28
4.5.1. Beneficios del queso fresco	32
4.5.1.1. Grasa de la leche	33
4.5.1.2. Proteínas	33
4.5.1.3. Vitaminas y minerales	34
4.5.1.4. Efectos anticancerígenos	35
<b>5. PLAN DE INVESTIGACIÓN</b>	36
5.1. Extracción y evaluación de las características físicas del aceite esencial de romero	36
5.2. Evaluación de las características físicas del polvo de romero	36
5.3. Evaluación de las características antioxidantes del aceite esencial y polvo de romero	36

	<b>Página</b>
5.4. Elaboración de queso fresco adicionado con aceite esencial o polvo de romero	37
5.5. Evaluación de queso fresco adicionado con aceite esencial o polvo de romero	37
5.5.1. Evaluación de las características físicas del queso fresco	37
5.5.2. Evaluación del contenido microbiano del queso fresco	38
5.5.3. Evaluación de las características antioxidantes del queso fresco	38
5.5.4. Evaluación sensorial del queso fresco	38
<b>6. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>39</b>
6.1. Materias primas	39
6.2. Métodos	39
6.2.1. Extracción del aceite esencial de romero	39
6.2.2. Evaluación de las características físicas del aceite esencial de romero	41
6.2.2.1. Índice de refracción	41
6.2.2.2. Densidad	41
6.2.2.3. Color	42
6.2.3. Evaluación de las características físicas del polvo de romero	42
6.2.3.1. Humedad	42
6.2.3.2. Tamaño de partícula	42
6.2.4. Cuantificación de los compuestos fenólicos	43
6.2.4.1. Determinación en aceite esencial de romero	44
6.2.4.2. Determinación en polvo de romero	44
6.2.4.3. Determinación en queso fresco	45
6.2.4.4. Curva estándar	46
6.2.4.5. Cálculos	46
6.2.5. Medición de la capacidad antioxidante	47
6.2.5.1. Obtención del radical ABTS●+	47
6.2.5.2. Determinación en aceite esencial de romero	47
6.2.5.3. Determinación en polvo de romero	48
6.2.5.4. Determinación en queso fresco	48
6.2.5.5. Curva estándar	49
6.2.5.6. Cálculos	49
6.2.6. Elaboración de queso fresco	50
6.2.7. Almacenamiento del queso fresco	52
6.2.8. Evaluación de las características físicas del queso fresco	52
6.2.8.1. Textura	52
6.2.8.2. Color	52
6.2.8.3. Humedad	53
6.2.9. Evaluación del contenido microbiano del queso fresco	53

	<b>Página</b>
6.2.9.1. Bacterias mesófilas aeróbias	53
6.2.9.2. Mohos y levaduras	53
6.2.10. Evaluación sensorial del queso fresco	54
6.2.11. Análisis estadístico	54
<b>7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>55</b>
7.1. Extracción y caracterización del aceite esencial de romero	55
7.1.1. Rendimiento obtenido en la extracción del aceite esencial de romero	55
7.1.2. Índice de refracción	56
7.1.3. Densidad	56
7.1.4. Color	57
7.1.5. Compuestos fenólicos totales	57
7.1.6. Capacidad antioxidante	58
7.2. Caracterización del polvo de romero	59
7.2.1. Humedad	59
7.2.2. Tamaño de partícula	59
7.2.3. Compuestos fenólicos totales	61
7.2.4. Capacidad antioxidante	63
7.3. Evaluación del queso fresco durante su almacenamiento	65
7.3.1. Textura	65
7.3.2. Color	67
7.3.3. Humedad	68
7.3.4. Compuestos fenólicos totales	69
7.3.5. Capacidad antioxidante	73
7.3.6. Contenido microbiano	78
7.3.7. Evaluación sensorial	81
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>85</b>
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	<b>88</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>89</b>
<b>APÉNDICES</b>	<b>96</b>
Apéndice A: Cálculo de la concentración de compuestos fenólicos	96
Apéndice B: Cálculo de la capacidad antioxidante	98
Apéndice C: Curva estándar de ácido gálico	101
Apéndice D: Curva estándar de Trolox	102
Apéndice E: Análisis de varianza para datos de compuestos fenólicos en distintos extractos de polvo de romero	103
Apéndice F: Análisis de varianza para datos de capacidad antioxidante en distintos extractos de polvo de romero	105
Apéndice G: Análisis de varianza para datos de compuestos fenólicos en distintos extractos de tres tipos de quesos frescos	106

	<b>Página</b>
Apéndice H: Análisis de varianza para datos de capacidad antioxidante en distintos extractos de tres tipos de quesos frescos	112
Apéndice I: Análisis de varianza para evaluación sensorial entre promedios generales de los tres tipos de quesos	115
Apéndice J: Contenido de bacterias y hongos en los quesos a lo largo de su almacenamientos	120
Apéndice K: Análisis de varianza para evaluación sensorial entre los días de almacenamiento de los tres tipos de quesos	122

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
I	ROS y especies relacionadas	7
II	Producción de ROS	9
III	Antioxidantes naturales en algunos ingredientes de los alimentos	15
IV	Fuentes más importantes de fenoles	22
V	Composición proximal de hojas de romero secas por 100 g	24
VI	Clasificación simple de los quesos, basada en su composición	29
VII	Límites microbiológicos máximos para el queso fresco	32
VIII	Dimensiones de los tamices utilizados	43
IX	Comparación de valores de densidad para el aceite esencial de romero	56
X	Color del aceite esencial de romero	57
XI	Humedad promedio de almacenamiento para los quesos	69
XII	Resultados promedio de la evaluación sensorial para los tres tipos de queso	82
XIII	Evaluación sensorial para el queso testigo	83
XIV	Evaluación sensorial para el queso preparado con polvo de romero	84
XV	Evaluación sensorial para el queso preparado con aceite esencial de romero	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1.	Oxidación de lípidos por autooxidación	10
2.	Quelación de ROS por la acción de antioxidantes	12
3.	Estructura molecular del $\alpha$ -tocoferol	17
4.	Estructura química de las subclases de flavonoides más usuales	19
5.	Estructura molecular del ácido vanílico	20
6.	Estructura molecular del ácido caféico	20
7.	Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> )	23
8.	Compuestos antioxidantes del romero	26
9.	Sistema de extracción por arrastre de vapor	40
10.	Autoseparador	40
11.	Distribución de tamaño de partícula	60
12.	Curva de fracción másica acumulada	61
13.	Concentración de compuestos fenólicos totales en distintos extractos de polvo de romero	62
14.	Capacidad antioxidante en los distintos extractos de polvo de romero	64
15.	Efecto del almacenamiento en la textura de los quesos preparados con aceite esencial de romero, polvo de romero y testigo	66
16.	Cambio de color en los quesos preparados con aceite esencial de romero, polvo de romero y testigo	67
17.	Efecto del almacenamiento en la humedad de los quesos preparados con polvo de romero, aceite esencial de romero y testigo	68
18.	Evaluación de la concentración de compuestos fenólicos totales en el queso fresco testigo durante su almacenamiento	70
19.	Evaluación de la concentración de compuestos fenólicos totales en el queso fresco preparado con polvo de romero, durante su almacenamiento	71
20.	Evaluación de la concentración de compuestos fenólicos totales en el queso fresco preparado con aceite esencial de romero, durante su almacenamiento	72
21.	Evaluación de la capacidad antioxidante del queso fresco testigo durante su almacenamiento en refrigeración	74
22.	Evaluación de la capacidad antioxidante del queso fresco preparado con polvo de romero, durante su almacenamiento en refrigeración	75
23.	Evaluación de la capacidad antioxidante del queso fresco preparado con aceite esencial de romero, durante su almacenamiento en refrigeración	76

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
24.	Efecto antimicrobiano del aceite esencial y polvo de romero sobre el queso fresco de vaca.	79
25.	Efecto antifúngico, en mohos, del aceite esencial y polvo de romero sobre el queso fresco de vaca.	80
26.	Efecto antifúngico, en levaduras, del aceite esencial y polvo de romero sobre el queso fresco de vaca	81