



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL

POSGRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA

**CARACTERIZACIÓN TANGIBLE E INTANGIBLE DEL QUESO
SECO ENCERADO DE TAPANATEPEC Y ZANATEPEC, OAXACA**

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
AGROALIMENTARIA**



APROBADA



Presenta:

VALERIA MARTÍNEZ AQUINO

Bajo la supervisión de: **ARTURO HERNÁNDEZ MONTES, Ph. D.**



Chapingo, Estado de México, septiembre de 2020

**CARACTERIZACIÓN TANGIBLE E INTANGIBLE DEL QUESO
SECO ENCERADO DE TAPANATEPEC Y ZANATEPEC, OAXACA**

Tesis realizada por **Valeria Martínez Aquino**, bajo la supervisión del comité asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIA Y TECNOLOGIA
AGROALIMENTARIA.**

DIRECTOR:



Ph. D. ARTURO HERNÁNDEZ MONTES

ASESOR:



DRA. BLANCA E. HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

ASESOR:



DRA. LANDY HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

CONTENIDO

CONTENIDO	iii
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
AGRADECIMIENTOS	xi
DEDICATORIAS	xiii
DATOS BIOGRÁFICOS.....	xiv
RESUMEN GENERAL.....	xv
GENERAL ABSTRACT.....	xvi
1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	17
2. REVISIÓN DE LITERATURA	20
2.1. Marco teórico	20
2.1.1. Importancia de los alimentos tradicionales.....	20
2.1.2. Quesos tradicionales mexicanos.....	21
2.1.3. Los valores humanos	22
Estructuras de los valores humanos: Valores motivacionales.....	23
Rutas de influencia de los valores humanos	27
2.1.4. Significados.....	28
2.1.5. Bacterias ácido lácticas.....	30
2.1.6. Fermentación de hongos y levaduras	35
2.1.7. Péptidos bioactivos	35

Actividad antihipertensiva.....	36
Actividad antioxidante	39
2.2. Marco de referencia	40
2.2.1. Región de estudio	40
2.2.2. Actividad ganadera en la región.....	42
2.3. Literatura citada	43
3. ESTRUCTURA DE LOS VALORES HUMANOS, RUTAS DE INFLUENCIA Y SIGNIFICADOS EN CONSUMIDORES DE QUESO SECO.....	54
RESUMEN.....	54
ABSTRACT.....	55
3.1. Introducción	56
3.2. Materiales y métodos.....	58
3.2.1. Consumidores	58
3.2.2. Encuesta	58
3.2.3. Análisis estadístico.....	59
Estructura de los valores humanos en consumidores	59
Identificación de las rutas de influencia de los valores humanos en la preferencia del QSE.....	59
Identificación de los significados del QSE.....	60
3.3. Resultados.....	61
3.3.1. Estructura de los valores humanos en consumidores	61
3.3.2. Rutas de influencia de los valores humanos	66
3.3.3. Significados en consumidores istmeños de QSE	71
3.4. Conclusiones	75
3.5. Literatura citada	77

4. CAMBIOS FISCOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA MADURACIÓN DEL QUESO SECO ENCERADO	80
RESUMEN.....	80
ABSTRACT.....	81
4.1. Introducción	82
4.2. Materiales y métodos.....	83
4.2.1. Objeto de estudio	83
4.2.2. Análisis químico proximal.....	83
4.2.3. Análisis fisicoquímico	84
pH	84
Actividad acuosa (Aw).....	84
4.2.4. Análisis microbiológico.....	84
Preparación de diluciones microbiológicas	84
Bacterias ácido lácticas.....	85
Hongos y levaduras	85
4.2.5. Análisis estadístico.....	85
4.3. Resultados.....	86
4.3.1. Análisis químico proximal.....	86
4.3.2. Análisis fisicoquímico	89
Actividad acuosa.....	89
pH.....	90
4.3.3. Análisis Microbiológico	92
Bacterias ácido lácticas.....	92
Hongos y levaduras	94
4.3.4. Análisis de componentes principales (ACP).....	95

4.4. Conclusiones	98
4.5. Literatura citada	99
5. BIOACTIVIDAD DE PÉPTIDOS DERIVADOS DE LA HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DURANTE LA MADURACIÓN DEL QUESO SECO ENCERADO.	103
RESUMEN.....	103
ABSTRACT.....	104
5.1. Introducción	105
5.2. Materiales y métodos.....	107
5.2.1. Obtención del extracto soluble en agua	107
5.2.2. Determinación de proteína soluble.....	107
5.2.3. Determinación del grado de hidrólisis	108
5.2.4. Distribución de pesos moleculares.....	109
5.2.5. Determinación de la actividad antihipertensiva	109
5.2.6. Determinación de la actividad antioxidante	110
5.2.7. Análisis estadístico.....	111
5.3. Resultados.....	112
5.3.1. Determinación de proteína soluble.....	112
5.3.2. Determinación del grado de hidrólisis (% GH)	113
5.3.3. Distribución de pesos moleculares en QSE	115
5.3.4. Determinación de la inhibición de la Enzima Convertidora de Angiotensina I (ECA – I)	117
5.3.5. Determinación de la actividad antioxidante	119
5.4. Conclusiones	121
5.5. Literatura citada	123
6. CONCLUSIONES GENERALES	128

7. ANEXOS..... 130
 Anexo A..... 130
 Anexo B..... 133

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Definiciones conceptuales de los diez valores básicos, de acuerdo con los elementos motivacionales que representan.	24
Cuadro 2. Comparación de medias por sexo para valores motivacionales.	62
Cuadro 3. Carga de los valores humanos en las dos primeras dimensiones del análisis factorial (los valores en negrita corresponden a los valores más importantes en cada factor).	66
Cuadro 4. Carga de los atributos tangibles en las dos primeras dimensiones del análisis factorial (los valores en negrita corresponden a los AT más importantes en cada factor).	68
Cuadro 5. Resultados de la regresión múltiple, de los dos bloques de la importancia de los atributos tangibles y los valores humanos en la preferencia del QSE.	70
Cuadro 6. Resultados de la regresión de únicamente los valores humanos en la preferencia del queso Seco Encerado.	71
Cuadro 7. Categorías y ejemplos de estímulos usados por los consumidores en la exploración del significado simbólico del QSE.	72
Cuadro 8. Comparaciones de los porcentajes de categorías de significados por sexo.	73
Cuadro 9. Resultados del análisis proximal en el Queso Seco Encerado.	88
Cuadro 10. Carga de las variables en las dos primeras dimensiones del ACP (los valores en negrita corresponden a las variables más importantes en cada factor).	96
Cuadro 11. Concentraciones de proteína (BSA) en la curva estándar.	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo teórico de la relación de los valores motivacionales.	25
Figura 2. Vía Embden-Meyerhof-Parnas para el metabolismo de las BAL homolácticas.	32
Figura 3. Vía de la pentosa fosfato para el metabolismo de las BAL heterolácticas.	34
Figura 4. Mecanismo de acción de la actividad antihipertensiva de péptidos bioactivos.	38
Figura 5. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) de valores motivacionales identificados en consumidores de QSE, contrastado con la estructura teórica del modelo de valores motivacionales de Schwartz (1994)..	64
Figura 6. Comparación de los porcentajes de las comunalidades de los significados y sus categorías, conferidos al Queso Seco Encerado.	75
Figura 7. Determinación de actividad acuosa (A_w) en el QSE.	90
Figura 8. Determinación de pH en QSE.	92
Figura 9. Cuenta microbiológica de BAL en QSE.	93
Figura 10. Comparación de crecimiento microbiológico de hongos y levaduras, por medio de la prueba de t-Student, en QSE.	95
Figura 11. Cargas de las variables analizadas (♦) y calificaciones de los quesos (▲ a los 7 días de maduración y ● a los 30 días de maduración)	97
Figura 12. Concentración de proteína soluble ^{BS} , en el QSE.	113
Figura 13. Grado de hidrólisis en QSE.	114
Figura 14. Distribución de pesos moleculares en el QSE.	117
Figura 15. Porcentaje de inhibición de los extractos acuosos de QSE en la ECA-I.	118
Figura 16. Porcentaje de inhibición de los extractos acuosos de QSE, sobre el radical DPPH.	120

Figura 17. Curva estándar de proteína BSA.	132
Figura 18. Curva estándar de L-leucina.....	133

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento otorgado para la realización y culminación de mis estudios de posgrado.

A la mi *alma mater*, la Universidad Autónoma Chapingo y al Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, por las facilidades brindadas para culminar esta investigación y lograr una meta personal.

Al Dr. Arturo Hernández Montes por su indispensable apoyo brindado en cada una de las fases de esta investigación; por su dirección, paciencia, asesoría y cada uno de sus conocimientos aportados durante mi estancia en el posgrado.

Al M.C. Armando Santos Moreno por ser parte fundamental en la realización de esta investigación, confianza, apoyo, asesorías y facilidades brindadas para realizar esta investigación.

A la Dra. Blanca Elizabeth Hernández Rodríguez por su atención, orientación y apoyo en esta investigación, así mismo por cada uno de sus consejos. Han sido importantes contribuciones en la realización de esta investigación.

A la Dra. Landy Hernández Rodríguez por su disposición, opiniones y sugerencias, aportadas a este trabajo de investigación.

A los productores de Queso Seco Encerado, por su disponibilidad de participar en la investigación.

A la Dra. Verenice Torres Salas por su apoyo y orientación durante esta investigación.

Al Dr. Anastacio Espeje García por sus consejos y acertada orientación durante mi estancia en este posgrado.

Al Dr. Gabriel Leyva por permitirme el uso de su laboratorio y equipos.

A Mauricio por su apoyo y atención brindada en la fase experimental de esta investigación.

A Danely por toda su ayuda brindada en la fase de campo y cada uno de sus consejos.

A mis amigos Magdiel y Carla, por su amistad, apoyo y orientación de forma incondicional

A mis compañeros de la XVII generación de la MCyTA, especialmente a mis amigos: Jairo, Rosa y Karla, por su amistad y cada uno de los momentos que compartimos juntos.

A todas las personas que participaron en cada una de las fases de esta investigación y desarrollo de mis estudios de posgrado.

DEDICATORIAS

A la memoria de mi abuelita María Elena Mendoza Molina †, por haber sido mi cómplice de vida y motor en esta aventura llamada Maestría, aunque hoy no estas presente, fuiste tú quien me enseñó que el conocimiento y la educación, son las llaves del progreso. Este triunfo es nuestro, como un día lo anhelamos.

A mis padres, Jaime Martínez Mendoza y Elena Aquino Cruz, por su apoyo durante esta etapa de mi vida.

A mis hermanas Danely y Manue, por el ser esos dos pequeños pilares que, con su amor y comprensión, se convirtieron en una magnífica fuente de inspiración.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales

Nombre: Valeria Martínez Aquino

Fecha de nacimiento: 04 de mayo de 1994

Lugar de nacimiento: Santo Domingo Zanatepec, Oaxaca

CURP: MAAV940504MOCRQL01

Profesión: Ingeniero Agroindustrial

Cedula profesional: 11138934

Desarrollo académico

Preparatoria: Centro de Bachillerato Tecnológico
Agropecuario 158

Licenciatura: Universidad Autónoma Chapingo

RESUMEN GENERAL

CARACTERIZACIÓN TANGIBLE E INTANGIBLE DEL QUESO SECO ENCERADO DE TAPANATEPEC Y ZANATEPEC, OAXACA *

Los quesos tradicionales son producidos en determinadas áreas geográficas, con materias primas autóctonas de la región y características distintivas del proceso de elaboración; el queso Seco Encerado (QSE) es producido artesanalmente en los municipios de Tapanatepec y Zanatepec, Oaxaca. El objetivo de esta investigación fue caracterizar al QSE a partir de sus atributos intangibles y tangibles. En la caracterización intangible, se evaluó la estructura de los valores motivacionales que presentó una muestra de consumidores nativos (n=202), así mismo se identificaron las ruta de influencia de los valores humanos en los mismos consumidores y los significados psicológicos que presenta el QSE. En la sección de los atributos tangibles, se determinaron los cambios fisicoquímicos, microbiológicos y bioquímicos que suceden en el QSE durante un periodo de maduración (7 y 30 días), con la finalidad de evaluar la producción de péptidos bioactivos con actividad antihipertensiva y antioxidante. Los consumidores presentaron como valores importantes aquellos relacionados con la tradición, universalismo y seguridad, así mismo, la ruta de influencia identificada fue de tipo indirecta y no se determinó diferencia estadística entre los significados utilitario y simbólico. Las variables fisicoquímicas, microbiológicas y bioquímicas presentaron cambios significativos en función del tiempo de maduración, estos cambios se manifestaron positivamente en la producción de péptidos bioactivos con capacidad antihipertensiva y antioxidante. La información generada a partir de esta investigación puede contribuir a preservación del QSE y a partir de sus propiedades funcionales se puede revalorizar y promover su consumo, así mismo, este trabajo es precursor para futuras investigaciones que evalúen in vitro a los péptidos y la secuencia de aminoácidos que los componen.

Palabras clave: valores humanos, significados, cambios bioquímicos y péptidos bioactivos.

* Tesis de Maestría en Ciencias, Maestría en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Ing. Valeria Martínez Aquino

Director de Tesis: Ph.D. Arturo Hernández Montes

GENERAL ABSTRACT

TANGIBLE AND INTANGIBLE CHARACTERIZATION OF THE WAXED DRY CHEESE OF TAPANATEPEC AND ZANATEPEC, OAXACA[†]

The traditional cheeses are produced in certain geographical areas, with native raw materials of the region and distinctive characteristics of the production process; the Waxed Dry Cheese (WDC) is produced by hand in the municipalities of Tapanatepec and Zanatepec, Oaxaca. The objective of this research was to characterize WDC from its intangible and tangible attributes. In the intangible characterization, the structure of the motivational values presented by a sample of native consumers (n=202) was evaluated, and the routes of influence of human values on the same consumers and the psychological meanings presented by the WDC were identified. In the section of tangible attributes, the physicochemical, microbiological and biochemical changes that occur in the WDC during a period of maturation (7 and 30 days) were determined in order to evaluate the production of bioactive peptides with antihypertensive and antioxidant activity. Consumers presented as important values those related to tradition, universalism, and security, likewise, the identified route of influence was of indirect type and no statistical difference between utilitarian and symbolic meanings was determined. The physicochemical, microbiological, and biochemical variables presented significant changes according to the time of maturation, these changes were positively manifested in the production of bioactive peptides with antihypertensive and antioxidant capacity. The information generated from this research can contribute to the preservation of WDC and from its functional properties it can be reevaluated, and its consumption promoted. Likewise, this work is a precursor for future research that may evaluate in vitro the peptides and the sequence of amino acids that compose them.

Key words: human values, meanings, biochemical changes, and bioactive peptides.

[†] Thesis: Universidad Autónoma Chapingo.
Author: Ing. Valeria Martínez Aquino
Advisor: Arturo Hernández Montes, Ph.D.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Los alimentos tradicionales son definidos como la representación de un grupo de productos vinculados a un territorio, que forman parte de la cultura y un conjunto de tradiciones pertenecientes a determinado territorio. Las relaciones sociales de los individuos que habitan esos territorios permiten asegurar la continuidad de los productos tradicionales en el tiempo (Bertozzi, 1998; Jordana, 2000). Estos productos constituyen un elemento importante en la cultura y patrimonio gastronómico de las regiones, representan un aporte importante al desarrollo económico de los productores y de la región de origen (Guerrero et al. 2010). Un segmento importante de los alimentos tradicionales son los quesos, los cuales son definidos como quesos tradicionales, partir de una serie de atributos relacionados con la tecnología, forma, tamaño, proceso y todos se encuentran fuertemente vinculados a la región de origen (Frog, 2006). En México se reconocen alrededor de 40 variedades diferentes de quesos artesanales (Villegas de Gante et al. 2014), sin embargo, las variedades de quesos más populares en el mercado mexicano son: Panela, Oaxaca y Chihuahua, debido a sus grandes volúmenes de producción y alto índice de consumo (Cervantes et al. 2008). Con el paso del tiempo se han identificado nuevos quesos mexicanos, tal es el caso del queso seco encerado (QSE), él cual es producido en los municipios de Tapanatepec y Zanatepec en el estado de Oaxaca, en el proceso de elaboración se utiliza leche cruda de vaca, así como, materias primas autóctonas de la región.

En los últimos años se han realizado una serie de investigaciones trascendentes sobre la funcionalidad de los productos lácteos, los cuales se han caracterizado por la presencia de compuestos bioactivos, responsables de producir un sin número de beneficios para la salud humana (Lucarini, 2017). En los quesos destacan los siguientes compuestos bioactivos: péptidos, exopolisacáridos,

ácidos grasos, ácidos orgánicos, vitaminas, ácido γ -aminobutírico (Sprong et al. 2010).

Los péptidos bioactivos son secuencias inactivas en el interior de una proteína, de 2 a 20 aminoácidos, con masas moleculares de menos de 6 kDa (Sarmadi et al. 2010), éstos son liberados durante la proteólisis, inherente al metabolismo de bacterias ácido lácticas (BAL) y otros microorganismos, así como, por la actividad de proteasas endógenas (Santiago et al. 2018; Sultan et al. 2016). Los péptidos bioactivos pueden influir benéficamente en los procesos biológicos y ejercer un efecto positivo en la salud humana (Manikkam et al. 2016; Korhonen & Philanto 2006). Como una fuente productora potencial de péptidos bioactivos, destacan los quesos mexicanos, los cuales tienen características excepcionales, debido a su microflora nativa, el tipo de leche utilizada, condiciones de proceso y las técnicas artesanales aplicadas durante su producción (Santiago et al. 2018).

Integrar mecanismos de diferenciación y valorización a los productos tradicionales es un proceso complejo, actualmente se busca identificar las conductas psicocognitivas de los consumidores y la importancia conferida a los alimentos tradicionales, utilizando los atributos tangibles como mediadores en la elección de compra de un producto, mediante el desarrollo de un modelo conceptual que permita relacionar las elecciones de compra del consumidor con los valores humanos que los respaldan (Allen, 2000).

En la presente investigación se caracterizó manera tangible e intangible al QSE de, con la finalidad de diferenciarlo, como un queso tradicional y funcional, a partir de la valoración psicológica que los consumidores le dan al QSE y las diferentes propiedades bioactivas que éste puede aportar. Los capítulos que conforman esta investigación son tres: en el primer capítulo, se exploró la estructura de los valores humanos en una muestra de consumidores nativos de QSE, la estructura obtenida fue contrastada con el modelo teórico de Schwartz (1992); se identificaron las rutas de influencia de los valores humanos, utilizando como mediadores una serie de atributos tangibles, que caracterizan sensorialmente al QSE; así mismo, se identificaron los significados psicológicos: simbólico y

utilitario, que presentó el QSE para los consumidores. Por otra parte, en el segundo capítulo se identificaron los cambios que suceden durante la maduración del QSE, utilizando como referencia dos tiempos de maduración, 7 y 30 días, los parámetros evaluados, fueron variables del análisis químico proximal (proteína, humedad, grasa, sal, sólidos totales y minerales), así como, diferentes variables fisicoquímicas (pH y Aw) y los cambios producidos en la microbiota (bacterias ácido lácticas, hongos y levaduras). En el capítulo tres se abordan los diferentes cambios bioquímicos producidos en el QSE, caracterizados por la concentración de proteína soluble; la hidrólisis de proteína, el cual se determinó mediante el grado de hidrólisis (% GH), la distribución de pesos moleculares y se la producción de péptidos con actividad antihipertensiva y antioxidante.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Importancia de los alimentos tradicionales

Los alimentos tradicionales son un elemento muy importante en la cultura, identidad y patrimonio gastronómico, éstos contribuyen al desarrollo económico y la sostenibilidad en las regiones de origen. Además, debido a su entorno son una fuente potencial de diferenciación para los productores y distribuidores (Avermaete et al. 2004). Estos productos pertenecen a un territorio definido y son parte de una cultura y generan crecimiento económico para las personas que habitan en esos territorios (Bertozi, 1998). Para que un alimento sea considerado como tradicional debe tener una utilidad comprobada en el mercado regional durante un periodo de tiempo, al menos 40 años, donde el saber hacer se transmite entre diferentes generaciones (Unión Europea, 2006; Trichopoulou et al. 2007), el producto debe estar vinculado a un conjunto de tradiciones, las cuales aseguran la continuidad de dichos alimentos a través del tiempo (Jordana, 2000). Tregear (2003) menciona que los productos tradicionales son considerados con identidad localizada a un territorio geográfico. Los alimentos tradicionales ostentan características específicas que los diferencian de otros productos, estas características se agrupan en tangibles e intangibles y a partir de su conocimiento se pueden generar estrategias de revalorización a los productos tradicionales y aprovechar el auge que tienen actualmente estos productos. Winter (2003) indicó que la tendencia actual es el regreso al consumo de productos naturales y existe una motivación por proteger las tradiciones, incluyendo los alimentos artesanales. Los atributos tangibles e intangibles de los alimentos tradicionales son una oportunidad de desarrollo para quienes los

producen, ya los alimentos tradicionales son considerados como saludables, por tal motivo es importante identificar los elementos que manifiestan identidad y generan una herencia cultural (Trichopoulou et al., 2006). El estudio de estos productos es de gran importancia, teniendo como objetivo mejorar la dieta de los seres humanos a partir de productos naturales y diferenciados con identidad cultural; preservando los procesos ancestrales de elaboración y brindando mejores condiciones socioeconómicas a los actores de cada eslabón del sistema agroindustrial.

2.1.2. Quesos tradicionales mexicanos

Los quesos tradicionales son definidos a partir de una serie de criterios históricos relacionados con la tecnología, forma, tamaño, proceso, los cuales hacen que se mantenga un vínculo territorial, el cual permanece a través del tiempo (Frog, 2006) y que éste, puede ser fortalecido por los significados psicológicos que tenga el queso, de acuerdo con los consumidores locales. Cervantes et al. (2008) caracterizaron los quesos tradicionales mexicanos, como productos que cuentan con una raíz histórica e incorporan un alto grado de tradición en torno a su producción y consumo. Mientras que, Villegas de Gante (2012), indicó que los quesos genuinos mexicanos deben elaborarse a partir de leche fluida de vaca o cabra, para su manufactura deben utilizar insumos tradicionales, permitidos por la normatividad vigente y deben tener al menos cuatro décadas de historia en territorio nacional. En México se conocen alrededor de 40 variedades diferentes (Villegas y Cervantes, 2011; Villegas et al. 2014). Con el paso del tiempo, se han identificado nuevos quesos mexicanos, tal es el caso del queso Seco Encerado (QSE), él cual es elaborado en los municipios de Tapanatepec y Zanatepec en el estado de Oaxaca, a partir de leche cruda de vaca, con materias primas originarias de la región como: el rumen de ternera, utilizado como agente coagulante por su contenido de enzimas hidrolíticas, en el proceso de salado se utiliza sal granulada de mar obtenida de las salinas de la región, mientras que en el proceso de moldeado se utilizan moldes o “cinchos” de madera de huanacastle o caoba. Cesín et al. (2007) reconocen la importancia de los quesos tradicionales

mexicanos con el impacto que generan a la economía de México, resaltando que estos productos contribuyen a la conservación del saber-hacer local y la gastronomía regional. Debido a lo anterior, es importante demostrar que los quesos genuinos mexicanos son diferentes, únicos, a partir de la caracterización de los atributos de calidad, los cuales pueden ser tangibles e intangibles.

2.1.3. Los valores humanos

Los valores humanos han sido un concepto de estudio desde los inicios de las ciencias sociales, debido a que éstos son importantes para explicar fenómenos como la organización, cambio social y personal (Hitlin et al. 2004; Rohan, 2000). Rokeach (1973) define a los valores humanos como las metas motivacionales, las cuales son un principio en la vida de los individuos y sirven como guía. Para Williams (1970) los valores humanos representan ideas abstractas social y culturalmente compartidas, sobre lo que es bueno, correcto y deseable en la sociedad. Por otra parte, Grad et al. (1993) conceptualizaron a los valores humanos como dimensiones que organizan las dinámicas psicológicas y compatibilidad de individuos. Ros et al. (1995) definieron como valores humanos aquellos principios que funcionan como normas socialmente correctas y prescriben el comportamiento adecuado de cada individuo, dentro de una sociedad particular. Schwartz (1992) buscó identificar un concepto de valores humanos, el cual fuera reconocido en todas las sociedades y los definió como "objetivos trans-situacionales deseables, que varían en importancia, además funcionan como principios rectores en la vida de una persona u otra entidad social", además, generó un esquema de valores básicos o motivacionales e identificó la importancia de éstos en la toma de decisiones, comportamiento y las actitudes de los seres humanos. Allen et al. (2002) clasificaron a los valores humanos en dos categorías: i) Valores terminales, aquellos que hacen referencia a creencias a cerca de estados deseados; y ii) Valores instrumentales, los cuales son referentes a las creencias y son expresados en algunas formas de actuar.

Schwartz (1992) estableció la teoría de los valores básicos, la cual consiste en agrupar los valores básicos o universales en una dimensión circular, a partir de

éstos, el circunflejo se divide en cuatro valores de orden superior, los cuales son relacionados entre sí, de acuerdo con las diversas actitudes, comportamientos y opiniones de los individuos. Esta teoría también es conocida como la teoría de los valores motivacionales de Schwartz (Schwartz, 2012).

Estructuras de los valores humanos: Valores motivacionales

Cada individuo se encuentra apegado psicológicamente con diferentes valores humanos, y clasifica a cada uno de acuerdo con el grado de importancia que éstos tengan en su vida. Las personas tienen presentes diferentes conceptos sociales, incluyendo los valores humanos y los agrupan a cada concepto de acuerdo con la importancia que ellos le den, por lo tanto, cuando se les cuestiona sobre sus valores humanos, las personas tienden a dar información precisa y concreta sobre éstos, los individuos actúan de acuerdo con valores y la importancia que les dan a los mismos (Bardi et al. 2003). Los valores son características motivacionales construidas y jerarquizadas a través de la vida, que las personas no tienden a cambiar en su edad adulta (Feather, 1971; Rokeach, 1973; Schwartz, 1997).

De acuerdo con Schwartz (2005), los diez valores motivacionales son diferentes y extensos, éstos son derivados de las tres necesidades universales del ser humano (necesidades del individuo, como organismo biológico; requerimientos de interacción social coordinada, necesidades de vivencia y bienestar en grupos). Los diez valores básicos tienden a incluir todos los valores medulares, reconocidos en las culturas de todo el mundo. Schwartz (1992) los define así, al describir sus metas motivacionales principales; sus definiciones se observan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Definiciones conceptuales de los diez valores básicos, de acuerdo con los elementos motivacionales que representan.

Valor	Definición conceptual
Poder	Estatus social y prestigio, control o dominio sobre las personas y recursos.
Logro	Éxito personal a través de la demostración de competencia de acuerdo con los estándares sociales.
Hedonismo	Placer y gratificación sensual para uno mismo.
Estimulación	Emoción, novedad y desafío en la vida.
Autodirección	Pensamiento independiente y elección de acción, creación, exploración.
Universalismo	Comprensión, aprecio, tolerancia y protección del bienestar de todas las personas y de la naturaleza.
Benevolencia	Preservación y mejora del bienestar de las personas con quien uno está en contacto personal frecuente.
Tradicición	Respeto, compromiso y aceptación de las costumbres e ideas que la cultura o religión tradicional proporcionan.
Conformidad	Restricción de acciones, inclinaciones e impulsos que puedan molestar o dañar a otros y violar las expectativas o normas sociales.
Seguridad	Seguridad, armonía y estabilidad de la sociedad, de las relaciones y de uno.

Fuente: Schwartz, 1992.

A partir de estas motivaciones, Schwartz (1992) propone un esquema circular concéntrico, el cual representa las posibles relaciones, entre los conflictos, y las congruencias de los valores, debido a que cada valor tiene diferentes consecuencias psicológicas, prácticas y sociales. La representación circular de los valores representa un continuo motivacional, debido a la distancia euclídea entre los valores. Cuanto más cercanos se encuentren dos valores alrededor del círculo, éstos presentan un mayor grado de similitud, por otra parte, mientras más

distantes se encuentren dos valores, mayor el antagonismo entre sus motivaciones subyacentes. La estructura se observa en la Figura 1 y agrupa a las cuatro dimensiones de valores de orden superior: apertura al cambio, conservación, autopromoción y autotrascendencia (Hayley et al. 2015; Schwartz, 1992).

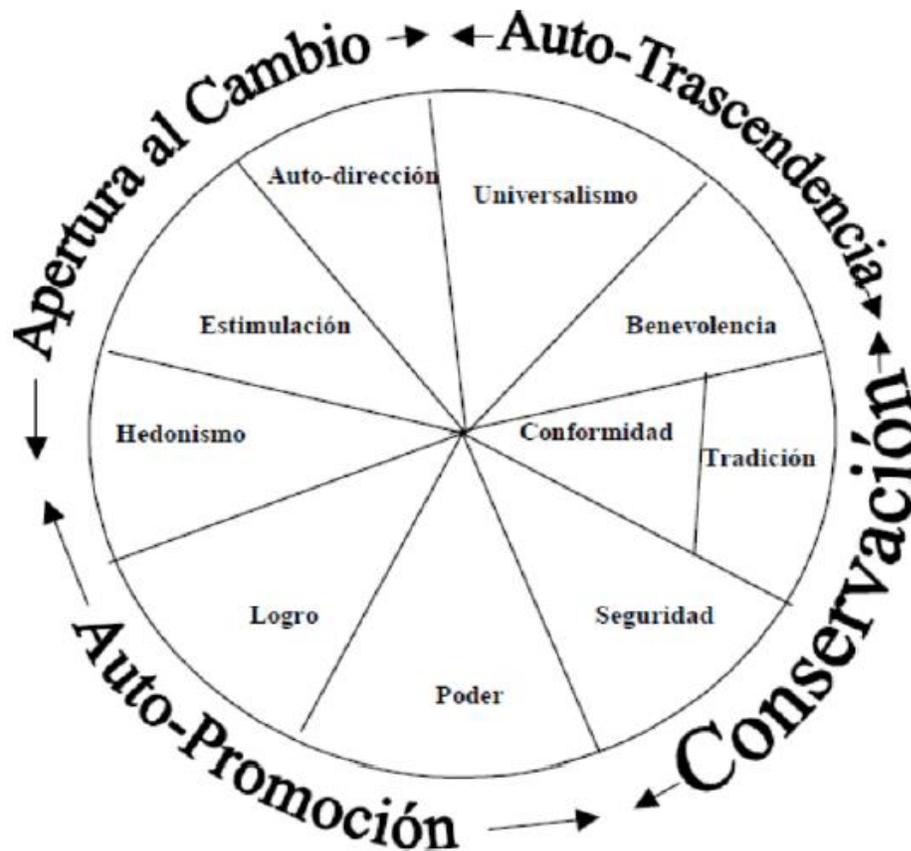


Figura 1. Modelo teórico de la relación de los valores motivacionales.

Fuente: Schwartz, 1992; Schwartz 2012.

Schwartz (1992), describió que los tipos de valores humanos se colocan adyacentes al círculo de acuerdo a su grado de compatibilidad, mientras la distancia aumente la compatibilidad del valor disminuye, esos valores que se encuentran opuestos en el circunflejo (Figura 1) son los que se encuentran en conflicto y son incompatibles, es importante identificar a los valores tradición y conformidad, los cuales se comparten el área del círculo y objetivo general de motivación (Schwartz, 2012) a partir del conflicto y congruencia de los valores,

se define una estructura bidimensional, donde se agrupan los valores, la primera dimensión se encuentra formada por los valores: apertura al cambio (autodirección y estimulación) *versus* conservación (seguridad, conformidad y/o tradición), esta dimensión confronta a los valores que enfatizan la independencia del pensamiento, la acción, los sentimientos, la apertura al cambio contra los valores que enfatizan el orden, la auto restricción, la preservación del pasado y la resistencia al cambio; segunda dimensión está conformada por autotranscendencia (logro y poder) *versus* autotranscendencia (universalismo y benevolencia), en ella se enfatiza la preocupación por el bienestar y los intereses, por otro lado, se encuentran los valores que enfatizan la búsqueda de los propios intereses, el éxito relativo y el dominio sobre los demás. El hedonismo comparte elementos tanto de apertura al cambio como de mejora personal (Botonaki et al. 2010; Schwartz, 2012; Schwartz 1992).

Keaveney & Hunt (1992), Holbrook & Moore (1981), y McCracken (1986) indican que los atributos intangibles se encuentran englobados dentro del universo de los atributos tangibles, sin embargo, los atributos intangibles son más que los atributos tangibles, la distinción entre atributos tangibles e intangibles es consecuencia de la influencia de los valores humanos, ya que son éstos los que influyen en la preferencia de un producto a través de los atributos tangibles e intangibles. Allen (2000) indicó que los valores humanos siempre median a través de los atributos tangibles, y como los atributos intangibles se encuentran englobados entre ellos los valores humanos también influyen en los atributos intangibles. La importancia del estudio de los valores humanos como mediadores en la elección de compra de un producto es desarrollar un modelo conceptual que permita relacionar las elecciones de compra del consumidor con los valores humanos que los respaldan, Allen (2000) clasificó tres enfoques generales: enfoque de la influencia directa, enfoque de la mediación de actitud general y enfoque de la mediación por atributos (Allen, 2000).

Rutas de influencia de los valores humanos

Los modelos actuales que analizan la influencia de los valores humanos en la preferencia o elección de un producto proponen que los valores humanos influyen en la elección del producto a través sus actitudes generales (McCarty & Shrum, 1993), por el contrario, otros autores sugieren que los valores humanos influyen en la elección de un producto a través de los atributos importantes en el producto (Gutman, 1982; Lindberg et al. 1989; Scott & Lamont, 1973). Allen (2000) identificó que los procesos asociados a la toma de decisión enfocados en la elección de compra a un producto, se produce por influencia de los valores humanos, ésta influencia se da utilizando a los atributos tangibles como mediadores, por lo tanto, los valores humanos tienen una influencia directa la elección de compra del consumidor; así mismo, identificó tres enfoques: enfoque de la influencia directa, enfoque general de la mediación-actitud y enfoque de la mediación por atributos.

El enfoque de la influencia directa mide las relaciones primarias entre la preferencia de un producto y los valores humanos, pero es deficiente en el fundamento teórico explicativo del motivo adyacente para que los valores humanos influyan en la decisión de compra del consumidor (Henry, 1976), mientras que, el enfoque actitud-mediación sugiere que los valores humanos influyen de manera psicocognitiva en las actitudes generales del consumidor hacia los productos, éstas actitudes son responsables de la elección final de un producto, sin embargo, este enfoque no establece un método de comparación de y evaluación de los productos, mediante las actitudes del consumidor; finalmente el enfoque de la mediación por atributos se considera el más concreto, debido a que especifica las variables que intervienen en la influencia de los valores humanos, como del comportamiento y la forma en que estas variables son aplicadas en su juicio sobre determinado producto (Allen, 2000). Estos tres enfoques explican la influencia de los valores humanos a través de los atributos tangibles como mediadores y a ese proceso se le conoce como ruta indirecta (Allen, 2001).

Allen, (1999) propuso un modelo conceptual integral, con el objetivo de explicar la influencia de los valores humanos en la elección de un producto, este modelo constó de dos enfoques, a partir de la unión de la jerarquía de valor–actitud–comportamiento; el primer enfoque se da cuando los consumidores evalúan el significado utilitario de un producto, hacen un juicio sistemático y el producto cumple una función instrumental, se le conoce como ruta de influencia indirecta, mientras que, cuando los consumidores evalúan el significado simbólico de un producto, hacen un juicio afectivo y los valores de cada individuo influyen directamente en la elección de un producto, es denominado como: ruta de influencia directa. El modelo de las dos rutas de Allen (2000), ha sido probado en diferentes productos y servicios, entre ellos destacan los alimentos (Torres & Allen, 2008).

2.1.4. Significados

La comida y la alimentación tienen una gran cantidad de significados que afectan los comportamientos de elección de alimentos de los consumidores (Loumala, 2007). Los significados son la relación entre la mente, el objeto y la palabra (Allen, 2008). En un producto, los significados son una variable que predice el comportamiento de la búsqueda y compra de éste (Allen, 2000; Richins, 1994). Allen (2000) indicó que el significado del producto en sí mismo, es el que le da el valor, completamente contrario a las teorías económicas tradicionales las cuales indican que el valor de un producto depende únicamente del valor de cambio en el mercado. Desde la perspectiva de Herek (1986), los valores humanos inspiran actitudes simbólicas y utilitarias. Prentice (1987) destacó que la gente busca adquirir productos que cubran sus necesidades y les proporcionen un beneficio, que esos productos les permitan expresar de manera simbólica sus valores, por lo que el consumidor tiende a elegir productos, que a través de sus características simbólicas que representen diferentes eventos, relaciones y sentimientos auto relacionados con sus propios valores, por esta razón en la preferencia de los productos se consideran dos dimensiones (Allen & Ng, 1999; Allen, 2000; Torres et al. 2009). Pimenta et al. (2016) señalaron que existe una influencia en la

preferencia de un producto, derivada a partir de los valores humanos del consumidor, la cual fluye a través de los atributos tangibles e intangibles. Por lo tanto, a un producto se le pueden atribuir dos tipos de significados: utilitario y simbólico (Torres et al. 2009).

El significado utilitario representa a la función brindada por los atributos tangibles del producto, los atributos tangibles le dan al individuo cierto control sobre el producto (Dittmar, 1992), la creación de un significado utilitario la genera el individuo a partir los beneficios de un producto y la experiencia de funcionalidad que generó el producto al consumidor (Hirschman, 1980), también es derivado a partir de la utilidad práctica del producto y se encuentra intrínsecamente relacionada a la conveniencia del producto, eficiencia y el valor de cambio de dicho producto (Torres y Allen, 2008). El significado simbólico por su parte se da a través de las experiencias sociales de cada individuo (cultura, educación e interacciones sociales) debido a que cada experiencia conduce a la categorización subjetiva de un producto, es decir, la cultura de un grupo de personas está fuertemente relacionada con la percepción de ciertos atributos intangibles que influyen en la preferencia de un producto (Dittmar, 1992). El significado simbólico contiene la influencia de valores humanos arraigados en los individuos, estos a su vez son una representación intangible de la cultura y la autofilosofía de un grupo de individuos, por lo que las personas evalúan al significado simbólico como un objeto de identificación, conteniendo de manera intrínseca al simbolismo (Allen & Hung 2003). El significado simbólico es un atributo intangible y subjetivo de un producto, que reside más allá de los atributos tangibles y objetivos (Hirschman, 1980; McCracken, 1988; Richins, 1994). De acuerdo con Katz (1960) un significado simbólico cumple una función expresiva de valor, lo cual produce que las personas se sientan altamente identificadas con un producto, este proceso de identificación genera motivaciones subconscientes para usar el producto u objeto como un vehículo de expresión de valor, consecuentemente los consumidores brindan un significado simbólico al producto. Cuando los consumidores seleccionan un producto, evalúan subconscientemente el significado simbólico, debido a que los símbolos se

encuentran en todo el producto (ejemplo: marca, empaque, clase y categoría del producto; Holbrook & Moore 1981; Keaveney & Hunt 1992; McCracken 1988).

2.1.5. Bacterias ácido lácticas

La microbiota de los quesos se encuentra conformada por una serie de microorganismos, entre los que se encuentran bacterias ácido lácticas, levaduras y mohos, los cuales están presentes en la leche o se agregan mediante cultivos iniciadores y se desarrollan durante la maduración del queso, estos microorganismos son responsables de una serie de procesos bioquímicos que dan lugar a la producción de diferentes metabolitos durante la maduración del queso. La microflora asociada a la maduración de los quesos es infinitamente diversa y para su estudio se divide en dos grupos, bacterias iniciadoras del ácido láctico y la microflora secundaria (Beresford et al. 2004).

Las bacterias ácido lácticas (BAL) pertenecen a un grupo de microorganismos clasificados como Gram positivos, no esporulados, sin motilidad, con forma de cocos o bacilos, microaerófilicos o anaerobios facultativos, los cuales en su metabolismo sintetizan lactosa, mediante un proceso de fermentación producen ácido láctico (Monroy et al. 2009; Siamansouri et al. 2013) y son halotolerantes (Axelsson, 1993). Este grupo se conformado por más de 20 géneros (Bennani al. 2017; Bintsis, 2018) y se clasifican en dos grupos, homofermentativo y heterofermentativo (Tamime et al. 1997).

La fermentación homoláctica en quesos consiste en la conversión metabólica de lactosa en ácido láctico por medio de la ruta Embden-Meyerhof-Parnas (MEP), produciendo alrededor del 85 % de ácido láctico a partir de glucosa (Tamime et al. 1997); y de un mol de glucosa se producen dos moles de ácido láctico (Ray & Didier, 2014).

La ruta homofermentativa (Figura 2) tiene lugar en tres pasos. El primer paso consiste en la introducción de lactosa a la célula a través del sistema de fosfotransferasa acoplado al fosfoenol piruvato (PTS-PEP) o mediante una

permeasa de lactosa energizada por el gradiente de protones. En segundo lugar, la lactosa intracelular se hidroliza en glucosa y galactosa por la enzima D-galactosidasa. La glucosa se cataboliza a piruvato a través de la vía glucolítica (Embden-Meyerhof-Parnas). Finalmente, el ácido láctico se forma a partir del piruvato, a través de una actividad de lactato deshidrogenasa. Esta reacción permite la reoxidación de NADH formado durante los primeros pasos glucolíticos (Ray & Didier, 2014). Algunos géneros representativos de las BAL homofermentativas son: *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pedicococcus*, algunos *Lactobacillus* (Tamime et al. 1997; Khalid, 2011).

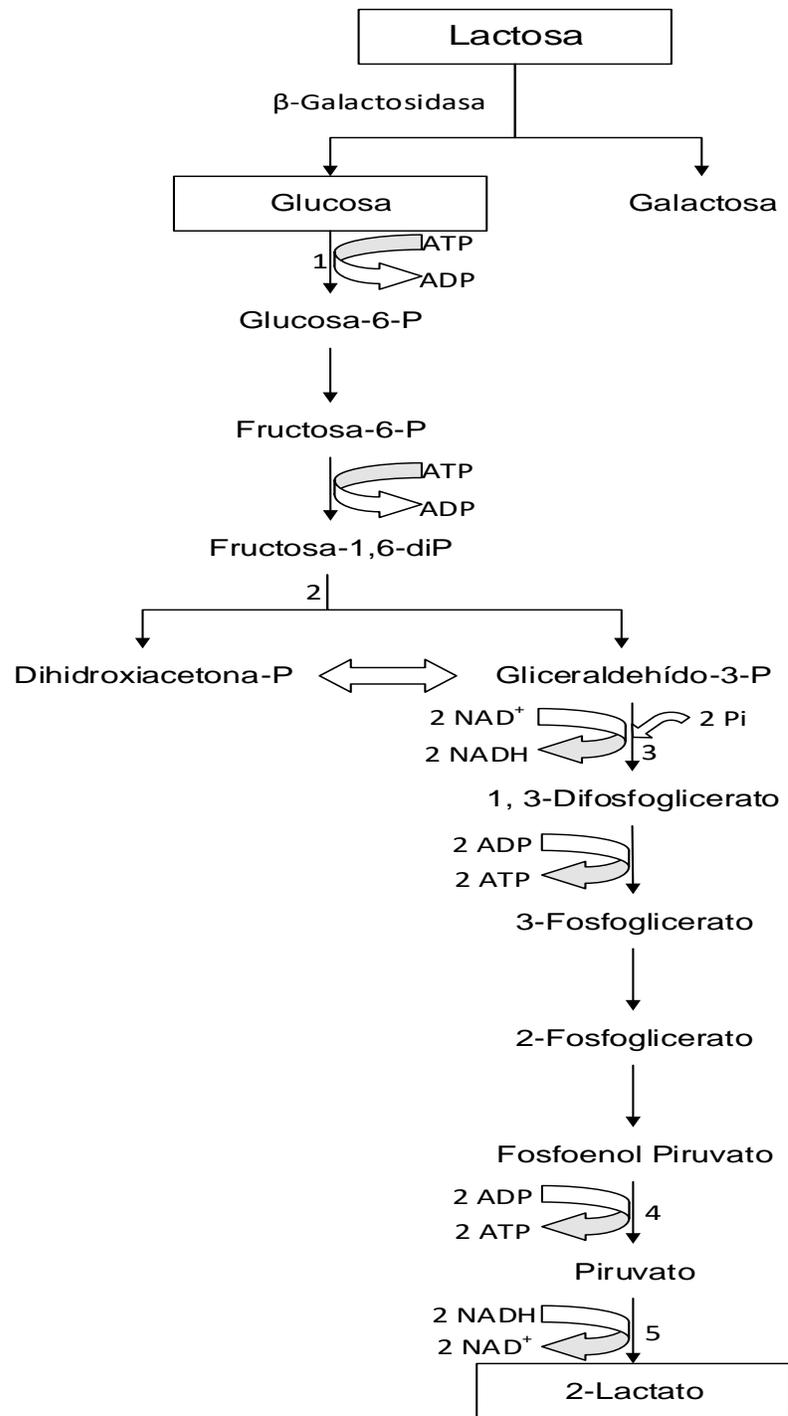


Figura 2. Vía Embden-Meyerhof-Parnas para el metabolismo de las BAL homolácticas.

1: glucoquinasa; 2: fructosa-1,6-difosfato aldolasa; 3: gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa; 4: piruvato quinasa; 5: lactato deshidrogenasa.

Fuente: Ray & Didier, 2014.

El grupo de BAL heterofermentativas, se caracterizan por producir ácido láctico, 50 % del total de metabolitos producidos y el resto son otros productos finales como etanol, aldehídos y dióxido de carbono. Los principales géneros que pertenecen al grupo de BAL heterofermentativas son: *Leconostoc*, *Weisella*, *Lactococcus*, *Lactobacillus* y *Enterococcus*, (Khalid, 2011; Parra-Huertas, 2010;). La fermentación heteroláctica de glucosa se da principalmente a través de la vía de la pentosa fosfato (Figura 3); ésta se caracteriza por un paso de deshidrogenación inicial con la formación de 6-fosfogluconato, seguido de una descarboxilación que conduce a una molécula de CO₂. Esta vía permite la formación de un mol de piruvato a partir de gliceraldehído-3-fosfato y un mol de acetil fosfato, que genera etanol o ácido acético, dependiendo de las condiciones ambientales. En consecuencia, el catabolismo heterofermentativo de un mol de glucosa conduce teóricamente a un mol de ácido láctico, un mol de etanol o ácido acético y un mol de ATP, junto con la reoxidación de la coenzima NADH (Tamime et al. 1997; Ray & Didier, 2014).

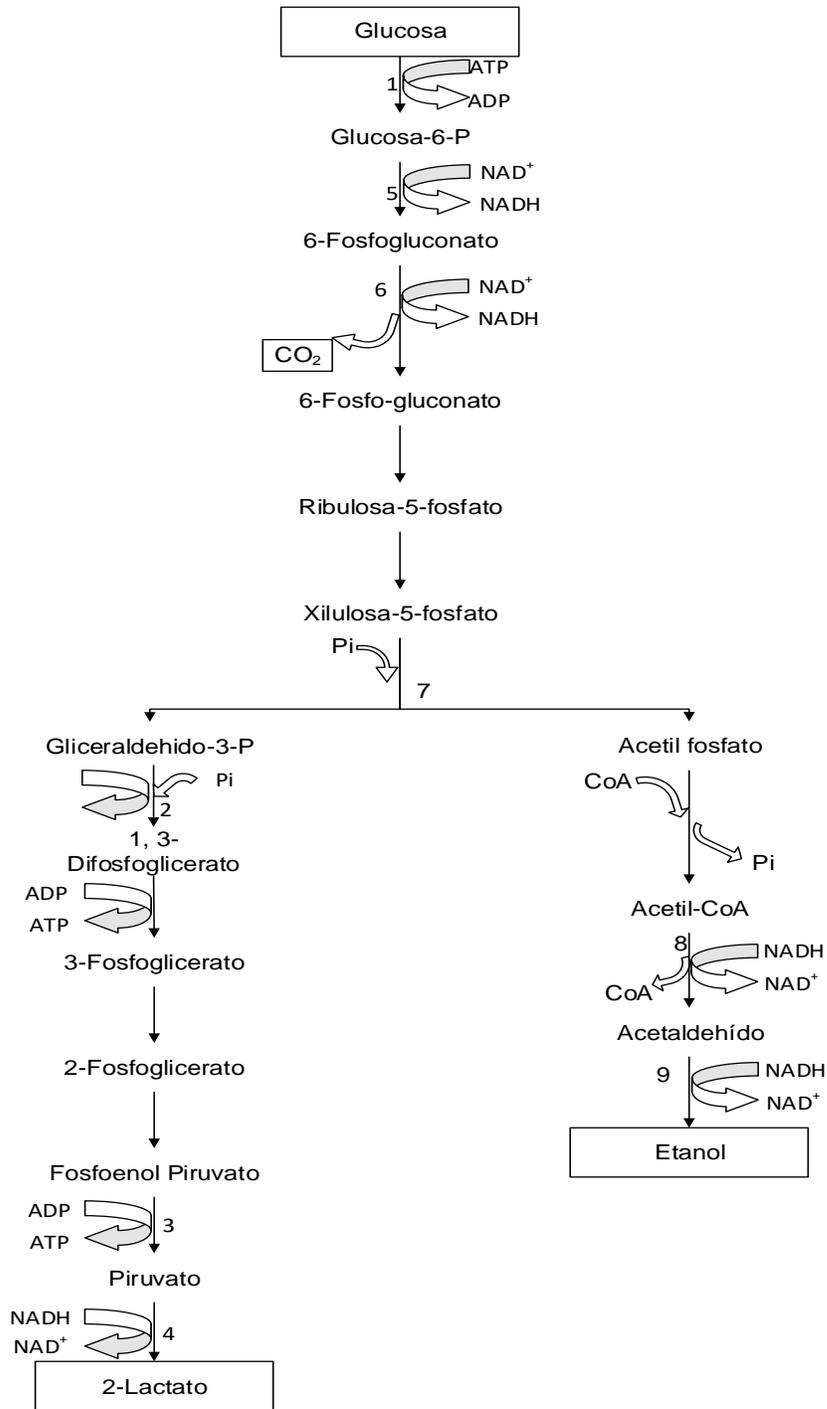


Figura 3. Vía de la pentosa fosfato para el metabolismo de las BAL heterolácticas.

1: glucoquinasa; 2: gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa; 3: piruvato quinasa; 4: lactato deshidrogenasa; 5: glucosa-6-fosfato deshidrogenasa; 6: 6-fosfogluconato deshidrogenasa; 7: fosfocetolasa; 8: acetaldehído deshidrogenasa; 9: alcohol deshidrogenasa.

Fuente: Ray & Didier, 2014.

2.1.6. Fermentación de hongos y levaduras

Los hongos y levaduras son denominados microflora secundaria, no láctica, cuya función es producir cambios específicos en los quesos (Fox et al. 2017). Los hongos de mayor importancia en los quesos pertenecen al género *Deuteromicetes*, teniendo como especies más representativas; *P. camemberti*, *P. roqueforti* y *G. candidum*, los mohos se consideran aerobios obligados, por otra parte, las levaduras son anaerobios facultativos y generalmente pertenecen al género *Kluyveromyces* spp. Todas las levaduras y mohos asociados con productos lácteos asimilan la caseína, sin embargo, algunas cepas muestran un bajo grado de actividad proteolítica en comparación de otras (Gueguen et al. 1975).

El metabolismo fúngico da lugar a diversos cambios sensoriales en los productos lácteos, especialmente en los quesos madurados (Tamime et al. 1997). Se ha identificado la presencia de hongos y levaduras en procesos de importancia bioquímica como son: lipólisis, proteólisis y oxidación del ácido láctico; las principales consecuencias de estos procesos modificados por acción de la microflora secundaria son: la reducción de acidez, formación de ojos en los quesos debido a la producción de CO₂, la presencia de propionato genera un sabor dulce y acetato (Fox et al. 2017). Algunos hongos y levaduras intervienen en la lipólisis, produciendo ácidos grasos de cadena corta; también son precursores de la producción de aminoácidos, ácidos orgánicos y ésteres, que producen cambios sensoriales y texturales en los quesos madurados (Fox et al. 2017; Cardozo et al. 2017).

2.1.7. Péptidos bioactivos

La dieta de los seres humanos se basa principalmente en los diferentes macronutrientes, tales como carbohidratos, lípidos y proteínas. Las proteínas son el principal componente estructural y funcional de una célula, éstas se encargan de funciones esenciales dentro del organismo (Vioque et al. 2001; Fox & McSweeney 2008). Las proteínas alimentarias se investigan, no solo por su papel

estructural en el cuerpo humano, sino también por su capacidad para producir péptidos bioactivos (Korhonen, 2002); los cuales se definen como secuencias inactivas de 2 a 20 aminoácidos en el interior de una proteína, con masas moleculares menores 6 kDa (Sarmadi et al. 2010), las cuales son liberadas a partir una hidrólisis química o enzimática (pepsina, tripsina o quimotripsina); pueden influir en los procesos biológicos y ejercer un efecto positivo en la salud humana (Manikkam et al. 2016; Korhonen & Pihlanto 2006). Se han encontrado algunos péptidos funcionales en productos lácteos fermentados (Meisel, 2005; Korhonen y Pihlanto 2007a, 2007b; Gobbetti et al. 2007; Hartmann & Meisel 2007). Los péptidos de la leche y los productos lácteos también pueden ser liberados por acción de proteasas sintetizadas por algunos microorganismos durante la maduración (Jauhiainen et al. 2007). Adicionalmente, en productos lácteos se producen péptidos bioactivos por acción de enzimas endógenas de la leche, tal es el caso de la plasmina y la catepsina D (Bouhallab et al. 2004; Ong & Shah 2008). La importancia del estudio de los péptidos bioactivos se enfatiza en que son metabolitos naturales que impactan positivamente a la función corporal y a la salud humana (Gilani et al. 2008; Mine et al. 2009; Boelsma et al. 2009). éstos se pueden emplear como ingredientes alimenticios funcionales, que ayudan a mejorar la salud humana, al expresar alguna de las siguientes actividades biológicas: Antihipertensiva por la capacidad de inhibición de la Enzima Convertidora de Angiotensina I (ECA-I), inmunomoduladora, antitrombótica, antioxidante, anticancerígena, antimicrobiana, quelante de metales (Elías et al. 2008), osteoprotectora, (Pandey et al. 2018), hipolipidémica e hipocolesterolémica y opiácea (Mulero et al. 2011). Por la importancia que tienen los biopéptidos actualmente, en la presente investigación se identificó la presencia de péptidos con actividad antihipertensiva y antioxidante en el QSE.

Actividad antihipertensiva

Las enfermedades cardiovasculares (ECV), son un conjunto de padecimientos clínicos que afectan al sistema circulatorio, principalmente al corazón (Salehi et al. 2013), entre las ECV se encuentra la hipertensión arterial (HTA), la cual es

una de las principales causas de muerte a nivel mundial y se estima que en el mundo existen 1130 millones de personas hipertensas (OMS, 2020). En los últimos años la cantidad de personas que padecen HTA en países de bajo ingreso ha sido aproximadamente el 40 % de la población, mientras que en México en el año 2018 la cantidad de personas que padecen HTA en México fue de 49.2 % del total de la población (Campos et al. 2019). La enzima convertidora de angiotensina I (ECA-I), es la responsable de la regulación de la presión arterial, ya que cataliza la conversión de la angiotensina I en un vasoconstrictor, angiotensina II, simultáneamente inactiva la bradiquinina la cual es un vasodilatador. Los compuestos inhibidores de la ECA-I son aquellos que se usan en el tratamiento clínico de la hipertensión arterial (Rho et al. 2009). Los medicamentos sintéticos que se usan el tratamiento de la HTA provocan efectos secundarios en el funcionamiento del cuerpo humano, por lo que se investigan alternativas a estos medicamentos, una de ellas es el uso de moléculas naturales con capacidad de inhibir la ECA-I (Chen et al. 2013) y una alternativa la representan los péptidos con actividad antihipertensiva. Los péptidos antihipertensivos son moléculas que una vez liberados de la proteína original tienen la capacidad de regular la presión sanguínea y modular los sistemas de renina–angiotensina en el cuerpo humano (Bhandari et al. 2020). El mecanismo de acción de la ECA-I (Figura 4), está controlado fisiológicamente por el sistema renina-angiotensina y el sistema de quinina óxido nítrico (NO).

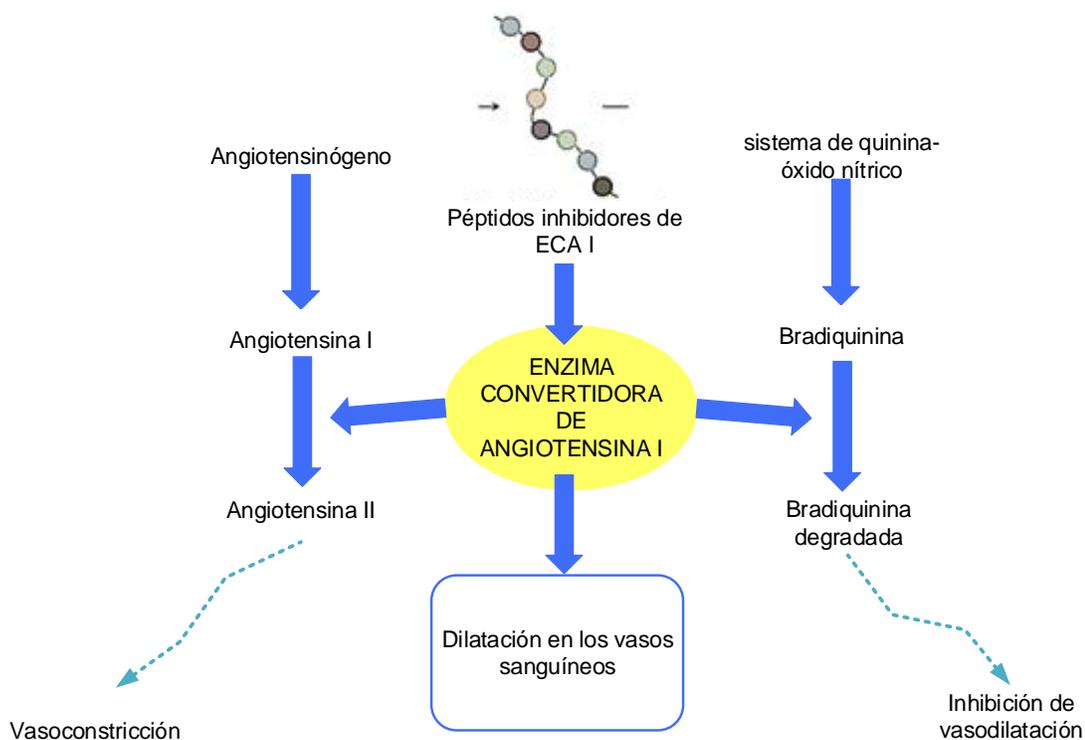


Figura 4. Mecanismo de acción de la actividad antihipertensiva de péptidos bioactivos.

Fuente: Bhandari et al. (2020).

Los inhibidores de ECA son péptidos de estructura corta, constan de dos a nueve aminoácidos. Aquellos que tienen residuos de prolina son resistentes a la hidrólisis por enzimas digestivas (Vermeirssen et al. 2004), por otra parte, los péptidos con residuos de tirosina causan una disminución lenta y prolongada de la presión arterial; mientras que los dipéptidos con residuos de fenilalanina producen una reducción rápida de la HTA, pero con un periodo de acción corto (Erdmann et al. 2008). Las fracciones de péptidos inhibidores de la ECA-I tienen un peso molecular que oscila entre 1 y 5 kDa, así mismo existe una relación entre el tamaño de los péptidos y su actividad, debido a que los péptidos de menor tamaño presentan mejores propiedades bioactivas (Mundi, 2014). Los productos lácteos han sido clasificados como una fuente importante para la producción de péptidos bioactivos (Sánchez et al. 2017). El queso Seco Encerado es un producto con potencial capacidad para producir biopéptidos, a partir de una serie de procesos bioquímicos que suceden durante el proceso de maduración, por lo

que es importante realizar el estudio y análisis de este producto tradicional con enfoque nutraceútico, para identificar la presencia de péptidos con actividad inhibitoria de la ECA-I.

Actividad antioxidante

La oxidación es uno de los procesos más comunes en los seres vivos, es una de las causas de enfermedades y patogénesis, en los seres humanos. Durante los procesos de oxidación se producen moléculas llamadas radicales libres, las cuales están en continua formación en el interior de las células, éstos son neutralizados de manera natural por el organismo, sin embargo, cuando se genera un desequilibrio de radicales libres en el organismo se pueden producir diversas enfermedades (Bray, 2000). Entre las principales patologías que puede producir un desequilibrio de radicales libres son: Alzheimer, enfermedades intestinales y ciertos tipos de cáncer (Stadtman 2006). La OMS (1990) recomendó la ingesta de alimentos que contengan sustancias antioxidantes como, la fuente principal de estos compuestos. Los estudios para caracterizar fuentes naturales ricas en antioxidantes han tomado importancia en los últimos años (Granato et al. 2017). Se han realizado diversas investigaciones para identificar péptidos bioactivos con actividad antioxidante en alimentos (Girgih et al. 2014). Como resultado se han aislado péptidos antioxidantes de productos alimenticios como chícharo, soya, linaza, pescado, caseína, suero de leche, quesos, huevo, entre otros (Bhandari et al. 2020). La principal función de los péptidos bioactivos con capacidad antioxidante es inducir o participar en reacciones de transferencia de electrones (Huang et al. 2005), por lo que se considera que las cadenas de aminoácidos tienen la capacidad de transferir electrones a un pH fisiológico y pueden participar en actividades antioxidantes (Poljsak et al. 2013). Zhuang et al. (2012) describen los principales aminoácidos que contribuyen a la actividad antioxidantes siendo, entre los que se encuentran histidina, cisteína, prolina, metionina y aminoácidos aromáticos. los pesos moleculares de los péptidos con actividad antioxidante oscilan en el rango de 500 a 1500 Da (Li et al. 2008). Lorenzo et al. (2018) describen las metodologías con

mayor uso para identificar la capacidad antioxidante de algunos péptidos en alimentos, éstas son: Empleando los radicales libre ABTS (2,2'-azino-bis 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico ácido) y DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), FRAP (poder antioxidante reductor del hierro), actividad de eliminación de radicales hidroxilo y anión superóxido, ORAC (capacidad de absorción de radicales de oxígeno y MAC (actividad quelante de metales).

2.2. Marco de referencia

2.2.1. Región de estudio

El Istmo de Tehuantepec es una región ubicada en los estados de Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz, México, conectada vía terrestre con el Océano Atlántico (Golfo de México) y Océano Pacífico. Por su ubicación geográfica, esta región es considerada como un área biodiversa en el país, debido a que en ella confluyen las biotas de los Golfos de México y de Tehuantepec (Rodríguez, 2001). El Istmo de Tehuantepec, es considerado un espacio de importancia económica-estratégica en ámbitos nacionales e internacionales, debido a su privilegiada localización, relevancia biogeográfica, riqueza cultural y la gran cantidad de recursos naturales que alberga (Martínez et al. 2002). En el área perteneciente a Oaxaca, predomina un clima seco, la vegetación principalmente se da por llanuras de pastizales y selva seca; como principales actividades económicas se encuentran la pesca, agricultura de subsistencia, destacando productos como maíz, frijol, ajonjolí y mango, así como la ganadería principalmente de doble propósito (Fragoso, 2017). Los municipios de San Pedro Tapanatepec y Santo Domingo Zanatepec se encuentran ubicados en la zona oriente del Istmo de Tehuantepec.

En la región del Istmo de Tehuantepec, se practica la ganadería bajo un sistema de producción de doble propósito, éste es desarrollado principalmente bajo el sistema de pastoreo extensivo (Vilaboa y Díaz, 2009). El sistema de producción de doble propósito consiste en la producción de leche y carne a partir de ganado bovino (Orantes et al. 2010). Las principales razas adaptadas en las regiones

tropicales de México para la ganadería de doble propósito son diferentes cruizas de razas cebuínas (*Bos taurus indicus*, L.), con algunas razas europeas (*Bos taurus taurus*, L.), en algunas regiones con ganado local el cual se desconoce su genotipo, pero es denominado coloquialmente como “criollo” (Koppel, 2002). Este sistema de producción ganadero se ha considerado rentable (Pech et al. 2007), debido a que los productores obtienen ingresos de la venta carne o de becerro en pie, leche y derivados lácteos al mercado local y regional (Cortes et al. 2003).

San Pedro Tapanatepec está ubicado en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Sus coordenadas geográficas son: paralelos 16° 07' y 16° 30' de latitud norte; los meridianos 94° 06' y 94° 27' de longitud oeste. En esta población se manifiesta un clima cálido subhúmedo (Aw), el uso de suelo se da principalmente para la agricultura y ganadería (INEGI, 2009a). Este municipio alberga una población de 15,152 habitantes, los cuales subsisten de actividades económicas primarias, agricultura y ganadería (INAFED, 2015). La actividad ganadera se desempeña principalmente por ganado de doble propósito, los cuales son de razas y cruizas cebuínas, mientras que la principal actividad agrícola es la producción de mango, la cual tuvo en el 2018 un valor de la producción de alrededor de \$ 400 millones, los cuales equivalen al 61 % del valor total de la producción agrícola de este municipio (SIAP, 2018a). Por otra parte, el municipio de Santo Domingo Zanatepec se encuentra localizado en las latitudes geográficas: paralelos 16° 17' y 16° 36' de latitud norte; los meridianos 94° 07' y 94° 30' longitud oeste, con una altitud que se encuentra en un rango de 0 a 1700 m, el clima predominante es cálido subhúmedo (Aw), pero también se presenta el tipo de clima semicálido subhúmedo (A)C(w2); la vegetación predominante es selva: caducifolia y espinosa (INEGI, 2009b). De acuerdo con los datos de INAFED, (2015) en este municipio habitan 12,161 personas, las cuales tienen actividades económicas en el sector primario y se dedican principalmente a la ganadería y agricultura. El mango es el principal producto agrícola, en 2018 produjo una derrama económica de \$ 95 millones (SIAP, 2018b), mientras que la ganadería de doble propósito se encuentra conformada principalmente por

ganado bovino de cruza y razas cebuínas, teniendo un valor de la producción de \$ 9 millones (SIAP, 2018c).

2.2.2. Actividad ganadera en la región

En México las actividades agrícolas y pecuarias son de gran importancia debido a su participación en la economía del país, éstas generan empleos en zonas arraigadas y rurales, trayendo consigo beneficios económicos para numerosas familias (Chavarría et al. 2002). En México durante el año 2018 se produjeron 12,005.69 millones de litros de leche bovina, de los cuales 148 millones fueron producidos en el estado de Oaxaca. Jalisco es el principal productor con 2433 millones (SIACON, 2018). Para lograr esta producción fue necesaria la participación de los diferentes sistemas de producción lechera: Sistema intensivo, familiar y de doble propósito (Castro et al. 2001). En el estado de Oaxaca la actividad económica ganadera generó una derrama económica de \$ 7666 millones (SIACON, 2018). Por otra parte, la industria de los derivados lácteos al cierre de 2018 tuvo una producción de 1150 millones de toneladas, alcanzando un valor económico \$ 52,104 millones de pesos, siendo queso, crema y yogurt los derivados lácteos de mayor producción. Los principales quesos producidos en 2018 fueron: Fresco (18.9 %), Doble Crema (16.1 %) y Panela (11.7 %), por su parte los quesos artesanales mexicanos se encuentran englobados en la producción de otros tipos de queso y la producción fue de 93150 toneladas, lo que representa el 8.1 % del valor total de la producción de productos lácteos (EAIM, 2019).

2.3. Literatura citada

- Allen, M. W. & Ng, S. H. (1999), The direct and indirect influences of human values on product ownership. *Journal of Economic Psychology*, 20, (1), 5-39. doi.org/10.1016/S0167-4870(98)00041-5.
- Allen, M. W. (2000). The attribute-mediation and product meaning approaches to the influences of human values on consumer choices. *Advances in psychology research*, 1, 31-76.
- Allen, M. W. (2001). A practical method for uncovering the direct and indirect relationships between human values and consumer purchases. *Journal of Consumer Marketing*, 18 (2), 102-120. doi:10.1108/07363760110385983.
- Allen, M. W., Ng, S. H. & Wilson, M. (2002). A functional approach to instrumental and terminal values and the value-attitude-behaviour system of consumer choice. *European journal of Marketing*, 36, 111–135. doi.org/10.1108/03090560210412728.
- Allen, M. W., & Ng, S. H. (2003). Human values, utilitarian benefits and identification: The case of meat. *European Journal of Social Psychology*, 33 (1), 37-56. doi.org/10.1002/ejsp.128.
- Allen, M. W., Gupta, R., & Monnier, A. (2008). The interactive effect of cultural symbols and human values on taste evaluation. *Journal of Consumer Research*, 35 (2), 294-308.
- Allen, M. W. (2008). The direct and indirect influences of human values on consumer choices. (Doctoral thesis). Victoria University of Wellington. Wellington, NZ. Consultada en: <https://core.ac.uk/download/pdf/41335707.pdf>.
- Avermaete, T., Viaene, J., Morgan, E. J., Pitts, E., Crawford, N., & Mahon, D. (2004). Determinants of product and process innovation in small food manufacturing firms. *Trends in food science & technology*. 15 (10), 474-483. doi.org/10.1016/j.tifs.2004.04.005.
- Axelsson, L. T. (1993). Lactic acid bacteria: classification and physiology. In Salminen, S. & Wright, A. von. (Eds.), *Lactic Acid Bacteria*. (pp. 1-63). New York: Marcel Dekker.
- Bardi, A., & Schwartz, S. H. (2003). Bardi, A., & Schwartz, S. H. (2003). Values and behavior: Strength and structure of relations. *Personality and social psychology bulletin*, 29 (10), 1207-1220. doi.org/10.1177/0146167203254602.
- Bennani, S., Mchiouer, K., Rokni, Y., & Meziane, M. (2017). Characterization and identification of lactic acid bacteria isolated from Moroccan raw cow's milk. *Journal of Material and Environmental Sciences*, 8, 4934-4944.
- Beresford, T. & Williams, A. (2004). The microbiology of Cheese Ripening. In Fox, P. F., McSweeney, P. L., Cogan, T. M. & Guinee, T. P. (Eds.), *Cheese:*

Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 1: General Aspects. (pp. 287-318). Chicago: ELSEVIER.

- Bertozzi, L. (1998). Tipicidad alimentaria y dieta mediterránea. In Medina, A., Medina, F., & Colesanti G. (Eds.), *El color de la alimentación mediterránea. Elementos sensoriales y culturales de la nutrición.* (pp, 15–41). Barcelona: Icaria.
- Bhandari, D., Rafiq, S., Gat, Y., Gat, P., Waghmare, R. y Kumar, V. (2020). A review on bioactive peptides: physiological functions, bioavailability and safety. *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*, 26 (1), 139-150. doi.org/10.1007/s10989-019-09823-5.
- Bintsis, T. (2018). Lactic acid bacteria as starter cultures: an update in their metabolism and genetics. *AIMS microbiology*, 4(4), 665. doi.org/10.3934/microbiol.2018.4.665
- Boelsma, E. & Kloek, J. (2008). Lactotripeptides and antihypertensive effects: a critical review. *British Journal of Nutrition*, 101 (6), 776-786. doi.org/10.1017/S0007114508137722.
- Botonaki, A., & Mattas, K. (2010). Revealing the values behind convenience food consumption. *Appetite*, 55 (3), 629-638. doi.org/10.1051/rnd:2004053.
- Bouhallab, S., & Bouglé, D. (2004). Biopeptides of milk: caseinophosphopeptides and mineral bioavailability. *Reproduction Nutrition Development*, 44(5), 493-498. doi.org/10.1051/rnd:2004053.
- Bray, T. M. (2000). Dietary antioxidants and assessment of oxidative stress. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 16 (7-8), 578-581. doi.org/10.1016/S0899-9007(00)00365-8.
- Campos N. I., Hernández B, L., Flores C., A., Gómez A., E., & Barquera, S. (2019). Prevalencia, diagnóstico y control de hipertensión arterial en adultos mexicanos en condición de vulnerabilidad. Resultados de la Ensanut 100 k. *Salud pública de México*, 61 (6, nov-dic), 888-897.
- Castro, C., Sánchez, R., Iruegas, L., y Saucedo, G. (2001). Tendencias y Oportunidades de desarrollo de la red de leche en México. *FIRA. Boletín Informativo*, 33 (317), 1-137.
- Cervantes, E. F. (2008). *Los quesos mexicanos genuinos: patrimonio cultural que debe rescatarse.* (No. 04; SF274. M4, Q8.). Universidad Autónoma Chapingo. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Cesín, V. A., Fernández, M. A., Ramírez, V. B., Herrera, H. J.G., y Martínez, C. D. (2007). Ganadería lechera familiar y producción de queso. Estudio en tres comunidades del municipio de Tetlatlahuca en el estado de Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 45 (1), 61-76.
- Chavarría, H., Rojas P., Sepúlveda S. (2002). Competitividad: Cadenas agroalimentarias y territorios rurales. In Chavarría, H., Rojas P., Sepúlveda

- S. (Eds.), *Elementos conceptuales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*. (pp. 29-30). San José Costa Rica: IICA.
- Chen, J., Wang, Y., Ye, R., Wu, Y. y Xia, W. (2013). Comparison of analytical methods to assay inhibitors of angiotensin I-converting enzyme. *Food Chemistry*. 141 (4), 3329-3334. doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.048.
- Cortés H, Aguilar C, Vera R. (2003). Sistemas bovinos doble propósito en el trópico bajo de Colombia, modelo de simulación. *Archivos de Zootecnia*, 52 (197): 25-34
- Dittmar, H. (1992). *The Social Psychology of Material Possessions: To Have Is to Be*, New York: St. Martin's.
- EAIM-INEGI. (2019). Encuesta Mensual Manufacturera. Consultado en: <https://www.inegi.org.mx/programas/eaim/2013/default.html#Microdatos>.
- Elias, R. J., Kellerby, S. S., & Decker, E. A. (2008). Antioxidant Activity of Proteins and Peptides. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48 (5), 430-441. doi.org/10.1080/10408390701425615.
- Erdmann, K., Cheung, B. W. & Schröder, H. (2008). The possible roles of food-derived bioactive peptides in reducing the risk of cardiovascular disease. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 19 (10), 643-654. doi.org/10.1016/j.jnutbio.2007.11.010.
- Fischer, R., Griffin, F., England, S., & Gran, S. M. (1961). Taste Thresholds and Food Dislikes, *Nature*, 191, 1328. doi.org/10.1038/1911328a0.
- Feather, N. T. (1971). Organization and discrepancy in cognitive structures. *Psychological Review*, 78 (5), 355-379. doi.org/10.1037/h0031358.
- Fox, P.F., McSweeney, P.L., Cogan T. M. & Guinee T.P. (2004). Queso: Química, Física y Microbiología, *Volumen 1: Aspectos generales*. Chicago: Elsevier.
- Fox, P.F., & McSweeney P.L.H. (2008). Dairy Chemistry and Biochemistry. (2da Ed.), Cork, Irlanda: Thompson Science.
- Fox, P. F., McSweeney, P. L., Cogan, T. M. & Guinee, T. P. (2017). Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, (4a Ed). Boston: Springer. doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00017-X.
- Fragoso, J. T. (2017). El corredor del Istmo de Tehuantepec: de los proyectos fallidos a las nuevas posibilidades para su desarrollo. *Espacios Públicos*, 20 (48), 127-149.
- Frog, J. (2006) *Balade au pays des fromages. Les traditions fromagères. France. Francia, Éditions Quae*.
- Girgih, A. T., He, R., Malomo, S., Offengenden, M., Wu J., Aluko, R. E. (2014) Structural and functional characterization of hemp seed (*Cannabis sativa* L.) protein-derived antioxidant and antihypertensive peptides. *Journal Functional Foods*, 6: 384–394. doi.org/10.1016/j.jff.2013.11.005.

- Gilani, G. S., Xiao, C. & Lee, N. (2008). Need for accurate and standardized determination of amino acids and bioactive peptides for evaluating protein quality and potential health effects of foods and dietary supplements. *Journal AOAC International*, 91(4), 894-900.
- Gobbetti, M., Minervini, F., & Rizzello, C. G. (2007). Bioactive peptides in dairy products. In: Hui, Y. H. (Ed.), *Handbook of Food Products Manufacturing: Health, Meat, Milk, Poultry, Seafood, and Vegetables*. (pp. 489–517). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Grad, H.; Ros, M.; Alvaro, J. L., y Torregrosa, J. R. (1993). Influencias de factores universales, culturales y ocupacionales en el sistema personal de valores en España, *Interacción Social*, 3, 181-199
- Granato, D., Nunes, D. S., & Barba, F. J. (2017). An integrated strategy between food chemistry, biology, nutrition, pharmacology, and statistics in the development of functional foods: A proposal. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 13-22. doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.010.
- Gueguen, M. & Lenoir, J. (1975). Aptitude de l'espece *Geotrichum candidum* a la production d'enzymes proteolytiques. *Le Lait*, 55, 145-62. doi.org/10.1051/lait:1975543-5449.
- Guerrero, L.; Colomer, Y.; Guàrdia, M. D.; Xicola, J., & Clotet, R. (2000). Consumer attitude towards store brands. *Food Quality and Preference*, 11, 387-395. doi.org/10.1016/S0950-3293(00)00012-4.
- Gutman, J. (1982). A means-end chain model based on consumer categorization processes. *Journal of Marketing*. 46, 60-72. doi.org/10.1177/002224298204600207.
- Hartmann R. & Meisel H. (2007). Food - derived peptides with biological activity: from research to food applications. *Current Opinion in Biotechnology*, 18 (2), 163–169. doi.org/10.1016/j.copbio.2007.01.013.
- Hayley, A., Zinkiewicz, L., & Hardiman, K. (2015). Values, attitudes, and frequency of meat consumption. Predicting meat-reduced diet in Australians. *Appetite*, 84, 98-106. doi.org/10.1016/j.appet.2014.10.002.
- Henry, W. A. (1976). Cultural values do correlate with consumer behavior. *Journal of Marketing Research*, 8, 121-127. doi.org/10.1177/002224377601300201.
- Herek, G. M. (1986). The instrumentality of attitudes: toward a neo-functional theory. *Journal of Social Issues*, 42 (2), 99-114. doi.org/10.1111/j.1540-4560.1986.tb00227.x.
- Hitlin, S. & Piliavin, J. A. (2004). Values: Reviving a Dormant Concept. *Annual Review of Sociology*, 30, 359-393. doi.org/10.1146/annurev.soc.30.012703.110640.
- Hirschman, E. C. (1980). Attributes of Attributes and Layers of Meaning. *Advances in Consumer research*, 7, 7-12.

- Holbrook, M. B., & Moore, W. L. (1981). Cue configuralidad in esthetic responses. In Hirschman, E.C. & Holbrook, M. B. (Eds.), *Symbolic consumer behavior*, (pp. 16-25). New York: Association for Consumer Research.
- Huang D., Ou B. & Prior R.L. (2005). The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays *Journal Agricultural Food and Chemistry*. 53 (6): 1841–1856. doi.org/10.1021/jf030723c.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2009a). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. *Oaxaca, San Pedro Tapanatepec, 20327*. Consultado en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20327.pdf.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2009b). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. *Oaxaca, Santo Domingo Zanatepec, Oaxaca, 20525*. Consultado en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20525.pdf.
- Jauhiainen, T. & Korpela, R. (2007). Milk peptides and blood pressure. *The Journal of Nutrition*, 137, 825–829. doi.org/10.1093/jn/137.3.825S.
- Jordana J. (2000). Traditional foods: challenges facing the European food industry. *Food Research International*. 33: 147–152. doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00028-4.
- Katz, D. (1960). El enfoque funcional para el estudio de las actitudes. *Opinión pública trimestral*, 24 (2), 163-204.
- Keaveney, S. M. & Hunt, K. A. (1992). Conceptualization and Operationalization of Retail Store Image: A Case of Rival Middle-Level Theories. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 20, 165-175. doi.org/10.1177/0092070392202007.
- Kahala M., Pahkala E. & Pihlanto L. A. (1993). Peptides in fermented Finnish products. *Agricultural and Food Science*, 2(5), 379-85. doi.org/10.23986/afsci.72663.
- Khalid, K. (2011). An overview of lactic acid bacteria. *International Journal of Biosciences (IJB)*, 1 (3), 1–13.
- Korhonen H. (2002). Technology options for new nutritional concepts. *International Journal of Dairy Technology*, 55 (2), 79-88. doi.org/10.1046/j.1471-0307.2002.00050.x.
- Korhonen H. & Pihlanto A. (2006). Bioactive peptides: production and functionality. *International Dairy Journal*, 16 (9), 945-960. doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.10.012.
- Korhonen, H. & Pihlanto, A. (2007a). Technological Options for the Production of Health-Promoting Proteins and Peptides Derived from Milk and Colostrum.

Current Pharmaceutical Design, 13 (8). 829–843.
doi.org/10.2174/138161207780363112.

- Korhonen, H. & Pihlanto, A. (2007b). Bioactive peptides from food proteins. In: Hui, Y. H. (Ed.), *Handbook of Food Products Manufacturing: Health, Meat, Milk, Poultry, Seafood, and Vegetables*. (pp. 5–38). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Koppel, R. E. T., Ortiz, O. G. A., Ávila, D.A., Lagunes, L. J., Castañeda, M. O. G., López, G. I., y Aguilar, B. U., (2002). *Manejo de ganado bovino de doble propósito en el trópico*. (2ª ed). México: INIFAP-CIRGOC.
- Li, X., Han, L. & Chen, L. (2008). *In vitro* antioxidant activity of protein hydrolysates prepared from corn gluten meal. *Journal of the Science Food and Agriculture* 88 (9): 1660–1666. doi.org/10.1002/jsfa.3264.
- Lindberg, E., Garling, T. & Montgomery, H. (1989). Belief-value structures as determinants of consumer behavior: A study of housing preferences and choices. *Journal of Consumer Policy*, 19, 119-137. doi.org/10.1007/BF00412067.
- Lorenzo, J. M., Muneke, P. E., Gómez, B., Barba, F. J., Mora, L., Pérez-Santaescolástica, C., & Toldrá, F. (2018). Bioactive peptides as natural antioxidants in food products—A review. *Trends in Food Science & Technology*, 79, 136-147. doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.003.
- Lucarini, M. (2017). Bioactive Peptides in Milk: From Encrypted Sequences to Nutraceutical. *Beverages*, 3 (4), 1–10. doi.org/10.3390/beverages3030041.
- Luomala, H. T. (2007). Exploring the role of food origin as a source of meanings for consumers and as a determinant of consumers actual food choices. *Journal of Business Research*, 60 (2), 122-129. doi.org/10.1016/j.jbusres.2006.10.010.
- Manikkam, V., Vasiljevic, T., Donkor, O. N., & Mathai, M. L. (2016). A review of potential marine-derived hypotensive and Anti-obesity Peptides. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 56 (1), 92-112. doi.org/10.1080/10408398.2012.753866.
- Martínez, L., N., Sánchez, S. M. T., & Casado, y I. J. M. (2002). Istmo de Tehuantepec: un espacio geoestratégico bajo la influencia de intereses nacionales y extranjeros. Éxitos y fracasos en la aplicación de políticas de desarrollo industrial (1820-2002). *Investigaciones geográficas*, 49, 118-135.
- McCracken, G. D. (1986). Culture and Consumption: A Theoretical Account of the Structure and Movement of the Cultural Meaning of Consumer Goods. *Journal of Consumer Research*, 13, 71-84. doi.org/10.1086/209048.
- McKay, L. L., Walter, L. A., Sandine, W. E. & Elliker, P. R. (1969). Involvement of phosphoenolpyruvate in lactose utilisation by group N streptococci. *Journal of Bacteriology*. 99, 603-10.

- McCarty, J. A. & Shrum, L. J. (1993). The Role of Personal Values and Demographics in Predicting Television Viewing Behavior: Implications for Theory and Application. *Journal of Advertising*, 22 (4). doi.org/10.1080/00913367.1993.10673420.
- Meisel, H. (2005). Biochemical properties of peptides encrypted in bovine milk proteins. *Current Medicinal Chemistry*, 12, 1905-1919. doi.org/10.2174/0929867054546618.
- Monroy, D. M. C., Castro, B.T., Fernández P.F.J., y Mayorga, L. (2009). Revisión bibliográfica: Bacteriocinas producidas por bacterias probióticas. *ContactoS*, 73, pp. 63-72.
- Mulero, C. J., Zafrilla, R. P., Martínez, C. A., Leal, H. M., Martínez, A. & Abellán, A. J. (2011). Péptidos bioactivos. *Clínica e investigación en arteriosclerosis*, 23 (5), 219-227. doi.org/10.1016/j.arteri.2011.04.004.
- Mundi, S., & Aluko, R. E. (2014). Inhibitory properties of kidney bean protein hydrolysate and its membrane fractions against renin, angiotensin converting enzyme, and free radicals. *Austin Journal Nutrition and Food Science*, 2, 1–11.
- Ong, L. & Shah, N.P. (2008). Release and identification of angiotensin converting enzyme- nhibitory peptides as influenced by ripening temperatures and probiotic adjuncts in Cheddar cheeses. *LWT - Food Science Technology*. 41, 1555-1566. doi.org/10.1016/j.lwt.2007.11.026.
- Orantes, Z. M. A., Vilaboa, A. J., Ortega, J. E., y Córdova, A. V. (2010). Comportamiento de los comercializadores de ganado bovino en la región centro del estado de Chiapas. *Revista Quehacer Científico* 1(9): 51-56.
- Organización Mundial de la Salud, OMS (1990) Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Organización Mundial de la Salud. Serie de Informes Técnicos. 797, 123.
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (2020). Hipertensión: Datos y Cifras. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>. Consultado: 04, marzo, 2020.
- Ortiz, A. (1971). *Aspectos de la economía del Istmo de Tehuantepec, México*, México: UNAM.
- Pandey, M., Kapila, R. & Kapila, S. (2018). Osteoanabolic activity of whey-derived anti-oxidative (MHIRL and YVEEL) and angiotensin-converting enzyme inhibitory (YLLF, ALPMHIR, IPA and WLAHK) bioactive peptides. *Peptides*, 99, 1-7. doi.org/10.1016/j.peptides.2017.11.004.
- Parra Huertas, R. (2010). Review. bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos. *Bioteología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial: BSAA*, 8 (1), 93–105.

- Pimenta, M. L. y Piato, É. L. (2016). Cognitive relationships between automobile attributes and personal values. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 28 (5), 841-861. doi.org/10.1108/APJML-09-2015-0147.
- Pech, M. V. C., Carvajal, H. M., Montes, P. R. (2007). Impacto económico de la mastitis subclínica en hatos bovinos de doble propósito de la zona centro del estado de Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 7: 127-131.
- Prentice, D. A., (1987). Psychological correspondence of possessions, attitudes, and values. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53 (6), 993-1003. doi.org/10.1037/0022-3514.53.6.993.
- Poljsak, B. & Milisav, I. (2013). Aging, oxidative stress and antioxidants. In: Morales-González J. A. (Ed). *Oxidative stress and chronic degenerative diseases-a role for antioxidants*, (pp 331-353). London: TechOpen.
- Ray, R. C., & Didier, M. (2014). Lactic Acid Fermentation of Vegetables, Fruits, Yogurt and Other Fermented Milks. In. Ray, R. C., & Didier, M. (Eds.), *Microorganisms and fermentation of traditional foods*. (pp. 108-187). New York: CRC Press.
- Rho, S.J., Lee, J.S., Chung, Y., Kim, Y.W., & Lee H.G. (2009). Purification and identification of an angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptide from fermented soybean extract. *Process Biochemistry*, 44 (4), 490–493. doi.org/10.1016/j.procbio.2008.12.017.
- Richins, M. L. (1994). Special Possessions and the Expression of Material Values. *Journal of Consumer Research*, 21, 19–26. doi.org/10.1086/209415.
- Rohan, M. J. (2000). A rose by any name? The values construct. *Personality and Social Psychology Review*, 4, 255-277. dx.doi.org/10.1207/S15327957PSPR0403_4.
- Rokeach, M. (1973). *The nature of human values*. New York: Free Press.
- Ros, M., & Schwartz, S. H. (1995). Jerarquía de valores en países de la Europa Occidental: Una comparación transcultural. *Reis: Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 69, 69-88. doi.org/10.2307/40183777.
- SADER/SIAP. (2018a) Producción anual: Cierre de la producción agrícola por municipio: San Pedro Tapanatepec, Oaxaca. Anuario Agrícola, 2018.
- SADER/SIAP. (2018b) Producción anual: Cierre de la producción agrícola por municipio: Santo Domingo Zanatepec, Oaxaca. Anuario Agrícola, 2018.
- SADER/SIAP. (2018c) Producción anual: Cierre de la producción ganadera por municipio: Santo Domingo Zanatepec, Oaxaca. Anuario Agrícola, 2018.
- Salehi-Abargouei, A., Maghsoudi, Z., Shirani, F., & Azadbakht, L. (2013). Effects of Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH)-style diet on fatal or nonfatal cardiovascular diseases—incidence: a systematic review and meta-analysis on observational prospective studies. *Nutrition*, 29 (4), 611-618. doi.org/10.1016/j.nut.2012.12.018

- Salminen, J., Kakouri, A., Rogga, K. J., Savvaidis, I. N., & Kontominas, M. G. (2003). Nisin treatments to control *Listeria monocytogenes* post-processing contamination on Anthotyros, a traditional Greek whey cheese, stored at 4°C in vacuum packages. *Food Microbiology*, 20: 661-669. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(03\)00018-2](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(03)00018-2).
- Santiago, L. L., Aguilar, T. J. E., Hernández, M. A., Vallejo, C. B., Liceaga, A. M., & González, C. A. F. (2018). Invited review: Bioactive compounds produced during cheese ripening and health effects associated with aged cheese consumption. *Journal of Dairy Science*, 101 (5), 3742–3757. doi.org/10.3168/jds.2017-13465.
- Sarmadi, B. H. & Ismail, A. (2010). Antioxidative peptides from food proteins: A review. *Peptides*, 31 (10), 1949-1956. doi.org/10.1016/j.peptides.2010.06.020.
- Sánchez, A., & Vázquez, A. (2017). Bioactive peptides: A review. *Food Quality and Safety*, 1, 29–46. doi.org/10.1093/fqsafe/fyx006.
- Scott, J. E. & Lamont, L. M. (1973). Relating consumer values to consumer behavior: a model. In: Green, T. W., (Ed.), *Increasing marketing productivity and conceptual and methodological foundations of marketing*. Chicago: American Marketing Association, pp. 283-288.
- SEGOB, INAFED, Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (2015a). Sistema Nacional de Información Municipal: San Pedro Tapanatepec, Oaxaca.
- SEGOB, INAFED, Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (2015b). Sistema Nacional de Información Municipal: San Pedro Tapanatepec, Oaxaca.
- Sistema de Información Agroalimentaria de consulta (SIACON). (2018). Consultado en la versión electrónica. México. Consultado en línea en: <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>.
- Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structure of values: Theory and empirical tests in 20 countries. In Zanna, M. (Ed.), *Advances in experimental social psychology*. (pp. 1–65). New York: Academic Press.
- Schwartz, S. H. (1997). Values and culture. In Munro, D., Carr, S., & Schumaker, J. (Eds.), *Motivation and culture* (pp. 69-84). New York: Routledge.
- Schwartz, S. H. (2012). An Overview of the Schwartz Theory of Basic Values. *Online Readings in Psychology and Culture*, 2 (1), 2307-0919. doi.org/10.9707/2307-0919.1116.
- Schwartz, S. H., Cieciuch, J., Vecchione, M., Davidov, E., Fischer, R., Beierlein, C., Ramos, A., Verkasalo, M., Lönnqvist, J.-E., Demirutku, K., Dirilen-Gumus, O., & Konty, M. (2012). Personality Processes and Individual Differences-Refining the Theory of Basic Individual. *Journal of Personality and Social Psychology*, 103 (4), 663-688. doi.org/10.1037/a0029393.

- Siamansouri, M., Mozaffari, S., & Alikhani, F. (2013). Bacteriocins and lactic acid bacteria. *Journal of Biology and today's world*, 2, 227-234.
- Sprong, R. C., Schonewille, A. J., & Van der Meer, R. (2010). Dietary cheese whey protein protects rats against mild dextran sulfate sodium-induced colitis: Role of mucin and microbiota. *Journal of Dairy Science*, 93 (4), 1364-1371. doi.org/10.3168/jds.2009-2397.
- Stadtman, E. R. (2006). Protein oxidation and aging. *Journal Free Radical Research*, 40 (12), 1250-1258, doi.org/10.1080/10715760600918142.
- Sultan, S., Huma, N., Butt, M. S., Aleem, M., & Abbas, M. (2016). Therapeutic potential of dairy bioactive peptides: A contemporary perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58 (1), 105–115, doi.org/10.1080/10408398.2015.1136590.
- Tamime, A. Y. & Marshall, V. M. E. (1997). Microbiology and technology of fermented milks. In Law. B. A. (Ed.), *Microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk*, (pp. 57-152)., Boston: Springer.
- Torres, C. V. & Allen, M. W. (2009). Human values and consumer choice in Australia and Brazil. *Psicologia: Teoría e Pesquisa*, 25 (4), 489-497. doi.org/10.1590/S0102-37722009000400004.
- Tregear, A. (2003). Market orientation and the craftsperson. *European Journal of Marketing*, 37 (11-12), 1621-1635. doi.org/10.1108/03090560310495384.
- Trichopoulou, A., Soukara, S., & Vasilopoulou, E., (2007). Traditional foods: a science and society perspective. *Trends in Food Science and Technology*, 18 (8), 420–427. doi.org/10.1016/j.tifs.2007.03.007.
- Trichopoulou, A., Vasilopoulou, E., Georga, K., Soukara, S., & Dilis, V. (2006). Traditional foods: Why and how to sustain them. *Trends in Food Science & Technology*, 17 (9), 498-504. doi.org/10.1016/j.tifs.2006.03.005.
- Unión Europea, (2006). Council regulation (EC) no 509/2006 of 20 March 2006 on agricultural products and foodstuffs as traditional specialties guaranteed. *Official Journal of the European Union*, 93 (1), 1–11.
- Vermeirssen, V., Camp, J. & Verstraete, W. (2004). Bioavailability of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides. *British Journal of Nutrition*, 92 (3), 357-366. doi.org/10.1079/BJN20041189.
- Villegas de Gante, A. & Cervantes, E. F. (2011). La genuinidad y tipicidad en la revalorización de los quesos artesanales mexicanos. *Estudios sociales*, 19 (38), 145-164.
- Villegas de Gante, A. (2012). Los quesos mexicanos genuinos (Necesidad de su rescate y revalorización). In Cervantes, E. F. y Villegas de Gante, A. (Eds.), *La leche y los quesos artesanales en México*. (pp. 123-142) México: Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- Villegas de Gante, A., Cervantes E. F., Cesín V. A., Espinoza, O. A., Hernández M. A., Santos M. A., y Martínez C. A. R. (2014). Atlas de los Quesos

Mexicanos Genuinos, Ed. Biblioteca Básica de Agricultura, Texcoco, Estado de México.

- Vioque J. R., Sánchez V. A., Clemente A., Pedroche J., Yust M. M. & Millán F. (2001). Production and uses of protein concentrates and isolates. *International Journal of Fats and Oils*, 25 (5). 361-365. doi.org/10.3989/gya.2001.v52.i2.384.
- Vilaboa A. J. y Díaz R. P. (2009) Caracterización socioeconómica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical*, 27 (4): 427-436.
- Williams, R. J., Jr. (1970). American society: a sociological interpretation, (3^a ed.), New York: Knopf.
- Winter, M. (2003). Embeddedness, the New Food Economy and Defensive Localism *Journal of Rural Studies*, 19, p. 23-32. doi.org/10.1016/S0743-0167(02)00053-0.
- Zhuang, H, Tang, N, & Yuan, Y. (2013). Purification and identification of antioxidant peptides from corn gluten meal. *Journal of Functional Foods*, 5 (4), 1810-1821, doi.org/10.1016/j.jff.2013.08.013.

3. ESTRUCTURA DE LOS VALORES HUMANOS, RUTAS DE INFLUENCIA Y SIGNIFICADOS EN CONSUMIDORES DE QUESO SECO[‡]

RESUMEN

Los seres humanos demuestran conductas psico-cognitivas que influyen en la elección de productos, éstas se demuestran mediante los valores humanos de cada individuo, los cuales son guías rectoras en el comportamiento de las personas y depende su cultura. Los valores humanos pueden influir de manera directa e indirecta en la elección de un producto y a partir de éstos, los consumidores brindan significados psicológicos a los productos. En la presente investigación se tuvieron como objetivos identificar la estructura de los valores motivacionales y la influencia de los valores humanos en el QSE, así como, determinar los significados psicológicos, simbólico y utilitario, y su comunalidad en una muestra (n=202) de consumidores nativos de QSE, originarios del estado de Oaxaca, mayores de 40 años, empleando la máxima varianza (confiabilidad de 95 % y margen de error de 7 %). Los valores motivacionales más importantes fueron aquellos relacionados con la tradición, seguridad y universalismo, perteneciendo al orden superior de conservación y autotrascendencia. La ruta de influencia de los valores humanos fue de tipo indirecta, en la que influyen directamente los atributos tangibles. Por otra parte, los significados psicológicos dados al QSE presentaron comunalidades iguales en los aspectos simbólico y utilitario, por lo que a los consumidores les importa que el QSE sea útil y satisfaga sus necesidades, sin dejar atrás la parte intangible dada principalmente por atributos de hedonismo.

Palabras clave: valores motivacionales, valores humanos y significados psicológicos.

[‡] Thesis: Universidad Autónoma Chapingo.
Author: Ing. Valeria Martínez Aquino
Advisor: Arturo Hernández Montes, Ph.D.

STRUCTURE, INFLUENCES HUMAN VALUES AND MEANINGS IN CONSUMERS OF DRY WAXED CHEESE[§]

ABSTRACT

Human beings demonstrate psycho-cognitive behaviors that influence the choice of products. These behaviors are demonstrated by the human values of everyone, which are guiding principles in people's behavior and depend on their culture. Human values can directly and indirectly influence the choice of a product and from these, consumers provide psychological meanings to products. In the present investigation we had as objectives to identify the structure of the motivational values and the influence of the human values in the DWC (Dry Waxed Cheese), as well as, to determine the psychological, symbolic and utilitarian meanings, and their communality in a sample (n=202) of native consumers of DWC, original of the state of Oaxaca, older than 40 years, using the maximum variance (reliability of 95% and margin of error of 7%). The most important motivational values were those related to tradition, security, and universalism, belonging to the higher order of conservation and self-transcendence. The route of influence of human values was of an indirect type, directly influenced by tangible attributes. On the other hand, the psychological meanings given to the DWC presented equal communalities in the symbolic and utilitarian aspects, so it is important for consumers that the DWC is useful and satisfies their needs, without leaving behind the intangible part given mainly by attributes of hedonism.

Key words: motivational values, human values, and psychological meanings.

[§] Thesis: Universidad Autónoma Chapingo.
Author: Ing. Valeria Martínez Aquino
Advisor: Arturo Hernández Montes, Ph.D.

3.1. Introducción

Los valores humanos son un concepto importante en el estudio de las ciencias sociales, ya que éstos han sido importantes para explicar diversos fenómenos sociales de la humanidad a través del tiempo (Hitlin et al. 2004; Rohan, 2000). Los valores humanos representan ideas abstractas, social y culturalmente compartidas (Williams, 1970), son metas motivacionales, que funcionan como principio guía en la vida de los individuos (Rokeach, 1973), y son identificados como una serie de metas trans-situacionales, que tienen una jerarquía e importancia de acuerdo con la concepción de cada individuo y sirven como principios rectores en la vida de una persona o grupo (Schwartz, 1992). Schwartz (1992), identificó la importancia de los valores humanos en la toma de decisiones y la influencia de éstos en el comportamiento y actitudes de los seres humanos. Schwartz (1992), generó de una teoría con la finalidad de agrupar a los valores básicos o universales de acuerdo con sus compatibilidades y conflictos. Estos diez valores motivacionales se representan un esquema circular y se distribuyen en cuatro dimensiones, también denominadas valores de orden superior, los cuales son: apertura al cambio, conservación, autopromoción y autotrascendencia (Schwartz, 2012; Hayley et al. 2015). Por su parte Allen (2002) clasificó a los valores humanos en dos grupos: i) Valores terminales, son aquellos que hacen referencia a creencias a cerca de estados deseados; y ii) Valores instrumentales, son aquellos que son referentes a las creencias y son expresados en algunas formas de actuar.

Keaveney & Hunt (1992), Holbrook & Moore (1981); y McCracken (1986) indicaron que los atributos intangibles se encuentran englobados dentro del universo de los atributos tangibles, sin embargo, los atributos intangibles se presentan en mayor proporción que los atributos tangibles; la distinción entre atributos tangibles e intangibles es consecuencia de la influencia de los valores humanos, ya que son éstos los que influyen en la preferencia de un producto a través de los atributos tangibles e intangibles. Allen (2000) indicó que los valores humanos siempre median a través de los atributos tangibles, y como los atributos

intangibles se encuentran englobados entre ellos los valores humanos también influyen directamente en los atributos intangibles. La importancia del estudio de los valores humanos como mediadores en la elección de compra de un producto es desarrollar un modelo conceptual que permita relacionar las elecciones de compra del consumidor con los valores humanos que los respaldan.

En la investigación de la psicología del consumidor se busca interpretar las elecciones del consumidor mediante la información de los productos y así identificar las actitudes e intenciones de compra de cada individuo con la finalidad de predecir la elección y el comportamiento de compra (Torres & Allen, 2009), debido a que el proceso de elección de un producto se relaciona con diferentes factores, entre los que se incluyen los atributos tangibles e intangibles (Sonoda et al. 2018). Allen, (2000); Allen et al. (2002), sugirieron que los valores humanos tienen una influencia directa en la elección de compra del consumidor, cuando los individuos evalúan el producto mediante un juicio afectivo brindan al producto un significado simbólico; mientras que, cuando los consumidores juzgan las características utilitarias del producto, dan al producto un significado utilitario y los valores básicos tienen una influencia indirecta en la elección del producto, utilizando a los atributos tangibles como mediadores (Torres & Allen, 2009). Los significados psicológicos son resultados de la interpretación de estímulos externos, por lo que se conciben como la percepción subjetiva de una persona o la reacción afectiva a un objeto (Alfinito & Torres, 2012).

Esta investigación tuvo como objetivos: 1) Explorar la estructura de los valores motivacionales que presentan consumidores los consumidores de QSE, con base en la estructura de los valores motivacionales de Schwartz (1992); 2) Identificar aquellos valores humanos relacionados principalmente con la tradición y conservación en una muestra de consumidores oaxaqueños de QSE; 3) Evaluar las rutas de influencia de los valores humanos en el QSE utilizando como mediadores a los atributos tangibles; y finalmente, 4) Identificar el tipo de significado psicológico y su comunalidad que una muestra de consumidores nativos expresa sobre el queso.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Consumidores

Se seleccionó una muestra aleatoria (n=202) de consumidores nativos de queso Seco Encerado, mayores de 40 años y de ambos sexos (50 % mujeres y 50 % hombres), los cuales fueron reclutados de acuerdo con la frecuencia de consumo de queso, así como su interés y disponibilidad a participar. La encuesta se aplicó de manera digital, utilizando como herramienta una tableta y el software donde se realizó la encuesta fue Microsoft® Access 365 (Microsoft Corporation®, EUA), se empleó la máxima varianza, con una confiabilidad del 95 % y un margen de error del 7 % (Martínez & Martínez, 2008). El muestreo fue, no estadístico y la encuesta se realizó en las comunidades de San Pedro Tapanatepec y Santo Domingo Zanatepec, Oaxaca.

3.2.2. Encuesta

La encuesta aplicada a los consumidores de QSE, se conformó por cuatro secciones. La primera sección tuvo como objetivo identificar los valores arraigados en las personas participantes, por lo que se presentó individual e independientemente a los consumidores una lista de 40 valores propuestos por Schwartz (1994), a cada participante se le solicitó que calificaran la importancia de cada valor humano de acuerdo con sus principios personales, tomando como referencia que un valor humano es “un principio rector en su vida”, así mismo, se contó con una lista de definiciones de cada valor humano como material de apoyo a los encuestados. La escala empleada fue de Likert de nueve puntos, donde: -1 “opuesto a mis valores” y 7 “suprema importancia” (Hayley, Zinkiewicz & Hardiman, 2015). Posteriormente, se aplicó la segunda sección, la cual consistió en la identificación de la importancia de los atributos tangibles: se presentó una lista de 11 atributos tangibles: Dureza, salado, luminosidad, olor a maduración (ácido propiónico), granulosidad en boca, porosidad, desmoronabilidad, acidez, sabor residual a sal y sabor residual astringente, a partir de esos atributo, los consumidores que evaluarán la importancia que tiene cada uno en su decisión

de compra, en este apartado se utilizó una escala de Likert de 10 puntos (1 “no es importante” y 10 “es muy importante”). En el tercer apartado de la encuesta se identificó la frecuencia de consumo, para la cual, los consumidores respondieran cuantas veces habían consumido cualquier tipo de queso, incluyendo el QSE, en los últimos tres días. Finalmente, la cuarta sección se realizó para identificar los significados psicológicos, por lo que se les mostró a los consumidores una imagen de queso Seco Encerado y se les solicitó que escribieran las tres primeras ideas o conceptos que se les ocurrieran al ver una imagen del QSE, estas fueron relacionadas con el estímulo que pudo provocar este producto (Elliott, 1994).

3.2.3. Análisis estadístico

Estructura de los valores humanos en consumidores

Se obtuvieron los promedios de los valores humanos correspondientes a cada uno de los valores motivacionales y se aplicaron pruebas de t para muestras independientes con la intención de determinar si existían diferencias significativas dentro de las medias en función del sexo para cada valor motivacional. Los valores motivacionales fueron sometidos, a una matriz de disimilaridad con la finalidad de generar las distancias euclidianas en una matriz de proximidad, para después llevar a cabo un análisis de escalamiento multidimensional (MDS) mediante un modelo métrico de intervalo. El criterio para seleccionar el número de dimensiones fue un estrés de Kruskal (1) < 0.2 , que indica que los datos tuvieron un buen ajuste (Rodríguez, Gutiérrez & Fernández, 2004). El análisis se realizó empleando el programa XLSTAT versión 2014.5.03 (Addinsoft®, EUA).

Identificación de las rutas de influencia de los valores humanos en la preferencia del QSE

Se realizó un análisis factorial (AF) de los atributos tangibles y de los valores humanos, independientemente, empleando el método de componentes principales. Con los factores obtenidos (valores propios ≥ 1.0) se realizaron tres regresiones múltiples por el método paso por paso con un $\alpha=0.1$, tanto para incluir o eliminar la variable independiente. En la primera regresión, denominada bloque

1 (B1), las variables independientes fueron los factores de los atributos tangibles; y la variable dependiente fue la frecuencia de consumo de QSE. En la segunda regresión, bloque 2 (B2), se tomaron como variables independientes los factores residuales de los atributos tangibles (valor propio < 1.0), más los factores de los valores humanos; y la variable dependiente, la frecuencia de consumo de QSE. En la tercera regresión múltiple, bloque 3 (B3), los factores de los valores humanos fueron las variables independientes; y la frecuencia de consumo de queso fue la variable dependiente. La ruta de influencia directa de los valores humanos sobre la preferencia del consumo de QSE se obtuvo substrayendo el coeficiente de correlación de B1 del coeficiente de correlación de B2 (cambio en R); los coeficientes fueron transformados a valores z' (transformación de Fisher) y se les aplicó una prueba de z para comparar dos coeficientes de correlación (Fisher, 1990). La diferencia del coeficiente de correlación del B3 menos el cambio en R, proporcionó la influencia indirecta de los valores humanos en la preferencia del consumo de QSE. El análisis se realizó empleando el programa XLSTAT versión 2014.5.03. (Addinsoft®, EUA).

Identificación de los significados del QSE

Un grupo de cinco personas capacitadas y con experiencia, clasificaron las palabras expresadas por los consumidores y elaboraron diagramas de afinidad con los vocablos que fueron enunciadas al menos dos veces por los encuestados y se formaron grupos de palabras afines, a los cuales se les asignó un nombre categórico. Se obtuvo la frecuencia relativa de las palabras incluidas en cada categoría, a las cuales se les aplicó una prueba de K -proporciones empleando la χ^2 como estadístico de prueba y para comparar las proporciones de las categorías se empleó el procedimiento de Marascuilo; finalmente, las proporciones fueron graficadas empleando la metodología de la rueda sensorial, la cual se llamó la rueda de los significados. El análisis se realizó empleando el programa XLSTAT versión 2014.5.03. (Addinsoft®, EUA).

3.3. Resultados

3.3.1. Estructura de los valores humanos en consumidores

La estructura de los valores motivacionales de Schwartz (1992), se encuentra conformada por diez valores motivaciones diferentes, las cuales se ubican en un círculo y están relacionados entre sí, de acuerdo con las compatibilidades y conflictos que presentan. En el

Cuadro 2 se muestran los valores motivacionales identificados en una muestra de consumidores oaxaqueños de QSE, se observa diferencia estadísticamente significativa en la importancia que ambos sexos le brindan a los valores motivacionales. El valor estimulación fue más importante para los hombres; mientras que para las mujeres son: tradición, seguridad, universalismo, benevolencia, hedonismo, conformidad y autodirección; en el caso de los valores: poder y logro, no se presentó diferencia significativa ambos entre sexos. Los valores de mayor importancia para ambos sexos son: seguridad, tradición y universalismo.

Tradición es un valor que refleja intereses de tipo colectivo, mientras que seguridad y universalismo, expresan intereses de tipo individual y colectivo, éstos son denominados valores mixtos (Schwartz, 1992); con base en lo anterior, se deduce que para los consumidores el bienestar social es tan importante como el individual. Coelho et al. (2006) indicaron que las personas que tienen arraigado el universalismo entre sus valores humanos presentan una actitud a favor del bienestar de los individuos y la naturaleza, por lo tanto, asumen compromisos sociales a favor del medio ambiente; estos consumidores poseen preferencias por productos amigables con el medio ambiente (Krystallis et al. 2008). En el caso de los hombres que presentaron el valor estimulación, Moriano et al. (2001) reportaron que aquellas personas que tienen arraigadas este valor humano presentan un espíritu emprendedor, el cual es completamente contrario con las mujeres que presentan como valor más importante la tradición.

Cuadro 2. Comparación de medias por sexo para valores motivacionales.

Valores Motivacionales	Sexo	
	Femenino	Masculino
Tradición	6.63 ± 0.62 a ^z	6.40 ± 0.70 b
Seguridad	6.37 ± 0.53 a	6.13 ± 0.64 b
Universalismo	6.35 ± 0.54 a	5.98 ± 0.53 b
Benevolencia	6.31 ± 0.51 a	5.95 ± 0.45 b
Hedonismo	6.32 ± 0.51 a	5.98 ± 0.59 b
Conformidad	6.29 ± 0.60 a	6.00 ± 0.58 b
Autodirección	6.24 ± 0.60 a	6.00 ± 0.57 b
Poder	6.04 ± 0.68 a	6.09 ± 0.78 a
Estimulación	5.95 ± 0.80 b	6.61 ± 0.53 a
Logro	5.73 ± 0.55 a	5.76 ± 0.63 a

^z Medias con letras diferentes entre las filas son diferentes ($p \leq 0.05$).
Fuente: Elaboración propia.

Se han realizado diversas investigaciones con la finalidad de identificar la estructura de los valores humanos en quesos genuinos mexicanos: Queso Chapingo, Queso Crema de Chiapas, Quesillo de Oaxaca, entre otros (Hernández, 2018; Hernández et al. 2019; Hernández, 2020; Illescas et al. 2019; Jauregui y Pablo 2017; & Peralta, 2017). En el Queso Crema de Chiapas, Illescas et al. (2019) reportaron que los consumidores identificaron como valores humanos importantes a la seguridad y la benevolencia, sin embargo, no se encontró diferencia estadística entre ambos sexos; mientras que, en el Quesillo de Reyes Etlá, Oaxaca, se reportaron como valores importantes para los consumidores la conformidad y la tradición, sin identificar diferencia estadística entre sexos (Jauregui y Pablo, 2017); por otra parte, Aparicio (2017), reportó los valores que caracterizan a los consumidores de Queso de Poro, los hombres expresaron valores relacionados con la benevolencia, mientras que, para las mujeres el valor más importante fue la seguridad.

En la Figura 5 se observa el análisis de escalamiento multidimensional (MDS) de los valores motivacionales identificados en la muestra de consumidores de QSE. En la misma figura, se visualiza el Stress de Kruskal (SK), el cual es un indicador de bondad y ajuste, éste se reduce inversamente proporcional en función del incremento de la varianza de los datos, de acuerdo con el modelo (Tous et al. 1991), es decir, cuanto más cercano a cero sea el valor de SK, se produce un mejor ajuste de los datos al modelo estadístico (Young & Lewychyj, 1979). En este caso se observa un Stress de Kruskal = 0.112 y se tiene una explicación de 40.13 % de los datos usando los dos primeros factores y con dos dimensiones (Figura 5). En la dimensión uno positivo se tiene al valor estimulación; por su parte la dimensión uno negativo presentó el valor logro; en la dimensión dos positivo se localizan los valores poder y tradición; mientras que en la dimensión dos negativo se encuentran los valores: seguridad, hedonismo, benevolencia, universalismo, conformidad y autodirección.

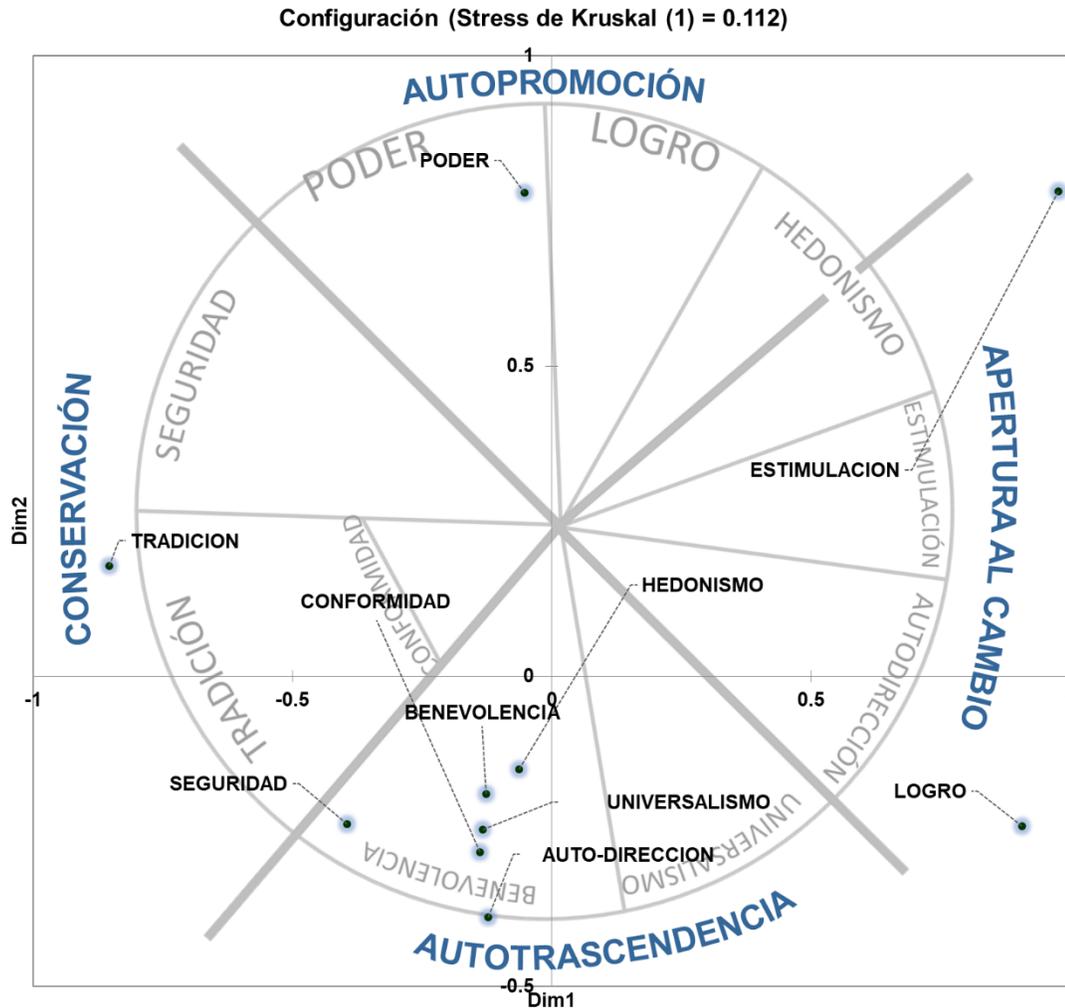


Figura 5. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) de valores motivacionales identificados en consumidores de QSE, contrastado con la estructura teórica del modelo de valores motivacionales de Schwartz (1994).

Fuente: Estructura valores motivacionales (Schwartz, 1992); Elaboración propia a partir de MDS.

Schwartz (1992) identificó en su teoría que el valor logro debe ubicarse en el orden superior de autopromoción, junto a poder, debido a que son valores de importancia individual, sin embargo, en la Figura 5, se observa situado al valor logro, en el orden de autotranscendencia, esto se originó debido a que los consumidores identificaron a logro como un valor correspondiente a una categoría de orden colectivo. Torres & Schwarz (2008) definieron que los valores pueden ubicarse en diferentes dimensiones, ya que éstos varían de acuerdo con

la percepción de las diferentes culturas. Por otra parte, Schwartz (2012) define que logro puede tener importancia como un valor social, debido a que éste motiva a los individuos para perseguir intereses y tareas grupales, así como, lograr la autosuperación y contribuir al bienestar de una sociedad. En el caso de estimulación se encontró ubicada en la dimensión apertura al cambio y coincidió con el modelo teórico de Schwartz, (1992). El valor tradición mostró un comportamiento similar al encontrarse opuesto a apertura al cambio, la tradición es un valor perteneciente al orden de conservación, por lo que las personas que tienen arraigado este valor se caracterizan por presentar un compromiso con las creencias y los símbolos abstractos (Schwartz, 2012), estos individuos se sienten fuertemente relacionados e identificados con las representaciones intangibles de su cultura, lo cual contribuye al desarrollo y funcionamiento articulado de la sociedad (Torres & Schwartz, 2008). Los valores: hedonismo, benevolencia, universalismo, conformidad y autodirección, se agruparon en el área correspondiente al valor de orden superior, autotrascendencia. Schwartz (2012), describió la relación de valores que da origen a la autotrascendencia (benevolencia y universalismo), esta relación se deriva a partir de una serie de conexiones sociales, positivas y cooperativas, que se fortalecen constantemente por los individuos. Hernández et al. (2019) hacen énfasis al estudio de la estructura de los valores humanos y su identificación en diferentes quesos, debido a que a partir de la caracterización intangible que le proporcionan los consumidores a un producto, se abre un panorama de competitividad, el cual reforzado con diferentes innovaciones técnicas y tecnológicas, como diseños de empaques, marcas, colores y diferentes símbolos, que magnifiquen las relaciones del consumidor con los valores encontrados en los diferentes quesos, se genera una oportunidad de consumo de los quesos genuinos mexicanos y la revalorización de estos, impulsadas por tendencias actuales que incitan a la población a consumir productos locales y tradicionales.

3.3.2. Rutas de influencia de los valores humanos

A partir del análisis factorial de los valores humanos generados en consumidores de Queso Seco Encerado, se obtuvieron 10 factores importantes (valor propio ≥ 1), los cuales explicaron el 69 % de la variabilidad de los datos, en el Cuadro 3 se muestra la carga de los valores humanos importantes en las dos primeras dimensiones, éstas explicaron 40.13 % de la variabilidad. En el caso del factor uno (F1) los valores humanos que aportan mayor importancia al modelo son: Un mundo de paz, auto determinación, armonía interior, igualdad y auto controlado; mientras que para el factor dos (F2) son: Reconocimiento social, un sentido de logro, una vida excitante, útil y valiente.

Cuadro 3. Carga de los valores humanos en las dos primeras dimensiones del análisis factorial (los valores en negrita corresponden a los valores más importantes en cada factor).

Valores humanos	F1	F2
Alegre	0.6842	0.0831
Ambicioso	-0.4753	-0.3950
Amistad verdadera	0.6838	0.0600
Amor maduro	0.7257	0.2675
Armonía interior	0.7785	0.2129
Auto controlado	0.7651	0.1634
Auto determinación	0.7838	0.1242
Auto respeto	0.7365	0.2283
Capaz	0.3423	-0.1845
Cariñoso	0.6711	0.1631
Educado	0.7196	0.2296
Equidad	0.7331	0.1863
Felicidad	0.6982	0.0514
Honesto	0.4431	-0.0130
Igualdad	0.7603	0.1183
Imaginativo	0.4437	-0.2442
Independiente	0.3460	0.1527

Indulgencia	0.5502	-0.1171
Intelectual	0.6105	-0.1779
Justicia social	0.6984	-0.0969
Libertad	0.4992	0.2063
Limpio	0.6282	0.1744
Lógico	0.5496	-0.2227
Mente amplia	0.5709	-0.2472
Obediente	0.5562	-0.1972
Placentero	0.3918	-0.3332
Poder social	0.1751	-0.4462
Reconocimiento social	0.2509	-0.5140
Respeto por la tradición	0.5849	-0.1501
Responsable	0.5370	-0.2470
Sabiduría	0.2507	-0.1441
Salvación	0.5375	-0.2744
Seguridad familiar	0.5409	-0.1936
Seguridad Nacional	0.6505	-0.1604
Un mundo de paz	0.7835	-0.0520
Un sentido de logro	0.2793	-0.4981
Una vida confortable	0.5919	-0.1984
Una vida excitante	-0.3086	-0.6096
Útil	0.1312	-0.5890
Valiente	-0.1996	-0.4502

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los atributos tangibles (AT) con tres factores se describe el 60.47 % de la del total de la variación de los datos en el modelo de análisis estadístico. En el Cuadro 4 se muestran los dos principales factores correspondientes al análisis factorial, el factor uno (F1), describe 38.53 % de la variabilidad de los datos y está representado principalmente por los atributos tangibles: granulosidad en boca, acidez y salado; mientras que el factor dos (F2), describe

11.68 % de la variabilidad de los datos y se encuentra descrito por los AT: luminosidad y dureza.

Cuadro 4. Carga de los atributos tangibles en las dos primeras dimensiones del análisis factorial (los valores en negrita corresponden a los AT más importantes en cada factor).

Atributos tangibles	F1	F2
Dureza	-0.2987	0.6851
Luminosidad	-0.0156	0.6155
Desmoronabilidad	0.0578	0.5519
Porosidad	0.5602	0.0679
olor a maduración (ácido propiónico)	0.6657	0.0279
Sabor astringente	0.7148	0.3383
Sabor residual a sal	0.7205	-0.0328
Sensación de grasa en boca	0.7485	-0.0469
Salado	0.7548	-0.0545
Acidez	0.7747	-0.0659
Granulosidad en boca	0.7931	0.0440

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza de las regresiones múltiples se muestra en el Cuadro 5, en el caso de bloque uno se incluyen los atributos tangibles, con un factor, donde se encuentran los AT: granulosidad, acidez y salado. La ruta directa o cambio en R fue obtenida a partir de la diferencia matemática de los coeficientes de correlación del bloque uno y dos; el valor del cambio en R fue 0.008, por lo que no fue significativa ($p > 0.05$) obteniendo así una ruta de influencia indirecta, así mismo en la prueba de Fisher, el cambio de los coeficientes de correlación fue $p = 0.55$, lo cual indicó que la diferencia entre los coeficientes de correlación fue igual a cero. Por lo tanto, la influencia no fue significativa y directa, el QSE no es preferido por sus atributos intangibles, sino por los atributos tangibles.

En investigaciones recientes, Illescas et al. (2019); y, Hernández (2019), en los quesos: Bola de Ocosingo y Chapingo, identificaron cambios en R de 0.050 y

0.008 respectivamente, éstos resultados son similares al obtenido en el QSE, por lo que los quesos tienen una ruta de influencia expresada a través de los atributos tangibles o ruta de influencia indirecta; por el contrario Illescas et al. (2019) reportaron las rutas de influencia de los valores humanos en Queso Crema, para este caso se encontró un cambio en R significativo, por lo que los consumidores expresaron sus preferencias a través de los valores humanos o ruta de influencia directa.

Cuadro 5. Resultados de la regresión múltiple, de los dos bloques de la importancia de los atributos tangibles y los valores humanos en la preferencia del QSE.

Bloque 1 ^z			Bloque 2 ^y			Cambio en R
Importancia de atributos tangibles			Residuales de tangibles y valores humanos			
Factores introducidos ^x	Coficiente (β)	R múltiples	Factores introducidos	Coficiente (β)	R múltiples	
AT1 (Granulosidad, acidez, salado)	0.497	0.497	VH1	-0.175	0.504	0.008
		F = 65.52	VH2	-0.211	F=8.23	z = -0.146
		g. l. = 1,200	VH3	-0.185	g. l. = 8,193	p = 0.55
		p < 0.0001	VH4	0.304	p < 0.0001	
			VH5	-0.150		
			VH8	0.112		
			VH10	0.138		
			RAT11	0.146		

^z Importancia de atributos tangibles sobre la preferencia del producto.

^y Valores humanos más los residuales de los factores tangibles del producto.

^x Solo se introdujeron factores significativos a un nivel < 0.1

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza del modelo de regresión utilizando los diez factores de los valores humanos como variables independientes evaluados contra los datos de aceptabilidad Cuadro 6, fue estadísticamente significativo ($p < 0.05$). En el modelo se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.484 e incluyó siete factores: FVH1 (autodeterminación y un mundo de paz), FVH2 (útil), FVH3 (placentero), FVH4 (sabiduría), FVH5 (capaz), FVH8 (libertad) y FVH8 (indulgencia), todos estos valores humanos se encuentran ubicados dentro de los valores motivacionales de auto dirección, benevolencia, universalismo, hedonismo y logro.

Cuadro 6. Resultados de la regresión de únicamente los valores humanos en la preferencia del queso Seco Encerado.

Valores humanos			Ruta indirecta
Factores introducidos ^z	Coeficiente (β)	R múltiples	
FVH1	-0.172	0.484	0.476
FVH2	-0.196	F = 8.48	
FVH3	-0.199	g.l. = 7,194	
FVH4	0.282	$p < 0.0001$	
FVH5	-0.140		
FVH8	0.110		
FVH10	0.118		

^z Solo se introdujeron factores significativos a un nivel < 0.1

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Significados en consumidores istmeños de QSE

El Cuadro 7 muestra las diferentes palabras, ideas o estímulos descritos por los consumidores de QSE; los descriptores se agruparon en 17 categorías semánticas de acuerdo a su afinidad, estas categorías se agruparon en significados simbólicos y utilitarios, entre los que destacan: hedonismo (sabroso, rico y delicioso), platillos y maridaje (comida, totopo y frijoles), atributos de apariencia (blanco) e identidad (rancho y pueblo).

Cuadro 7. Categorías y ejemplos de estímulos usados por los consumidores en la exploración del significado simbólico del QSE.

Categoría	Concepto asociado
Identidad	Pueblo, Tapanatepec, Zanatepec, Niltepec, rancho, identidad, región y Oaxaca.
Tradición	Tradición, herencia, cultura, artesanal, tradiciones y costumbres.
Añoranza	
Familiar	Familia, hogar, mamá, vacaciones y recuerdos
Tipicidad	Ideal, autentico, irresistible, original, único y especial.
Proceso	Complicado, encerado, sal de mar y madurado.
Producto Lácteo	Queso, queso seco, mantequilla y requesón.
Nutrición	Limpio, nutritivo y saludable.
Hedonismo	Irresistible, sabroso, rico, delicioso, agradable y buen sabor.
Emociones	Alegría, cálido, acogedor, amor, confortable y felicidad.
Platillos y Maridaje	Comida, botana, mole, totopos, frijoles, garnachas y café.
Olor y Aroma	Aroma, fuerte, olor a patas y oloroso.
Apetencia	Antojoso, Apetitoso, consumo y hambre.
Atributos de Apariencia	Cuadrado, grande, blanco, amarillo y cuarterón.
Atributos de Textura	Seco, duro, rígido, sólido y cremoso.
Atributos de Sabor	Acidito, amargo y salado.
Otros	Esencia, útil, y vida.

Fuente: Elaboración propia con datos recolectado en campo.

El análisis de comparaciones de k proporciones de la frecuencia relativa de palabras de cada categoría mostró diferencia significativa ($p \leq 0.0001$), lo que permitió diferenciar cinco grupos (Cuadro 8), la categoría más importante para la muestra total en el significado simbólico fue hedonismo (16 %) y en el significado utilitario fue platillos y maridaje (19.83 %); en el caso de los hombres las categorías más importantes fueron hedonismo (17.63 %) e identidad (11.33) ambos con significado simbólico; mientras que para las mujeres fueron hedonismo (14.33 %), así como, platillos y maridaje (19.83 %).

Cuadro 8. Comparaciones de los porcentajes de categorías de significados por sexo.

Significado	Categoría	Masculino* (%)	Femenino** (%)	Total (%)
Simbólico	Apetencia	0.67 a ^z	2.00 ab	1.33 a
	Emociones	2.67 abc	3.33 abc	3 ab
	Añoranza familiar	5.33 abcd	3.00 ab	4.16 abc
	Tradición	2.33 abc	6.33 abc	4.33 abc
	Tipicidad	4.67 abcd	6.33 abc	5.0 abc
	Proceso	8.00 abcd	6.67 abc	7.3 bcd
	Identidad	11.33 cde	7.67 abc	9.5 bcd
	Hedonismo	17.63de	14.33 bd	16 de
Utilitario	Nutrición	1.67 abc	1.00 a	1.33 a
	Olor y aroma	1.67 abc	1.33 a	1.5 a
	Atributos de sabor	3.67 abc	3.33 abc	3.5 ab
	Producto lácteo	4.33 abcd	2.67 ab	3.5 ab
	Atributos de textura	5.00 abcd	11.67 bc	8.3 bcd
	Atributos de apariencia	10.67 bcd	11.00 bc	10.83 cd
	Platillos y maridaje	20.33 e	19.33 d	19.83 e

* $\chi^2 = 258.48$; g. l. = 15; $p < 0.0001$.

** $\chi^2 = 225.22$; g. l. = 15; $p < 0.0001$.

^z Porcentajes con la misma letra dentro de columnas, son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6 se muestran los significados psicológicos concedidos por parte de los consumidores al Queso Seco Encerado, no se encontró diferencia estadística ($p < 0.05$) entre los significados psicológico y utilitario. La categoría de mayor importancia en el significado utilitario fue platillos y maridaje (19.83 %), en esta categoría los consumidores incluyeron conceptos relacionados con alimentos típicos de la región. Este es un caso diferente a lo reportado por Hernández et al. (2019) donde se estudiaron significados otorgados por consumidores nativos a los quesos: Crema y Bola de Ocosingo, Chiapas, ambos quesos mostraron diferencia estadística ($p < 0.05$) entre los significados simbólico y utilitario, siendo el significado simbólico el de mayor importancia, ya que presentó mayor comunalidad, para ambos casos.

En el significado simbólico, hedonismo (16 %) fue la categoría que presentó mayor porcentaje de comunalidad, seguido por identidad (9.5 %). En investigaciones anteriores, la categoría identidad presentó mayor comunalidad y fue la más importante en los casos del Queso de Poro de Tabasco con 28.7 % de comunalidad (Peralta, 2017) y Quesillo de Reyes Etna, Oaxaca, con una comunalidad de 27.8 % (Jauregui & Pablo, 20017); por otra parte, Hernández et al. (2019), reportaron una comunalidad para la categoría identidad de 14.18 % en el caso del Queso Crema, y, 7.27 % para el Queso Bola de Ocosingo.

Loumala (2007) describió el proceso cognitivo por medio del cual los consumidores, generan diferentes significados psicológicos a partir de un estímulo, éstos son relacionados a los productos de acuerdo con el criterio y la percepción de los consumidores. Almeida et al. (2006) describieron el significado de identidad y la relación que los consumidores le dan con diferentes procesos de producción y la cultura. El proceso de asociación depende de diferentes factores socioculturales (valores, normas, medios de comunicación, grupos de referencia) y factores de consumo (edad, género, personalidad, estado de ánimo), además se sugiere que entre más laborioso sea el proceso, serán menos los significados simbólicos, entre ellos identidad (Loumala 2007).



Figura 6. Comparación de los porcentajes de las comunalidades de los significados y sus categorías, conferidos al Queso Seco Encerado.

Porcentajes con la misma letra (x), son iguales estadísticamente para las comunalidades de los significados psicológicos funcionales (X^2 , $p \leq 0.05$).

Porcentajes con la misma letra (a, b, c, d, e), son iguales estadísticamente para las comunalidades de las categorías pertenecientes a los significados simbólicos y utilitarios (X^2 , $p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Conclusiones

Se determinó la estructura de los valores motivacionales en los consumidores de Queso Seco Encerado, identificando como valores importantes a: la tradición,

seguridad y el universalismo, a partir de estos resultados, se infiere que la muestra de consumidores da importancia a sus tradiciones, y muestran una tendencia positiva en la aceptación y consumo de alimentos tradicionales, los cuales tengan la capacidad de proveer seguridad y bienestar común, a la sociedad. Por otra parte, se identificaron las rutas de influencia de los valores humanos en los consumidores de Queso Seco Encerado, utilizando atributos tangibles como mediadores, la ruta de influencia presentada en este queso, fue de tipo indirecta; la cual indica que los consumidores priorizan a los atributos tangibles sobre los atributos intangibles en la elección de compra del producto. Los principales atributos tangibles identificados fueron granulosis en boca, salado y acidez.

Se identificaron los significados y su comunalidad, que representa el QSE en los consumidores; no se presentó diferencia estadística entre los significados simbólico y utilitario. La categoría de mayor comunalidad para el significado simbólico fue hedonismo, identidad se encontró en segundo lugar, mientras que para el significado utilitario la categoría más importante fue platillos y maridaje.

3.5. Literatura citada

- Alfinito, S. & Torres, C. V. (2012). Modelo de influência cultural no consumo: uma proposta baseada em axiomas sociais. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*, 13 (5), 15-38, doi.org/10.1590/S1678-69712012000500002.
- Allen, M.W. (2000). The attribute-mediation and product meaning approaches to the influences of human values on consumer choices. *Advances in psychology research*, 1, 31-76.
- Allen, M. W., Ng, S. H. & Wilson, M. (2002). A functional approach to instrumental and terminal values and the value-attitude-behaviour system of consumer choice. *European Journal of Marketing*, 36, 111–135. doi.org/10.1108/03090560210412728.
- Almeida, S. L., Paiva, J. F. G., Costa, C. & Guerra, J. R. F. (2016). Geographical Indication Re-signifying Artisanal Production of Curd Cheese in Northeastern Brazil. *Journal of Contemporary Administration*, 20 (6), 15-732. doi.org/10.1590/1982-7849rac2016150315.
- Coelho, J. A. P. de M., Gouveia, V. V., & Milfont, T. L. (2006). Valores humanos como explicadores de atitudes ambientais e intenção de comportamento pró-ambiental. *Psicologia em Estudo*, 11 (1), 199-207. doi.org/10.1590/S1413-73722006000100023.
- Elliott, R. (1994). Exploring the symbolic meaning of brands. *British Journal of Management*, 5, 13-19. doi.org/10.1111/j.1467-8551.1994.tb00126.x.
- Fisher, R. A. (1990). *Statistical methods, experimental design, and scientific inference*. Oxford: Oxford University Press.
- Hayley, A., Zinkiewicz, L., & Hardiman, K. (2015). Values, attitudes, and frequency of meat consumption. Predicting meat-reduced diet in Australians. *Appetite*, 84, 98-106. 10.1016/j.appet.2014.10.002.
- Hitlin, S. & Piliavin, J. A. (2004). Values: Reviving a Cormant Concept. *Annual Review of Sociology*, 30, 359-393. doi.org/annurev.soc.30.012703.110640.
- Holbrook, M. B., & Moore, W.L. (1981). Cue configurality in esthetic responses. In: Hirschman, E.C. & Holbrook, M.B. (Eds.), *Symbolic consumer behavior*, (pp. 16-25). New York: Association for Consumer Research.
- Hernández, M. A. (2018). Propuesta para identificar simbolismo y valores en consumidores de quesos tradicionales mexicanos: caso Queso Chapingo. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*. 15, (3), 399-412.
- Hernández, M. A., Illescas, M. C., y Espejel, G. A. (2019). Estructura de los valores humanos entre los consumidores y sus significados para quesos tradicionales chiapanecos. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 29 (54). doi.org/10.24836/es.v29i54.793.

- Hernández, M. A. (2020). Influencia de valores humanos en la aceptación del queso Chapingo y sus significados intangibles de compra. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 16 (4), 497-511. doi.org/10.22231/asyd.v16i4.1283.
- Illescas, M. C., Hernández, M. A., Estrada E. E., Murguía C. R., Espejel G. A., y Santos-M. A. (2019). Influencia de los valores humanos en el consumo de quesos tradicionales chiapanecos: una comparación de las rutas directa e indirecta. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10 (4), 966-985. doi.org/10.22319/rmcp.v10i4.479.
- Jauregui, G., C. Z. & Pablo, C., M. (2017). *Valores, simbolismo y emociones en consumidores de quesillo de Reyes, Etna, Oaxaca*. (Tesis de Licenciatura), Universidad Autónoma Chapingo, Consultada en: Biblioteca de las Ingenierías, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. de México.
- Keaveney, S. M. & Hunt, K. A. (1992). Conceptualization and Operationalization of Retail Store Image: A Case of Rival Middle-Level Theories. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 20, 165-175. doi.org/10.1177/0092070392202007.
- Krystallis, A., Vassallo, M., Chryssohoidis, G. & Perrea, T. (2008). Societal and individualistic drivers as predictors of organic purchasing revealed through a portrait value questionnaire (PVQ)-based inventory. *Journal of Consumer Behaviour*, 7, 164-187. doi.org/10.1002/cb.244.
- Luomala, H. T. (2007). Exploring the role of food origin as a source of meanings for consumers and as a determinant of consumers' actual food choices. *Journal of Business Research*, 60 (2), 122-129. doi.org/10.1016/j.jbusres.2006.10.010.
- Martínez, G. J. & Martínez, C. L. (2008). Determinación de la máxima varianza para el cálculo del factor de imprecisión sobre la escala de medida, y extensión a diferentes tipos de muestreo. *Psicothema*, 20 (2), 311-316.
- McCracken, G. D. (1986). Culture and consumption: A theoretical account of the structure and movement of the cultural meaning of consumer goods. *Journal of Consumer Research*, 13, 71-84. doi.org/10.1086/209048.
- Moriano, J. A., Trejo, E., & Palací, F. J. (2001). El perfil psicosocial del emprendedor: un estudio desde la perspectiva de los valores. *Revista de psicología Social*, 16 (2), 229-242.
- Peralta, A., C. (2017). *Simbolismo del queso Poro de Tabasco y caracterización sociodemográfica de consumidores*. (Tesis de Licenciatura), Universidad Autónoma Chapingo. Consultado en: Biblioteca de las Ingenierías, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. de México.
- Rodríguez, S. C., Gutiérrez, P. J., & Fernández, C. A. (2004). Posibilidades de escalamiento multidimensional en la modernización de desajustes asociados a la reforma de planes de estudio universitarios. *Revista de investigación educativa*. 22 (2): 377-391.
- Rohan, M. J. (2000). A rose by any name? The values construct. *Personality and Social Psychology Review*, 4, 255-277. doi.org/10.1207/S15327957PSPR0403_4.

- Rokeach, M. (1973). *The nature of human values*. New York: Free Press.
- Torres, C. V. & Allen, M. W. (2009). Human values and consumer choice in Australia and Brazil. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 25 (4), 489-497. doi.org/10.1590/S0102-37722009000400004.
- Sonoda, Y., Oishi, K., Chomei, Y. & Hirooka, H. (2018). How do human values influence the beef preferences of consumer segments regarding animal welfare and environmentally friendly production? *Meat Science*, 146, 75-86. doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.030.
- Schwartz, S. H. (1994). Are there universal aspects in the structure and contents of human values?. *Journal of Social Issues*, 50 (4), 19-46. doi.org/10.1111/j.1540-4560.1994.tb01196.x.
- Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structure of values: Theory and empirical tests in 20 countries. In Zanna, M. (Ed.), *Advances in experimental social psychology*. (pp. 1–65). New York: Academic Press.
- Schwartz, S. H. (2012). An Overview of the Schwartz Theory of Basic Values. *Online Readings in Psychology and Culture*, 2 (1), 2307-0919. doi.org/10.9707/2307-0919.1116.
- Tous R., Pierra, J.M., Pierra, F., & Pere J. (1991). Aplicaciones de las EMD al análisis del diferencial semántico. *Psicothema*, 3 (2), 453-466.
- Young, F. W. & Lewychyj, R. (1979). *ALSCAL User's guide*. (3ª ed.) Chapel Hill: Data Analysis and Theory Associates,
- Williams, R. J., Jr. (1970). *American society: a sociological interpretation*, (3ª ed.), New York: Knopf.

4. CAMBIOS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA MADURACIÓN DEL QUESO SECO ENCERADO**

RESUMEN

Los quesos madurados sufren cambios importantes durante el proceso de maduración, éstos son producidos por acción del metabolismo de la microbiota: BAL, hongos y levaduras. El QSE es un queso madurado durante un periodo de 30 días antes de ser comercializado. El objetivo de este capítulo fue evaluar los cambios fisicoquímicos y microbiológicos producidos en el QSE, durante un periodo de maduración de 7 a 30 días. Los cambios fisicoquímicos fueron evaluados mediante los análisis: Químico proximal (proteína^{BS}, grasa, humedad, sólidos totales, minerales y sal), pH y actividad acuosa (Aw); por otra parte, se evaluaron los cambios microbiológicos de BAL, hongos y levaduras, con la siembra en placas de cultivo especializado PetrifilmTM. Los resultados obtenidos indicaron que las variables evaluadas son dependientes del tiempo de maduración: en el análisis proximal se observaron cambios importantes, principalmente en las variables proteína^{BS}, humedad y grasa, mientras que el pH disminuyó a los 30 días de maduración, este aumento de acidez es atribuido a la producción de diferentes ácidos orgánicos, por otra parte, la disminución de Aw se debió principalmente a la sinéresis y la concentración de proteína. En el análisis microbiológico de BAL, se observó un decremento de su población en función del tiempo de maduración, así mismo se identificaron BAL de los grupos homoláctico y heteroláctico en muestras de la quesería B, mientras que los hongos y levaduras solo se presentaron en los quesos producidos en la quesería C, en ambos tiempos de maduración. La presencia de microorganismos fermentativos es importante ya que éstos llevan a cabo procesos bioquímicos que favorecen a cambios sensoriales y texturales, así como la producción de diferentes compuestos bioactivos, entre los que destacan los péptidos.

Palabras clave: Quesos madurados, cambios fisicoquímicos, cambios microbiológicos y BAL.

** Tesis de Maestría en Ciencias, Maestría en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Ing. Valeria Martínez Aquino

Director de Tesis: Ph.D. Arturo Hernández Montes

PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHANGES IN THE RIPENING OF DRY WAXED CHEESE^{††}

ABSTRACT

Ripened cheeses undergo important changes during the ripening process, these are produced by the metabolism of the microbiota: BAL, fungi, and yeasts. QSE is a cheese that is matured for a period of 30 days before being marketed. The objective of this chapter was to evaluate the physicochemical and microbiological changes produced in the QSE, during a maturation period of 7 to 30 days. The physicochemical changes were evaluated through the analyzes: Proximal chemical (^{BS} protein, fat, humidity, total solids, minerals and salt), pH and water activity (Aw); On the other hand, the microbiological changes of LAB, fungi and yeasts were evaluated, with the seeding in specialized PetrifilmTM culture plates. The results obtained indicated that the variables evaluated are dependent on the maturation time: in the proximal analysis, important changes were observed, mainly in the variables protein ^{BS}, moisture and fat, while the pH decreased at 30 days of maturation, this increase in acidity is attributed to the production of different organic acids, on the other hand, the decrease in Aw was mainly due to syneresis and protein concentration. In the microbiological analysis of BAL, a decrease in its population was observed as a function of maturation time, likewise BAL of the homolactic and heterolactic groups were identified in samples from cheese factory B, while fungi and yeasts only appeared in the cheeses produced in cheese factory C, at both maturation times. The presence of fermentative microorganisms is important since they carry out biochemical processes that favor sensory and textural changes, as well as the production of different bioactive compounds, among which peptides stand out.

Key words: Ripened cheeses, physicochemical changes, microbiological changes, and BAL.

^{††} Thesis: Universidad Autónoma Chapingo.
Author: Ing. Valeria Martínez Aquino
Advisor: Arturo Hernández Montes, Ph.D.

4.1. Introducción

Los alimentos tradicionales son productos importantes en cualquier cultura, se denominan patrimonio gastronómico y contribuyen la sostenibilidad de las regiones donde son producidos (Avermaete et al. 2004). Estos productos pertenecen a un territorio definido, promoviendo su desarrollo y crecimiento económico (Bertozzi, 1998). Este tipo de productos están vinculados a un conjunto de tradiciones, las cuales asegurarán la continuidad de dichos alimentos a través del tiempo (Jordana, 2000). Un segmento muy importante en los alimentos tradicionales son los quesos genuinos, éstos son definidos a partir de una serie de atributos relacionados con la tecnología, forma, tamaño, proceso y todos ellos con un fuerte vínculo al origen, el cual permanece a través del tiempo (Frog, 2006). Cervantes et al. (2008) caracterizaron a los quesos tradicionales mexicanos, como productos que cuentan con una raíz histórica e incorporan un alto grado de tradición en torno a su producción y consumo. En México se conocen alrededor de 40 tipos de queso (Villegas y Cervantes, 2011; Villegas et al. 2014), sin embargo, con el paso del tiempo se han identificado otros quesos de los cuales se desconocía su historia y proceso, tal es el caso del queso Seco Encerado (QSE), él cual es elaborado en los municipios de Tapanatepec y Zanatepec en el estado de Oaxaca, a partir de leche cruda de vaca y materias primas originarias de la región; un proceso muy importante durante la elaboración del QSE es la maduración. Durante esta etapa, se lleva a cabo la proteólisis, como uno de los procesos bioquímicos más importantes y complejos en la elaboración de este tipo de quesos, produciéndose péptidos y aminoácidos libres, que participan en la formación de compuestos orgánicos volátiles, aminas, cetonas, fenoles, alcoholes, aldehídos, lactonas, compuestos azufrados, entre otros, que contribuyen al sabor y textura de los quesos (Fox y McSweeney, 1996; Califano et al. 2000). La proteólisis también favorece cambios en variables bromatológicas y fisicoquímicas (McSweeney y Fox, 2004). Durante la proteólisis se hidrolizan las proteínas lácteas por acción del cuajo y las proteínas microbianas producidas por las bacterias ácido lácticas (McGoldrick y Fox, 1999). Éstas últimas forman parte de la microbiota del queso, al igual que diferentes

tipos de levaduras y mohos (Beresford et al. 2004; Alessandria et al. 2016), y tienen como función principal hidrolizar la lactosa durante la fermentación, producir ácido láctico y otros ácidos orgánicos (Settanni y Moschetti, 2010). El objetivo de este capítulo fue evaluar los cambios fisicoquímicos y microbiológicos que se producen en el QSE, elaborado a partir de leche cruda de vaca durante dos diferentes tiempos controlados de maduración (7 y 30 días), los quesos fueron fabricados en queserías tradicionales de los municipios de Tapanatepec y Zanatepec, Oaxaca, México.

4.2. Materiales y métodos

4.2.1. Objeto de estudio

Se identificaron cuatro queserías tradicionales ubicadas en las poblaciones de Tapanatepec y Zanatepec, Oaxaca; mediante un muestreo no estadístico, sino dirigido. Los quesos fueron elaborados en enero de 2019; en cada quesería se tomaron por duplicado tres unidades experimentales de diferentes lotes de leche, con la finalidad de analizar dos tiempos diferentes de maduración (7 y 30 días), cada queso tenía un peso de 2 kg. Los quesos se trasladaron a los 7 y posteriormente 30 días a Texcoco, Edo. de México, para llevar a cabo los respectivos análisis en el laboratorio de Análisis de Productos Lácteos, ubicado en la Universidad Autónoma Chapingo; la temperatura de conservación de los quesos fue de -18 °C.

4.2.2. Análisis químico proximal

La composición química proximal del queso consistió en la determinación de proteína ^{BS}, grasa, humedad, sólidos totales, minerales y sal. Éste se realizó mediante un analizador de lácteos con tecnología infrarrojo modelo FoodScan™ (FOSS®, Suecia), tomándose una muestra de 200 g del centro de cada queso, se rallaron con ayuda de un rallador modelo 50450 (Ekco®, México), se tomaron 100 g del queso pulverizado, se colocaron en cajas Petri de vidrio y se procedió

a realizar las lecturas en el instrumento analizador, este procedimiento se realizó para cada uno de los quesos, con tres mediciones repetidas.

4.2.3. Análisis fisicoquímico

pH

Se determinó el pH en los quesos con base en el método AOAC 981.12 (2005), la muestra fue tomada de la parte central de los quesos, mediante un potenciómetro con electrodo de superficie modelo HI98107 (Hanna Instruments®, EUA) previamente calibrado con disoluciones amortiguadoras de pH 7.0 y 4.0 (J.T. Baker, México), las mediciones se realizaron por triplicado.

Actividad acuosa (Aw)

Se determinó la actividad acuosa (Aw) a muestras tomadas del centro de los quesos, utilizando 10 g de queso pulverizado. El análisis se realizó mediante el instrumento para determinar el índice de agua libre Aqualab serie III (Decagón, WA, EUA), previamente calibrado con agua desionizada.

4.2.4. Análisis microbiológico

Preparación de diluciones microbiológicas

Se elaboró una solución al 1 % (p/v) de peptona de caseína (BD Bioxon®, México) en agua destilada y se colocaron alícuotas de 225 y 9 mL en frascos de vidrio; éstos se esterilizaron por 15 min a 121 °C en una autoclave a vapor tipo olla modelo 1941X (All American®, EUA). Dentro de una cabina de bioseguridad modelo 344001, Clase II (LABCONCO®, EUA), se pesaron 25 g de queso pulverizado, los cuales fueron obtenidos de manera aséptica del centro del QSE, las muestras de queso se homogenizaron con 200 mL de agua peptonada durante 2 minutos en una licuadora modelo BPST02-B00 (Oster, México) y se aforó a 250 mL; a partir, de esta solución se tomó una alícuota de 1 mL y se diluyeron en los viales de vidrio que contenían 9 mL, finalmente se realizaron diluciones seriadas 1:10 (v/v) desde la dilución 10^{-1} a 10^{-5} .

Bacterias ácido lácticas

La siembra de BAL se realizó en una cabina de bioseguridad modelo 344001, Clase II (LABCONCO®, EUA), se inoculo 1 mL de las diluciones seriadas 10^{-3} hasta 10^{-5} en placas de siembra microbiológica con medio de cultivo especializado para bacterias ácido lácticas, Petrifilm™ (3M™ Petrifilm®, EUA), la siembra se realizó por duplicado para cada una de las diluciones y los quesos. Las placas de cultivo se incubaron a una temperatura de 32 ± 2 °C durante 48 horas \pm 3 horas en una incubadora de convección forzada modelo E-82D (Riossa®, México), una vez transcurrido el tiempo de incubación se procedió a realizar las cuentas de las unidades formadoras de colonias (UFC) por cada placa.

Hongos y levaduras

La siembra de BAL se realizó en una cabina de bioseguridad modelo 344001, Clase II (LABCONCO®, EUA), se inoculo 1 mL de las diluciones seriadas 10^{-3} hasta 10^{-5} en placas de siembra microbiológica con medio de cultivo especializado para hongos y levaduras, Petrifilm™ (3M™ Petrifilm®, EUA), la siembra se realizó por duplicado para cada una de las diluciones y los quesos. Los placas de cultivo se incubaron a una temperatura de 30 ± 2 °C durante 48 horas \pm 3 horas en una incubadora de convección forzada modelo E-82D (Riossa®, México), una vez transcurrido el tiempo de incubación se procedió a realizar las cuentas de las unidades formadoras de colonias (UFC) por cada placa.

4.2.5. Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las pruebas composicional, fisicoquímica y análisis microbiológico de BAL, se analizaron mediante un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial asimétrico (A x B), donde: A es el factor tiempo con dos niveles (7 y 30 días de maduración) y B es el factor tratamiento (queserías) con cuatro niveles, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), utilizando un $\alpha = 0.05$. En los casos donde se identificó una diferencia estadísticamente

significativa ($p \leq 0.05$) se realizó una comparación de efectos entre las medias de los tratamientos usando el método de Tukey. En los resultados obtenidos del análisis microbiológico de hongos y levaduras, se aplicó la prueba de *t-Student* para pares de varianzas desiguales, todos los análisis se llevaron a cabo en el software estadístico SAS versión 9.4 (SAS, Institute Inc., Cary, NC, EUA). Se realizó un análisis de fisicoquímicas un análisis multivariado utilizando la metodología de análisis de componentes principales (ACP), las variables evaluadas fueron: proteína, grasa, humedad, sólidos totales, minerales, sal, pH y Aw. En el ACP se utilizaron factores principales con valores propios > 1 , a partir de los dos primeros factores se realizó una gráfica de doble proyección, en la cual se describieron los quesos analizados de acuerdo con sus características composicionales y fisicoquímicas, este análisis se realizó empleando el programa XLSTAT versión 2014.5.03. (Addinsoft®, EUA).

4.3. Resultados

4.3.1. Análisis químico proximal

En el Cuadro 9, se observan los resultados del análisis composicional del Queso Seco encerado, el análisis de varianza (ANOVA) mostró que existió diferencia estadística ($p < 0.05$): entre los tiempos de maduración (7 y 30 días) y las variables analizadas (proteína en base seca (BS), humedad, grasa, sal y sólidos totales) entre los quesos de las diferentes queserías. En la variable proteína^{BS} se identificó un incremento que va en un rango desde los 38 a 48 % (m/m), el aumento de esta variable se da en función del tiempo de maduración; los quesos muestreados de las queserías B y C, mostraron el mayor contenido de proteína. López (2018) analizó el Queso Bola de Ocosingo, identificando un incremento en la concentración de proteína de 32.5 % a 35.6 % (m/m) en un periodo de 0 a 30 días de maduración. Mientras que, Flores et al. (2011) determinaron la concentración de proteína^{BS} en Queso Cotija artesanal a los 30 días de maduración, obteniendo una concentración de proteína de 30.1 g de proteína en 100 g de queso; en el QSE se determinaron valores superiores de para esta variable. El incremento de la proteína^{BS} se debe a que durante el proceso de

maduración del queso se fortaleció la interacción proteína-proteína y se generó una matriz proteica compacta (Smit et al. 2005), esta unión en la matriz proteica es atribuida principalmente a la proteólisis (Sousa et al. 2001). La humedad disminuyó en función del tiempo de maduración. Los quesos analizados en la quesería B presentaron un promedio mayor de humedad inicial (46.53 g de H₂O en 100 g de queso), a los 7 días de maduración, mientras que la menor concentración de humedad fue identificada en los productos de la quesería A (23.43 g de H₂O en 100 g de queso) una vez transcurridos los 30 días de maduración. Tarakçi et al. 2005; Sousa et al. 2001, indicaron que entre uno de los principales procesos a los que se le atribuye la pérdida de humedad se encuentra la sinéresis, así mismo, existe una disminución del agua provocada por la unión de grupos carboxilo y liberación de aminoácidos. La grasa disminuyó en función del tiempo de maduración, por lo que se identificó diferencia estadística entre los tiempos de maduración. Los quesos producidos en la quesería A presentaron mayor contenido de grasa 44.13 % (m/m) a los 7 días de maduración, mientras que los productos elaborados en la quesería C tuvieron una menor concentración de grasa siendo éste de 39 g de grasa por cada 100 g de queso, a los 30 días de maduración. Flores et al. (2011) obtuvieron una concentración de grasa del 34 % (m/m) en Queso Cotija artesanal con una maduración de 30 días; por su parte, López (2018), identificó un decremento en la variable grasa en un rango de 60.19 a 54.90 % (m/m), en un periodo de maduración de 0 a 30 días, en Queso Bola de Ocosingo. El decremento de la grasa es atribuido a la lipólisis (McSweeney & Fox, 2004; Murtaza et al. 2014; Thierry et al. 2017), debido a la acción de las lipasas endógenas. (Thierry et al. 2017) y producen la hidrólisis de la grasa láctea durante la maduración del queso, lo que resulta en la liberación de ácidos grasos (Mamo, 2017).

Cuadro 9. Resultados del análisis proximal en el Queso Seco Encerado.

Variable (% m/m)	Tiempo (días)	Queso A	Queso B	Queso C	Queso D
Proteína ^{BS}	7	39.46 ± 0.7 de ^Z x ^W	40.72 ± 2.5 cdx	42.18 ± 0.4 cdx	46.41 ± 1.8 abx
	30	38.67 ± 0.8 ey	48.66 ± 2.2 ay	47.42 ± 1.7 aby	44.99 ± 3.1 bcy
Humedad	7	39.07 ± 2.1 cx	46.53 ± 0.7 ax	43.06 ± 1.5 bx	42.26 ± 0.5 bx
	30	23.43 ± 0.3 fy	27.32 ± 0.9 dy	24.67 ± 1.1 efy	25.36 ± 1.3 ey
Grasa	7	44.15 ± 0.7 ax	43.14 ± 0.4 abx	37.66 ± 1.5 dx	44.91 ± 0.9 cdx
	30	42.82 ± 0.7 aby	39.67 ± 0.6 cdy	38.04 ± 0.7 dy	40.82 ± 0.6 bcy
Sal	7	3.13 ± 0.01 abcdx	3.02 ± 0.2 dx	3.13 ± 0.01 abcdx	3.05 ± 0.04 cdx
	30	3.25 ± 0.1 aby	3.25 ± 0.1 ay	3.18 ± 0.04 abcy	3.10 ± 0.1 bcdy
Minerales*	7	16.38 ± 1.4 bcx	16.13 ± 3.9 bcx	20.14 ± 1.9 ax	8.67 ± 2.0 ex
	30	18.5 ± 0.7 abx	11.66 ± 0.6 dex	14.53 ± 1.4 cdx	14.07 ± 2.5 cdx
Solidos totales	7	60.92 ± 2.1 dx	53.47 ± 0.71 fx	56.93 ± 1.45 ex	57.71 ± 0.52 ex
	30	76.56 ± 0.2 ay	72.53 ± 0.8 cy	75.33 ± 1.0 aby	74.63 ± 1.2 by

*Dato obtenido por diferencia: %ST - (%proteína + %grasa)

^Z Medias con la misma letra (a, b, c, d, e, f) dentro de los renglones, son estadísticamente iguales entre las queserías (Tukey, p ≤ 0.05).

^W Medias con la misma letra (x, y) dentro de los renglones, son estadísticamente iguales entre los tiempos (Tukey, p ≤ 0.05).

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la concentración de sal, se incrementó en función del tiempo y se identificó diferencia significativa ($p < 0.05$). Los quesos A y C presentaron mayor concentración de sal, 3.13 % (m/m), la sal influye drásticamente en la maduración del queso, principalmente en el efecto sobre la actividad acuosa (Guinee & Fox, 2004), así mismo, la concentración de sal tiene efecto sobre el control y crecimiento microbiano (Ramírez et al. 2017), proporciona sabor al queso, aumenta la salida de agua presente en la red proteica de la cuajada, sinéresis, ocasionando menor contenido de humedad (Rogers et al. 2009). La sal en combinación con el pH, la actividad de agua (A_w) y el potencial redox, contribuyen a disminuir el deterioro y la prevención del crecimiento de patógenos en el queso (Sutherland, 2002).

4.3.2. Análisis fisicoquímico

Actividad acuosa

En la Figura 7, se observan los resultados de la determinación de actividad acuosa, en el ANOVA se identificó diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tiempos de maduración, por lo que existió un decremento de la actividad acuosa. En el tiempo inicial, 7 días, los quesos B presentaron una mayor A_w , 0.91; mientras que a los 30 días de maduración la menor A_w fue de 0.87 y de determinó en los productos de las queserías A y C. Wemmenhove et al. (2016), observaron un comportamiento similar en la A_w determinada en Queso Gouda, identificando un decremento de 0.95 a 0.85 durante periodo de 0 a 6 semanas de maduración. La disminución de la A_w se debe principalmente a diversos procesos biológicos como la sinéresis en la cual se elimina agua y algunos elementos de la leche (Simatos et al. 2009), otro factor que afecta a la disminución de la actividad acuosa es la adición de sal al queso, ya que este proceso provoca la sinéresis en la cuajada y como consecuencia una reducción de humedad (Guinee & Fox, 2004). La cantidad de agua disponible es de suma importancia en los quesos debido a que ésta determina el tiempo de conservación y la textura del queso (Fox et al. 2017). En el caso de los quesos madurados, el agua retenida en la

matriz proteica es esencial para el desarrollo del microbiota y determina la velocidad de las fermentaciones y de la maduración (Ramírez, 2017).

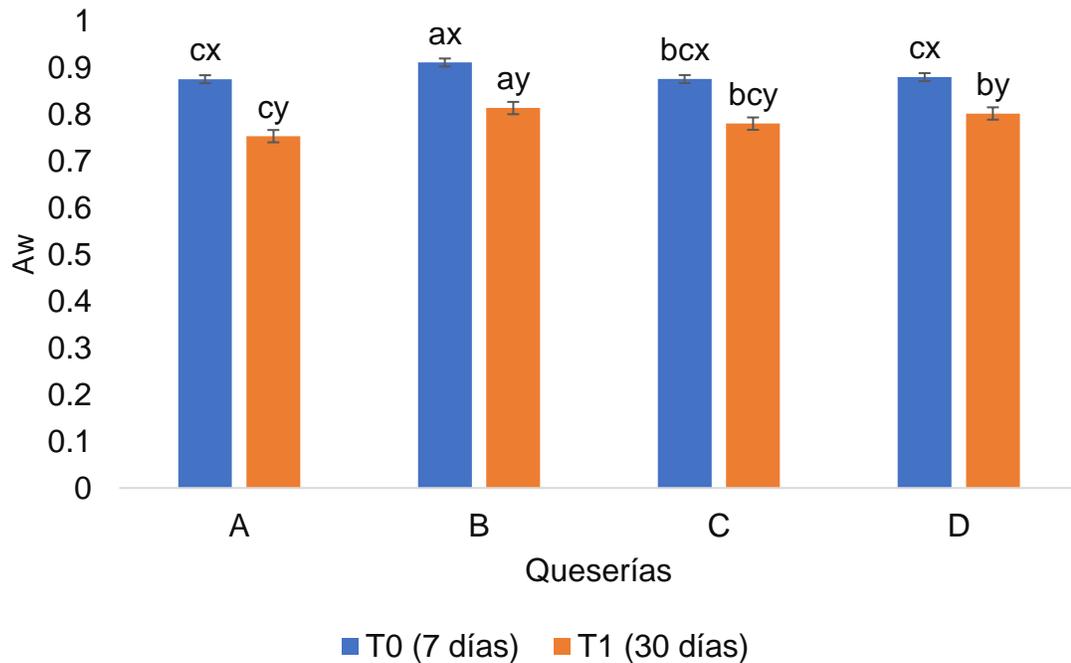


Figura 7. Determinación de actividad acuosa (Aw) en el QSE.

Medias \pm desviación estándar, en las barras, (■) o (■), que presentan la misma letra (a, b, c) tienen una Aw estadísticamente igual para las queserías y cuando presentan las letras (x, y) la Aw es igual entre los tiempos de maduración (Tukey, $p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia

pH

En los quesos analizados se identificó diferencia significativa en los valores de pH ($p < 0.05$), en función del tiempo de maduración. En la Figura 8 se observa un decremento de la variable pH, en el tiempo de maduración a los siete días el mayor pH fue de 5.79 y se determinó en la quesería A, mientras que a los 30 días el pH disminuyó a 4.48, éste valor fue determinado en los quesos B y C. Un comportamiento similar fue observado en el queso Crema de Chiapas donde se identificó un decremento de pH de 4.64 a 4.33 en un periodo de 0 a 30 días

(Romero et al. 2009), así mismo, Mamo (2017) determinó el pH en queso Cheddar e identificó la misma tendencia de descenso de pH, 5.2 (0 días) a 4.82 (30 días).

El principal motivo de disminución del pH se debe al equilibrio de la producción de diferentes ácidos orgánicos, principalmente el ácido láctico (Hassan et al, 2004), por medio de la fermentación láctica, mediante el metabolismo de la lactosa a lactato por medio de la microbiota del queso (Mamo, 2017), así como por efecto de la actividad enzimática de proteasas y lipasas, cuyos productos (diacetilo, ácido acético, ácido propiónico, entre otros), contribuyen a la disminución de esta variable (Forde & FitzGerald, 2000).

El pH tiene un papel muy importante en la textura de los quesos ya que los cambios en esta variable se relacionan directamente con los cambios químicos en la red de proteínas de la cuajada de queso (Murtaza et al. 2014). La disminución del pH influye en la solubilidad de las caseínas, los quesos con pH alcalino son más suaves, mientras que los quesos ácidos tienen una textura dura (Creamer et al 1985), si el pH es inferior a 5.0 habrá más iones H^+ unidos a la molécula de para- κ -caseína y, en consecuencia, no habrá suficiente incorporación de iones Na^+ , dando lugar a un queso duro y quebradizo. Por el contrario, con pH superior a 5,8, habrá un exceso de iones Ca^{2+} vinculados a la molécula de para- κ -caseína, causando una incorporación excesiva de Na^+ en la molécula, lo que resulta en un queso más bien suave (Guinee y Fox, 2004).

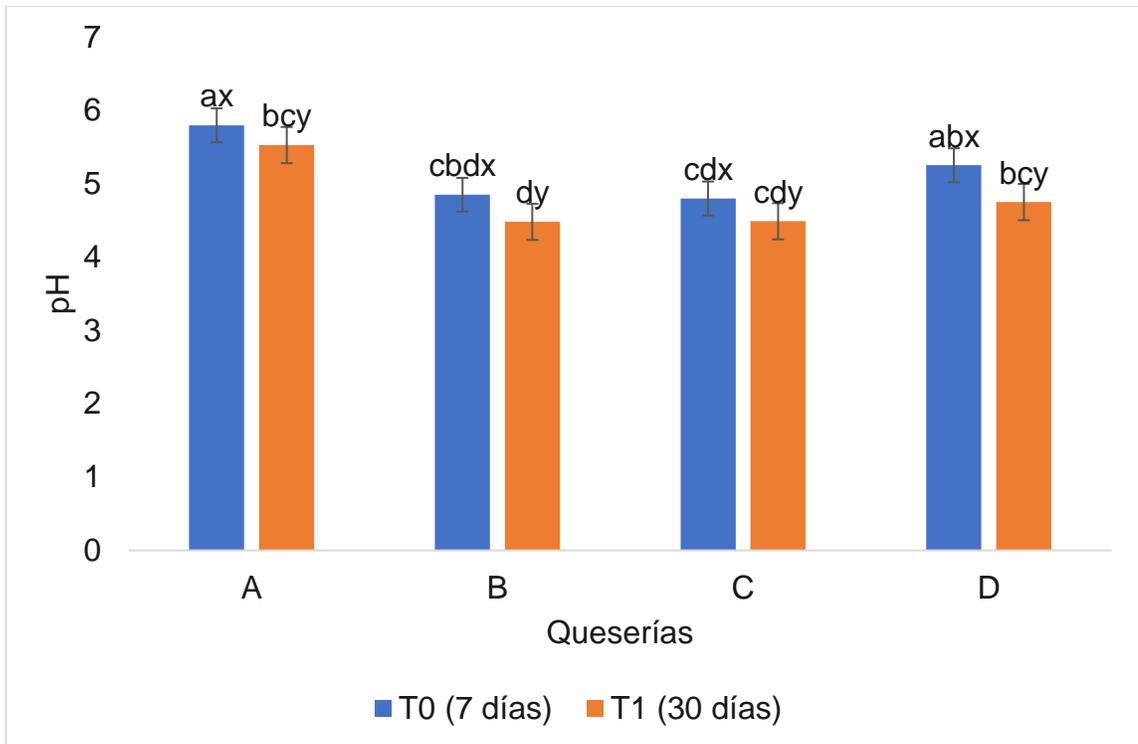


Figura 8. Determinación de pH en QSE.

Medias \pm desviación estándar; las barras, (■) o (■), que presentan la misma letra (a, b, c, d) son estadísticamente iguales para la variable pH entre las queserías y (x, y) entre los tiempos de maduración (Tukey, $p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Análisis Microbiológico

Bacterias ácido lácticas

En la Figura 9 se observan las cuentas microbiológicas obtenidas en los diferentes tiempos de maduración de los quesos, se obtuvo una disminución estadísticamente significativa ($p < 0.05$) de la cuenta microbiológica de BAL en función del tiempo de maduración del queso. Las cuentas más altas de BAL se obtuvieron a los 7 días de maduración, en los quesos B ($5.02 \log_{10} \cdot g^{-1}$) y D ($5.10 \log_{10} \cdot g^{-1}$), mientras que a los 30 días de maduración las BAL disminuyeron su crecimiento, los quesos en los que se identificó una menor población de BAL fueron A ($3.48 \log_{10} \cdot g^{-1}$) y C ($4.05 \log_{10} \cdot g^{-1}$). Esta tendencia también se observó en queso Cheddar, en donde las cuentas en placa microbiológicas disminuyeron

de 4.0 ($\log_{10}\cdot\text{g}^{-1}$) a 2.6 ($\log_{10}\cdot\text{g}^{-1}$) en un periodo de cero a 30 días (Flores et al. 2011). El decremento de las BAL se debe a que las condiciones de maduración se vuelven hostiles para estos microorganismos, ya que su crecimiento está controlado por factores fisicoquímicos como actividad de agua (A_w), concentración de la sal, pH, ácidos orgánicos, temperatura de maduración, potencial de óxido reducción y presencia de nitratos, entre otros (Beresford et al. 2004), una vez transcurrido el tiempo de maduración, el sustrato tiende a agotarse y como consecuencia la cuenta microbiológica de BAL disminuye.

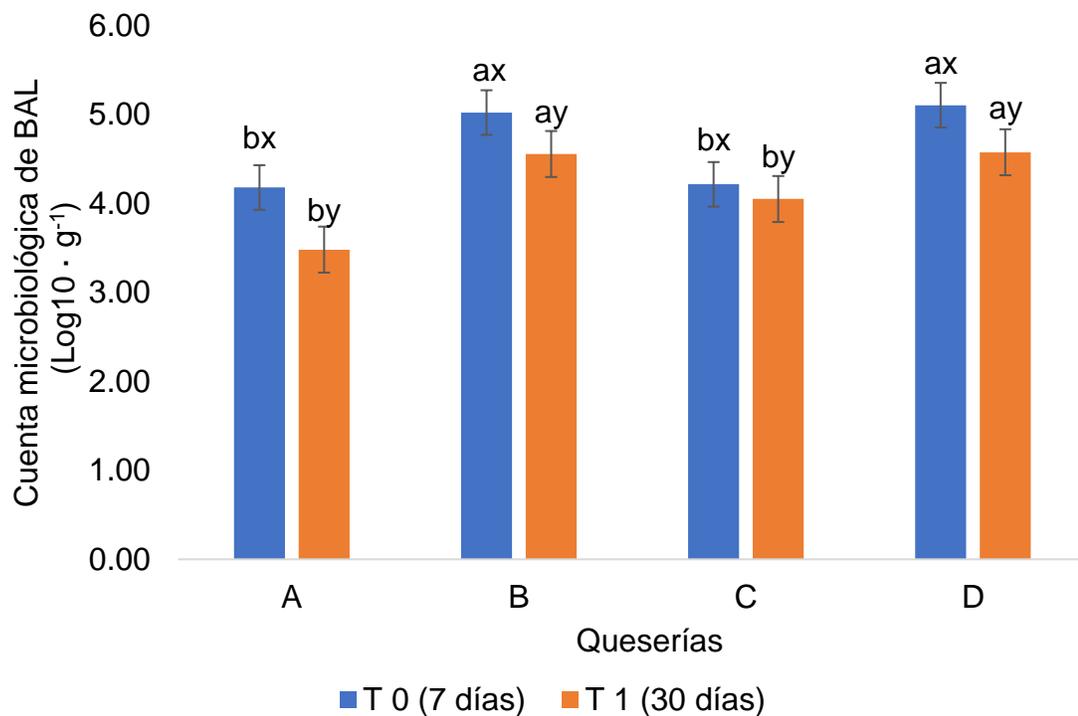


Figura 9. Cuenta microbiológica de BAL en QSE.

Medias \pm desviación estándar; las barras, (■) o (■), que presentan la misma letra (a, b), mostraron un crecimiento de BAL, estadísticamente igual entre las queserías y (x, y) entre los tiempos de maduración (Tukey, $p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia.

Es muy importante destacar que los quesos producidos en la quesería B, presentaron colonias con producción de gas, de acuerdo con, las especificaciones de Petrifilm® 3M (2017), las colonias con una alta producción

de gas corresponden a cepas de BAL heterofermentativas. Carr. et al. (2006) indicaron que las bacterias heterofermentativas se caracterizan por seguir la ruta de las pentosas fosfato sintetizando el 50 % de lactosa disponible como ácido láctico; a partir del resto de lactosa, producen metabolitos secundarios que las caracterizan, los cuales son: CO₂, ácido acético, etanol, aldehídos y ácido fórmico, entre otros productos.

Hongos y levaduras

Los quesos producidos en las queserías A, B y D no presentaron crecimiento de hongos y levaduras, en ningún tiempo de maduración, ni en ninguna dilución seriada; los únicos quesos que presentaron crecimiento microbiológico de hongos y levaduras fueron los producidos en la quesería C, en ambos tiempos de maduración y en la tercera dilución seriada (10⁻³). En la Figura 10, se muestra la prueba de t-Student, donde se encontró diferencia estadística (p<0.05) en el crecimiento de hongos y levaduras en función del tiempo de maduración, a los 7 días de maduración se determinó una cuenta microbiológica de 2.92 Log₁₀·g⁻¹, mientras que, a los 30 días la cuenta de hongos y levaduras aumentó a 3.11 Log₁₀·g⁻¹. Flores et al. (2011) reportaron que un periodo menor a 30 días no se produce crecimiento de hongos y levaduras en queso Cotija, sino a partir de los 30 días de maduración. La presencia de hongos y levaduras en solo una quesería pueden atribuirse a condiciones autóctonas del proceso que se lleva a cabo en la quesería C, entre éstas se involucran las condiciones ambientales que pudieron haber influido directamente en el crecimiento e incremento de la cuenta microbiológica; además, cada materia prima aporta a los quesos una microbiota específica de hongos y levaduras, adaptada al nicho ecológico de la región y a las condiciones de cada proceso en particular (Cardozo et al. 2018).

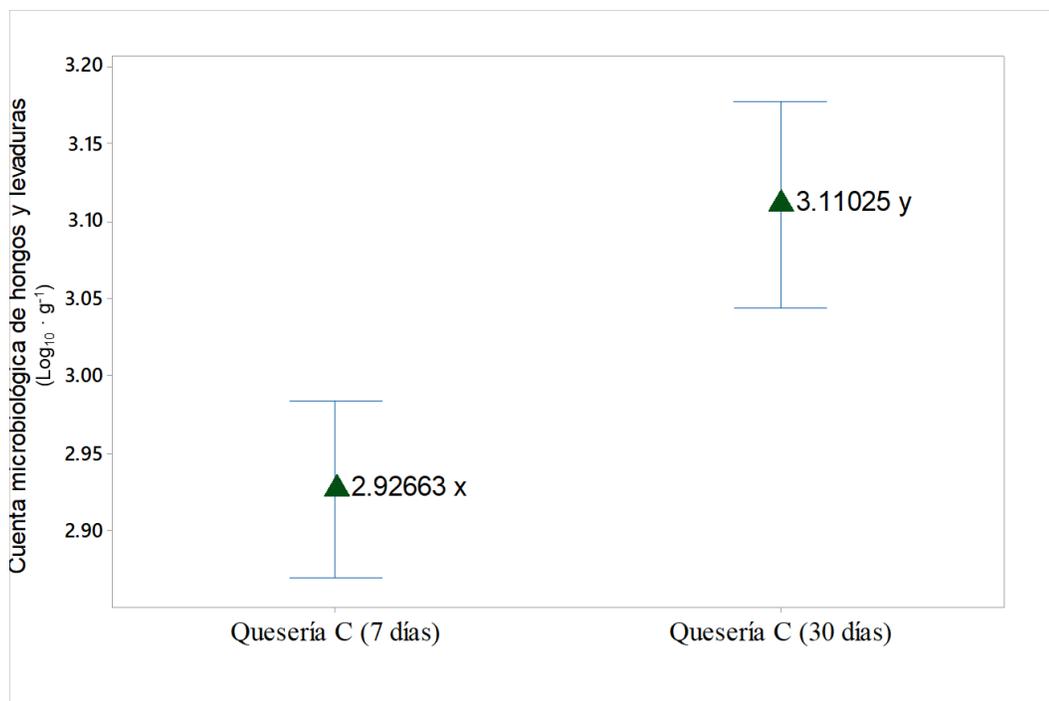


Figura 10. Comparación de crecimiento microbiológico de hongos y levaduras, por medio de la prueba de t-Student, en QSE.

Medias \pm desviación estándar; los símbolos (\blacktriangle) que presentan letras diferentes (x, y), son estadísticamente diferentes entre los tiempos de maduración ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia

La presencia de hongos y levaduras en el QSE, indica que existe una microflora secundaria, no láctica, que tiene como función producir cambios sensoriales en el queso; entre las cuales se han identificado la producción de CO₂, propionato y acetato. El CO₂ es responsable de la formación de ojos y el propionato brinda sabor dulce a los quesos, generalmente en todos los quesos el sabor está determinado por el desarrollo de una flora secundaria (Fox et al. 2017).

4.3.4. Análisis de componentes principales (ACP)

En el análisis de componentes principales (ACP) de las variables estudiadas, se obtuvieron dos factores importantes (valor propio > 1), estos factores tienen un coeficiente de variabilidad de 81.31 %, con este valor, se explica el ajuste de los datos al modelo. En el Cuadro 10 se observa la carga de variables descriptoras para los dos componentes principales, en el caso del factor uno (F1 = 50.72 %),

las variables más importantes son: humedad, sólidos totales, sal y Aw, mientras que en el segundo factor (F2 = 30.59 %) las variables representativas son pH, grasa y proteína.

Cuadro 10. Carga de las variables en las dos primeras dimensiones del ACP (los valores en negrita corresponden a las variables más importantes en cada factor).

Variabes	F1	F2
Aw	0.916	0.020
pH	0.090	0.888
Proteína ^{BS} (%)	0.268	0.577
Humedad (%)	0.959	0.007
Grasa (%)	0.024	0.859
Sal (%)	0.653	0.020
Minerales (%)	0.190	0.068
Sólidos totales (%)	0.958	0.009

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 11 se muestra el mapa bidimensional, obtenido a partir del ACP, se puede observar una agrupación de los quesos de acuerdo con el tiempo de maduración. Los quesos analizados a los 7 días de elaboración (A₁, B₁, C₁ y D₁), se agruparon en la dimensión uno positivo, mientras que los quesos (A₂, B₂, C₂ y D₂) con mayor tiempo de maduración (30 días) se agruparon en la dimensión uno negativo.

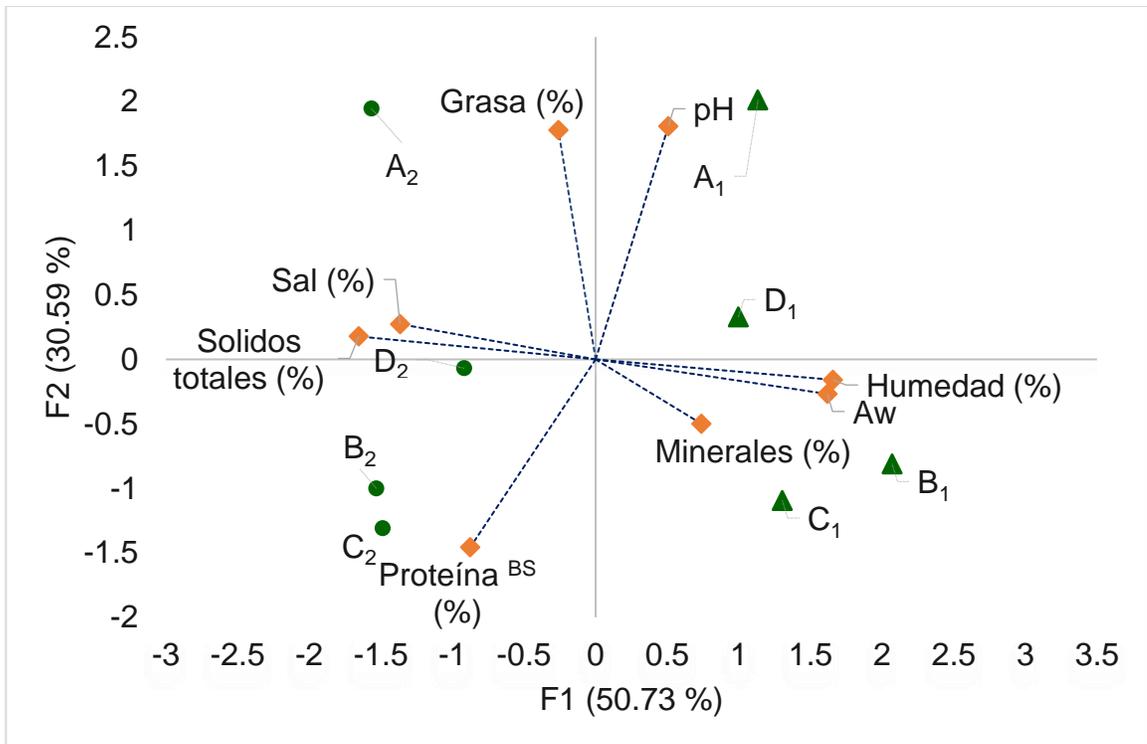


Figura 11. Cargas de las variables analizadas (♦) y calificaciones de los quesos (▲ a los 7 días de maduración y ● a los 30 días de maduración).

A₁, B₁, C₁ y D₁: Corresponden a las variables determinadas en el QSE a 7 días de maduración, y A₂, B₂, C₂ y D₂, corresponden a 30 días de maduración

Fuente: Elaboración propia.

Los atributos pH, humedad, Aw y minerales disminuyen de manera inversamente proporcional al tiempo de maduración, mientras que los atributos grasa, sal, sólidos totales y proteína^{BS} aumentan en función del incremento del tiempo de maduración. Los quesos producidos en las queserías A y D (independientemente del tiempo de maduración) mostraron un agrupamiento en la dimensión dos positivo, además ambas queserías se encuentran ubicadas en el municipio de Zanatepec, mientras que las queserías C y B se ubican en la población de Tapanatepec y se agruparon en la dimensión dos negativo, por lo que las condiciones endémicas de cada municipio brindan características a los quesos. Los quesos elaborados en Tapanatepec se encuentran caracterizados por los atributos: humedad, Aw, minerales y proteína; por su parte los quesos originarios

de Zanatepec los caracterizan los atributos sólidos totales, pH, grasa y sal (Figura 11).

4.4. Conclusiones

Los diferentes análisis fisicoquímicos y composicionales indicaron que existe diferencia para cada una de las variables analizadas en los quesos, estas diferencias son dependientes del tiempo de maduración y de la quesería en la cual fueron elaborados los quesos, éstos tuvieron un comportamiento similar, de acuerdo con el municipio de origen y el tiempo de maduración. Las variables: Sólidos totales, sal, grasa y proteína ^{BS} se incrementaron en función del tiempo de maduración; mientras que pH, humedad, Aw y minerales disminuyeron al transcurrir el tiempo de maduración.

Los análisis microbiológicos indicaron que la cuenta de bacterias ácido lácticas disminuye en función del tiempo de maduración, sin embargo, la población de hongos y levaduras aumentó, lo anterior como consecuencia de diferentes sucesiones microbiológicas que se presentan durante el proceso de maduración. al disminuir el contenido de humedad, Aw y pH las condiciones son favorables para el crecimiento de hongos y levaduras.

A partir de los diferentes análisis realizados al Queso Seco Encerado y la evaluación de las variables fisicoquímicas, composicionales y microbiológicas, las cuales funcionan como indicadores de los cambios producidos durante el periodo de maduración, se genera un panorama para la identificación de diferentes metabolitos y cepas endógenas de BAL, hongos y levaduras en este producto, así como la identificó un queso tradicional rico en proteína con capacidad de satisfacer las necesidades nutricionales de la población.

4.5. Literatura citada

- Alessandria, V., Ferrocino, I., De Filippis, F., Fontana, M., Rantsiou, K., Ercolini, D., & Cocolin, L. (2016). Microbiota of an Italian Grana-Like Cheese during Manufacture and Ripening Unraveled by 16S rRNA-Based Approaches. *Applied and Environmental Microbiology*. 82, 3988-3995. doi.org/10.1128/AEM.00999-16.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2005). *Official Methods of Analysis: pH of Acidified Foods*. (18^a Ed.), (pp: 69-88). Gaithersburg:USA.
- Avermaete, T., Viaene, J., Morgan, E. J., Pitts, E., Crawford, N., & Mahon, D. (2004). Determinants of product and process innovation in small food manufacturing firms. *Trends in food science & technology*. 15 (10), 474-483. doi.org/10.1016/j.tifs.2004.04.005.
- Beresford, T. & Williams, A. (2004). The microbiology of Cheese Ripening. In Fox, P. F., McSweeney, P. L., Cogan, T. M. & Guinee, T. P. (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 1: General Aspects*. (pp. 287-318). Boston: Springer.
- Bertozzi, L. (1998). Tipicidad alimentaria y dieta mediterránea. In Medina, A., Medina, F., & Colesanti G. (Eds.), *El color de la alimentación mediterránea. Elementos sensoriales y culturales de la nutrición*. (pp, 15–41). Barcelona: Icaria.
- Carr, F.J., Chill, D. & Maida, N. (2002). The Lactic Acid Bacteria: A Literature Survey. *Critical Reviews in Microbiology*, 28, 4, 281-370. 10.1080/1040-840291046759.
- Cervantes E. F., Villegas de Gante, A., Cesín V. J. A., y Espinoza O. E. (2008). *Los Quesos Mexicanos Genuinos. Patrimonio cultural que debe rescatarse* (1er), Mundi Prensa México, Ciudad de México, México.
- Creamer, L. K., Lawrence, R. C., & Gilles, J. (1985). Effect of acidification of cheese milk on the resultant Cheddar cheese. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*, 20, 185-203.
- Flores, M. R., Oliva, H. A. A., & Narváez, Z. J. A. (2011). Characterization of microbial traits involved with the elaboration of the Cotija cheese. *Food Science and Biotechnology*, 20 (4), 997. doi.org/10.1007/s10068-011-0137-z.
- Forde, A., & Fitzgerald, G. F. (2000). Biotechnological approaches to the understanding and improvement of mature cheese flavour. *Current Opinion in Biotechnology*, 11 (5), 484-489. doi.org/10.1016/S0958-1669(00)00130-0.
- Fox P. F. & McSweeney P. L. H. (1996). Proteolysis in cheese during ripening. *Food Reviews International*, 12, 457–509. doi.org/10.1080/87559129609541091.

- Fox, P. F., McSweeney, P. L., Cogan, T. M. & Guinee, T. P. (2017). *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, (4a Ed). Boston: Springer. doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00017-X.
- Frog, J. (2006) *Balade au pays des fromages. Les traditions fromagères*. France. Francia, Éditions Quae.
- Guinee, T. P., & Fox., P. F. (2004). Salt in cheese: physical, chemical, and biological aspects. In Fox, P. F., McSweeney, P. L., Cogan, T. M. & Guinee, T. P. (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 1: General Aspects*. (pp. 287-318). Boston: Springer.
- Hassan, A., Johnson, M. E., & Lucey, J. A. (2004). Changes in the Proportions of Soluble and Insoluble Calcium During the Ripening of Cheddar Cheese *Journal of Dairy Science*, 87 (4), 854-862. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73229-4.
- Jordana J. (2000). Traditional foods: challenges facing the European food industry. *Food Research International*. 33: 147–152. doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00028-4.
- López L. M. (2018). Determinación de péptidos y bacterias ácido lácticas en Queso Bola de Ocosingo, Chiapas como estrategia de posicionamiento comercial. (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma Chapingo, Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria. Consultada en: Biblioteca de Ingenierías, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. de México.
- Mamo, A. (2017). Cheddar cheese characterization and its biochemical change during ripening. *International Journal of Advanced Science Research and Management*, 2, 53-59.
- McGoldrick, M. & Fox, P. F. (1999). Intervarietal comparison of proteolysis in commercial cheese. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A*. 208, 90-99. doi.org/10.1007/s002170050382.
- McSweeney, P.L.H & Fox, P.F. (2004). Metabolismo of Residual Lactose and of Lactate and Citrate. In Fox, P. F., McSweeney, P. L., Cogan, T. M. & Guinee, T. P. (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 1: General Aspects*. (pp. 287-318). Boston: Springer.
- Murtaza, M. A., Rehman, S. U, Anjum, F. M., Huma, N. y Hafiz, H. (2014). Cheddar Cheese Ripening and Flavor Characterization: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54 (10), 1309-1321. doi.org.10.1080 /10408398.2011.634531.
- Ramírez, N. J. S., Aguirre, L. J., Aristizabal, F. V. A. y Castro, S. (2017). La sal en el queso: diversas interacciones. *Agronomía Mesoamericana*, 28 (1), 303-316. doi.org/10.15517/am.v28i1.21909.
- Ramírez, R. E. J., Ramón, C. L. G., Torres, H. G., Herrera, C. J. A., Juárez, B. J. M., Rodríguez, M. J., Herman, L. H, y Díaz, R. P. (2018). Tipificación de

- quesos madurados de cabra producidos en la zona montañosa central del estado de Veracruz, México. *Agrociencia*, 52 (1), 15-34.
- Rogers, N. R., McMahon, D. J., Daubert, C. R., Berry, T. K., & Foegeding, E. A. (2010). Rheological properties and microstructure of Cheddar cheese made with different fat contents. *Journal of Dairy Science*, 93 (10), 4565-4576. doi.org/10.3168/jds.2010-3494.
- Romero, C. P. A., Leyva, R. G., Cruz, C. J. G., & Santos M. A. (2009). Evaluation of health quality of mexican tropical cream cheeses in the region of Tonalá, Chiapas. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 8 (1), 111-119.
- Settanni, L. & Moschetti, G. (2010). Non-starter lactic acid bacteria used to improve cheese quality and provide health benefits. *Food Microbiology*. 27 (6), 691-697. doi.org/10.1016/j.fm.2010.05.023.
- Smit, G., Smit, B. A, Wim, J. M. y Engels, J. M. (2005). Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavor profiling of cheese products. *FEMS Microbiology Reviews*, 29 (3), 591-610. doi.org/10.1016/j.fmrre.2005.04.002.
- Simatos, D., Champion, D., Lorient, D., Loupiac, C., & Roudaut, G. (2009). Water in Dairy Products. In: McSweeney P., Fox P. (Eds,) *Advanced Dairy Chemistry*. Springer, New York, NY. doi.org/10.1007/978-0-387-84865-5_11.
- Sousa, M.J., Ardö, Y., McSweeney, P. L. H. (2001). Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *International Dairy Journal*, 11 (4-7) 327- 345. doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00062-0.
- Sutherland, B.J. (2002). Cheese: salting of cheese. In Lucey, J. A., Roginski, H., Fuquay, J. W., & Fox, P. F., *Encyclopedia of dairy sciences*. (pp. 293-300). Gran Bretaña: Elsevier.
- Tarakçi, Z. & Kucukoner, E. (2006). Note: Effect of Different Cultures on Physico-chemical and Sensory Properties of Low-fat Herby Cheese. *Food Science and Technology International*, (12), 423–428. doi.org/10.1177/1082013206070216.
- Thierry, A., Collins, Y. F., Mukdsi, M.A., McSweeney, P. L., Wilkinson, M. G. & Spinnler, H. E. (2017). Lipolysis and Metabolism of Fatty Acids in Cheese. In Fox, P. F., McSweeney, P. L., Cogan, T. M. & Guinee, T. P. (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, (4ª Ed). (pp. 423-444). Boston: Springer. doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00017-X.
- Villegas de Gante, A. y Cervantes E. F. (2011). La genuinidad y tipicidad en la revalorización de los quesos artesanales mexicanos. *Estudios Sociales*, 19, 146 – 164.
- Villegas de Gante, A., Cervantes E. F., Cesín V. A., Espinoza, O. A., Hernández M. A., Santos M. A., y Martínez C. A. R. (2014). *Atlas de los Quesos Mexicanos Genuinos*, Ed. Biblioteca Básica de Agricultura, Texcoco, Estado de México.

Wemmenhove, E., Wells, B. M. H. J., Stara, A., Van Hooijdonk, A. C. M & Zwietering, M.H. (2016). How NaCl and water content determine water activity during ripening of Gouda cheese, and the predicted effect on inhibition of *Listeria monocytogenes*. *Journal of Dairy Science*, 99 (7), 5192-5201. doi.org/10.3168/jds.2015-10523.

5. BIOACTIVIDAD DE PÉPTIDOS DERIVADOS DE LA HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DURANTE LA MADURACIÓN DEL QUESO SECO ENCERADO ^{##}

RESUMEN

Los quesos desarrollan durante su proceso de maduración una serie de cambios bioquímicos, a partir de estos se produce una serie de compuestos bioactivos, entre los que destacan los péptidos, los cuales son secuencias de 2 a 20 residuos de aminoácidos y tienen la capacidad de intervenir en procesos fisiológicos del organismo humano. El objetivo de este capítulo se fue evaluar los cambios bioquímicos suscitados en el QSE, así como la producción de péptidos con actividad antihipertensiva y antioxidante, en un proceso de maduración de 7 a 30 días. Los cambios bioquímicos fueron evaluados mediante la determinación de proteína soluble, el grado de hidrólisis (% GH), la distribución de pesos moleculares de las proteínas y en el caso de la actividad antihipertensiva se evaluó la inhibición de la ECA-I, mientras que para la actividad antioxidante se cuantificó la inhibición del DPPH. La concentración de proteína total soluble y el % GH, incrementaron en función del tiempo de maduración. Se determinó una variación en los pesos moleculares en un rango de 15.23 a 41.66 kDa, mismo que se caracteriza por la presencia de las caseínas, éstas son los principales precursores de los péptidos bioactivos en productos lácteos. Así mismo, se identificó la producción de péptidos bioactivos, en el caso de la actividad antihipertensiva, los quesos producidos en la quesería B presentaron el mayor porcentaje de inhibición de la ECA-I con un $IC_{50} = 0.39 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$, por su parte los quesos de la quesería A, presentaron la mejor inhibición del DPPH, con un $IC_{50} = 0.19 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$. A partir las propiedades funcionales que mostró el QSE, es importante continuar con su estudio, determinar otras actividades funcionales y promover su consumo, con la finalidad de obtener beneficios para la salud humana y participar en el desarrollo económico de los productores de QSE.

Palabras clave: proteólisis, caseína, péptidos antihipertensivos y antioxidantes.

^{##} Tesis de Maestría en Ciencias, Maestría en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Ing. Valeria Martínez Aquino

Director de Tesis: Ph.D. Arturo Hernández Montes

BIOACTIVITY OF PEPTIDES DERIVED FROM ENZYMATIC HYDROLYSIS DURING RIPENING OF DRY WAXED CHEESE^{§§}

ABSTRACT

Cheeses develop a series of biochemical changes during their maturation process. From these changes, a series of bioactive compounds are produced, among which the peptides stand out, which are sequences of 2 to 20 amino acid residues and have the capacity to intervene in physiological processes of the human organism. The objective of this chapter was to evaluate the biochemical changes that have occurred in the QSE, as well as the production of peptides with antihypertensive and antioxidant activity, in a maturation process of 7 to 30 days. The biochemical changes were evaluated by the determination of soluble protein, the degree of hydrolysis (% GH), the distribution of molecular weights of the proteins and for the antihypertensive activity the inhibition of ACE-I was evaluated, while for the antioxidant activity the inhibition of DPPH was quantified. The concentration of total soluble protein and the % GH, increased as a function of the maturation time. A variation in molecular weights was determined in a range of 15.23 to 41.66 kDa, which is characterized by the presence of caseins, which are the main precursors of bioactive peptides in dairy products. Likewise, the production of bioactive peptides was identified. In the case of antihypertensive activity, cheeses produced in cheese factory B presented the highest percentage of inhibition of ACE-I with an $IC_{50} = 0.39 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$, while cheeses from cheese factory A presented the best inhibition of DPPH, with an $IC_{50} = 0.19 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$. Based on the functional properties shown by DWC, it is important to continue with its study, determine other functional activities and promote its consumption, in order to obtain benefits for human health and participate in the economic development of DWC producers.

Key words: proteolysis, casein, antihypertensive and antioxidants peptides.

^{§§} Thesis: Universidad Autónoma Chapingo.
Author: Ing. Valeria Martínez Aquino
Advisor: Arturo Hernández Montes, Ph.D.

5.1. Introducción

La leche y sus derivados lácteos han sido considerados como una fuente importante de macronutrientes, los productos lácteos contienen proteínas de alta calidad nutricional, además de vitaminas y minerales (Park, 2009). El contenido total de proteínas en la leche de vaca es de 3.5 % (m/v), del cual un 80 % (m/m) de éstas constituye a la familia de las caseínas (α , β , γ y κ), mientras que el resto, son proteínas del lactosuero: β -lactoglobulina, α -lactalbumina, seroalbúmina y proteínas minoritarias (Fox et al. 2017; Kaur et al. 2020). La producción de péptidos se da por la actividad de proteasas endógenas y durante la fermentación de los quesos (Korhonen & Philanto 2006), y su importancia radica en su capacidad de ejercer efectos biológicos benéficos en el organismo (Costa et al. 2007; Dziuba et al. 2009). La función bioactiva de los péptidos depende principalmente de las enzimas utilizadas para la hidrólisis, las condiciones de procesamiento y el tamaño de los péptidos aislados (Udenigwe & Aluko 2011). La secuencia de péptidos bioactivos varía entre 2 a 20 aminoácidos (Girgih et al. 2014).

Los quesos son una fuente rica en péptidos, ya que estas moléculas son liberadas por enzimas coagulantes como la pepsina, quimosina, renina y tripsina (Korhonen & Philanto, 2006), así como durante el periodo de maduración, y el perfil peptídico obtenido dependerá de la variedad del queso y el tiempo de maduración (Gómez et al. 2006). Por otra parte, la microbiota del queso (BAL, hongos y levaduras) juega un papel muy importante en la liberación de péptidos debido a la síntesis y secreción de proteasas que catalizan la liberación de péptidos (Fitzgerald & Murray 2006). Adicional a estos procesos, también participan enzimas endógenas presentes en la leche, tales como la plasmina y la catepsina D (Ong & Shah 2008). Las principales funciones bioactivas identificadas en productos lácteos son: Actividad antihipertensiva (inhibición de la enzima convertidora de angiotensina I), inmunomoduladora; antitrombótica, antioxidante, anticancerígena, antimicrobiana, quelante de metales, osteoprotectora, hipocolesterolémica y opiácea (Bhandari et al. 2020).

FitzGerald et al 2004; Meisel et al 2006; Fitzgerald & Murray 2006, han estudiado el mecanismo de función que siguen los péptidos con actividad antihipertensiva. Los péptidos inhibidores de la ECA-I se han aislado de una variedad de productos lácteos fermentados que incluyen queso, leches fermentadas y yogurt. Los péptidos con capacidad de inhibir la ECA I en quesos se liberan durante la hidrólisis de la matriz proteica y su potencial inhibitorio se relaciona directamente con el grado de maduración (Meisel et al. 1997; Fitzgerald & Murray 2006). Los péptidos con funcionalidad antioxidante son capaces de inducir o participar en reacciones de transferencia de electrones individuales y han sido aislados a partir de diversas proteínas lácteas (Huang et al. 2005). En México se han aislado péptidos con actividad antioxidante en el queso Crema de Chiapas (Santiago et al. 2018), y el queso Cotija (Hernández et al. 2016).

Los quesos tradicionales mexicanos son una fuente potencial de biopéptidos debido a sus características autóctonas entre las más importantes se encuentran: microbiota nativa, tipo de leche utilizada y aplicación de técnicas artesanales en los procesos de producción. A pesar de las eminentes y potenciales cualidades que tienen los quesos artesanales mexicanos para producir compuestos bioactivos, los estudios en este ámbito han sido limitados y se centran principalmente en la actividad antioxidante e inhibidora de la ECA-I (Santiago et al. 2018). Por lo anterior, los objetivos de este trabajo fueron determinar los cambios bioquímicos suscitados durante la maduración del QSE evaluando las variables de proteína soluble, grado de hidrólisis y distribución de pesos moleculares, así como identificar la presencia de péptidos con actividad antihipertensiva y antioxidante, en diferentes periodos de maduración (7 y 30 días).

5.2. Materiales y métodos

5.2.1. Obtención del extracto soluble en agua

Para la obtención de los extractos solubles en agua a partir de las piezas de queso seco encerado (QSE) a diferentes tiempos de maduración (7 y 30 días). Se tomó una porción de 40 g del centro de cada uno de los quesos, se colocaron en vasos de precipitados a los cuales se adicionaron 120 mL de agua destilada y se homogeneizó por tres minutos con un procesador de alimentos de inmersión modelo FPSTHB2615W (Oster®, México), la suspensión se colocó en frascos de vidrio con tapa y éstos fueron colocados en baño María modelo MaxQ™ 4450 (Thermo Scientific, EUA) a 40 °C por 1 h a 150 rpm. Una vez transcurrido el tiempo de incubación se midió el pH de las muestras utilizando un potenciómetro con electrodo de superficie modelo HI98107 (Hanna Instruments®, EUA) y a partir de esas lecturas se ajustó el pH en un intervalo de 4.4 a 4.6 con NaOH (Merk®, EUA) 1N o HCl (Sigma Aldrich®, EUA) 1N. La separación del sobrenadante se realizó utilizando una centrifuga modelo 5810 R (Eppendorf, AG, Alemania) a 10000 g, 4 °C durante 10 min y el sobrenadante se filtró a través de papel Whatman® No. 42. Los extractos acuosos fueron almacenados en alícuotas de 1 y 15 mL, para su conservación a una temperatura de -20 °C.

5.2.2. Determinación de proteína soluble

La concentración de proteína soluble se determinó por el método colorimétrico de Lowry, (Lowry et al. 1951). Para determinar la concentración de proteína soluble en Queso Seco Encerado se realizó una dilución del extracto acuoso (200 µL de extracto + 800 µL de agua destilada) y se tomó una alícuota de 20 µL, a la que se agregaron 980 µL de agua destilada, se añadió 1 mL de la solución A agitando de manera constante en vórtex modelo Genie 2 (Scientific Industries®, EUA) durante 1 min y se dejó reposar 10 min a temperatura ambiente. Al término de este tiempo, se agregaron 0.5 mL de la solución B con agitación continua y se desarrolló la reacción durante 30 min a temperatura ambiente en condiciones de oscuridad. Finalmente, se tomaron las lecturas de absorbancia a 750 nm en un

espectrofotómetro modelo DR 5000 UV-vis (HACH®, Canadá). Las lecturas obtenidas se interpolaron en la curva estándar (Anexo A), para obtener la concentración de proteína.

5.2.3. Determinación del grado de hidrólisis

El grado de hidrólisis (% GH) se determinó de acuerdo con el método reportado por Adler-Nissen (1979) con algunas modificaciones. Se realizó una dilución previa de las muestras, que consistió en tomar 100 µL del extracto acuoso del QSE y se agregó 900 µL de agua destilada, a partir de esta dilución se tomaron las alícuotas para realizar la determinación. En tubos ámbar con tapón de rosca de 4 mL de capacidad, se adicionaron 64 mL de muestra, 1 mL de amortiguador de fosfatos (0.2 M, pH 8.2) y 0.5 mL de TNBS (Sigma Aldrich®, EUA) al 0.01 % (v/v). La mezcla se agitó en un vórtex modelo Genie 2 (Scientific Industries®, EUA) y colocó en baño de agua modelo ECO-ET 6 B (Lauda®, Alemania) a 50°C por 30 min en la oscuridad. La reacción se detuvo con la adición de 1 mL de sulfito de sodio 0.1 M. La mezcla reposó a temperatura ambiente por 15 minutos y se midió absorbancia a 420 nm en un espectrofotómetro modelo DR 5000 UV-vis (HACH®, Canadá). Los valores obtenidos se interpolaron en una curva estándar de L-leucina (Anexo B) y el resultado se expresó en términos de los grupos α-amino terminal. El % GH fue definido por la ecuación (1).

$$\%GH = \frac{((NH_2)_{tx} - (NH_2)_{to})}{(NH_2)_{HT} - (NH_2)_{to}} (100) \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

$(NH_2)_{tx}$ = cantidad de grupos α-amino terminal al tiempo t_x .

$(NH_2)_{to}$ = cantidad de grupos α-amino terminal al tiempo 0.

$(NH_2)_{HT}$ = cantidad de grupos α-amino terminal determinados después de una hidrólisis ácida total.

5.2.4. Distribución de pesos moleculares

El análisis de distribución de pesos moleculares se realizó mediante la técnica de electroforesis (PAGE-SDS) propuesta por Laemmli (1970). Se prepararon geles de dodecil sulfato de sodio-poliacrilamida, 12 % acrilamida-bisacrilamida, con dimensiones de 6 x 8.5 cm y 0.075 cm de espesor. Se utilizó una cámara de electroforesis Mini-Protean II™ (BIO-RAD®, EUA). Las muestras fueron preparadas usando 30 µL de extracto soluble en agua obtenido de QSE, a los que se le añadió 15 µL amortiguador de muestra, se sometieron a un proceso de calentamiento 85 °C por 15 minutos, con el fin de desnaturalizar las proteínas. En cada carril de concentración del gel se inyectaron alícuotas de 15 µL de muestra de proteína. Los pesos moleculares se determinaron a un voltaje de 200 V durante 85 min. Posteriormente, los geles fueron desmontados de la cámara de electroforesis, se tiñeron por 30 minutos con una solución colorante (0.1 % p/v Azul de Coomasie G-250 (Bio-Rad®, EUA), 40 % v/v metanol (Sigma Aldrich®, EUA), 10 % v/v ácido acético (Sigma Aldrich®, EUA) y 50 % v/v agua desionizada), después se colocaron en una solución desteñidora (40 % v/v metanol (Sigma Aldrich®, EUA), 10 % v/v ácido acético (Sigma Aldrich®, EUA) y 50 v/v % agua desionizada). El estándar de pesos moleculares fue Prestained SDS-PAGE Estándar de rango largo; Cat.1610305 (Bio Rad®, EUA) que contenía las siguientes proteínas: Albúmina sérica bovina (56.276 kDa), ovoalbúmina (41.659 kDa), anhidrasa carbónica (28.037 kDa), inhibidor de tripsina de soya (21.027 kDa) y lisozima (15.229 kDa).

5.2.5. Determinación de la actividad antihipertensiva

Se empleó una versión modificada del método propuesto por Cushman y Cheung (1971), el cual determina la capacidad de los péptidos para inhibir la enzima convertidora de angiotensina I (ECA-I). La mezcla de reacción consistió en 200 µL de 5 mM hipuril-histidil-leucina \geq 98 % (Sigma Aldrich®, EUA) como sustrato en amortiguador de borato (0.1 M pH 8.3 con NaCl 0.3 M), 100 µL muestra (dilución de péptidos o proteínas nativas en amortiguador de borato (0.1 M pH

8.3 con NaCl 0.3 M) y 100 μ L con 2 mU de ECA-I (Sigma Aldrich®, EUA), suspendida en glicerol 50 % (v/v) (Laitz®, México). Después de incubar a 37 °C por 45 min, la reacción se detuvo por adición de 300 μ L HCl 1 N. El ácido hipúrico liberado fue extraído con 1 mL de acetato de etilo (Sigma Aldrich®, EUA) y agitación en vórtex modelo Genie 2 (Scientific Industries®, EUA) por 30 s. Después de centrifugar a 6000 \times g, 10 min, 4 °C en una centrifuga para microtubos modelo X513 K (Hettich®, Alemania), se tomaron 750 μ L de fase orgánica y se transfirieron a un tubo de vidrio. A continuación, el disolvente se evaporó por calentamiento a 95 °C durante 4 h. El ácido hipúrico fue resuspendido en 1.6 mL de agua destilada, luego se midió la absorbancia a 228 nm en un espectrofotómetro modelo DR 5000 UV-vis (HACH®, Canadá) y se calculó el porcentaje de inhibición ACE-I mediante la ecuación 2.

$$\% \text{ Actividad inhibitoria ECA - I} = \frac{(A_{228\text{Control}} - A_{228\text{Muestra}})}{(A_{228\text{Control}} - A_{228\text{Blanco}})} \times 100 \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

$A_{228\text{Control}}$: es la absorbancia de la mezcla de reacción sin inhibidor.

$A_{228\text{Muestra}}$: es la absorbancia de la mezcla de reacción con péptidos o proteínas nativas.

$A_{228\text{Blanco}}$: es la absorbancia de la mezcla de reacción con péptidos o proteínas nativas sin ECA-I.

La actividad antihipertensiva se estimó mediante el análisis de regresión lineal del porcentaje de inhibición ACE-I vs. concentración de proteína ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$) en las diluciones seriales (0 - 15 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$) Se reportó el valor IC_{50} , definido como la concentración necesaria de péptidos o proteínas nativas ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$) para inhibir el 50 % de la actividad ECA-I; el IC_{50} fue calculado solo en aquellas muestras que mostraron diferencia estadística ($p < 0.05$).

5.2.6. Determinación de la actividad antioxidante

La actividad antioxidante se determinó mediante el método desarrollado por Brand-Williams et al. (1995) con algunas modificaciones, este método se basa en

la reducción del radical libre 2,2-Difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), mediante la acción antioxidante de la muestra; la cual se cuantificó a partir de la disminución en la absorbancia medida a 515 nm. El medio de reacción se realizó en tubos de vidrio y estuvo constituido por 300 μ L de muestra de extracto acuoso de QSE y 900 μ L del radical DPPH 0.08 mM (Sigma Aldrich®, EUA) en metanol ((Sigma Aldrich®, EUA) al 80 % (v/v). Esta metodología se realizó por triplicado para cada uno de los quesos. Como muestra control se empleó una alícuota de 300 μ L de metanol (Sigma Aldrich®, EUA) a 80 % (v/v) a los cuales se añadieron 900 μ L del radical DPPH 0.08 mM (Sigma Aldrich®, EUA); el blanco de lectura fue una alícuota de 1.2 mL de metanol (Sigma Aldrich®, EUA) a 80 % (v/v). Las lecturas de absorbancia se tomaron en un espectrofotómetro modelo DR 5000 UV-vis (HACH®, Canadá) a una longitud de onda de $\lambda = 515$ nm. Para calcular el porcentaje de inhibición del DPPH se utilizó la ecuación 3.

$$\% \text{ de Inhibición de DPPH} = \frac{A_{515\text{Control}} - A_{515\text{Muestra}}}{A_{515\text{Control}}} \times 100 \quad \text{Ecuación (3).}$$

Donde:

$A_{515\text{Control}}$: es la absorbancia de la muestra control

$A_{515\text{Muestra}}$: es la absorbancia de la mezcla de reacción con péptidos o proteínas nativas.

Se reportó el valor IC_{50} , definido como la concentración necesaria de péptidos o proteínas nativas ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$) para inhibir el 50 % del radical DPPH; el IC_{50} fue calculado solo en aquellas muestras que mostraron diferencia estadística ($p < 0.05$).

5.2.7. Análisis estadístico

Los datos obtenidos en la cuantificación de proteína soluble, determinación de grado de hidrólisis, actividad inhibitoria de la ECA-I y DPPH, se analizaron independientemente mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B, asimétrico. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) con un valor de $\alpha = 0.05$. En aquellos casos donde se encontró una diferencia

estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) se realizó una comparación de efectos entre las medias de los tratamientos usando el método de Tukey, todos los análisis se llevaron a cabo en el software estadístico SAS versión 9.4 (SAS, Institute Inc., Cary, NC, EUA).

5.3. Resultados

5.3.1. Determinación de proteína soluble

En la Figura 12 se muestran los resultados obtenidos en la determinación de proteína soluble, el tiempo de maduración influyó directamente en la concentración de proteína, ya que se identificó diferencia estadística ($p < 0.05$) en ambos tiempos de maduración; se observa el incremento de concentración de proteína ^{BS} en función del tiempo de maduración. Así mismo la quesería B fue la que presentó un mayor contenido de proteína soluble en ambos tiempos de maduración, lo cual coincide con el análisis químico proximal (Cuadro 9), donde la misma quesería B, obtuvo las mayores concentraciones de proteína ^{BS}. Alonso et al. (2016) reportaron valores de 6 y 4 mg de proteína·g⁻¹ de queso Cotija en un periodo de 8 a 30 días de maduración, con una tendencia contraria al QSE; por sin embargo, Ivens et al. (2017) reportan concentraciones de 9.1 y 10.7 mg·mL⁻¹ de extracto de queso Cheddar, en este estudio se observó un incremento en la concentración de proteína en función del tiempo de maduración, comportamiento similar al encontrado en el QSE. El aumento en la concentración de proteína es un suceso típico en los quesos madurados ya que se lleva a cabo la proteólisis (Dimitrellou et al. 2010; Fox et al. 1995), la cual es el evento bioquímico más complejo e importante en la maduración de los quesos, iniciado por acción de la quimosina (EC. 3.4.23.4), la cual es una proteinasa de origen gástrico de los mamíferos, ésta es una enzima altamente específica sobre los enlaces de los aminoácidos Fe₁₀₅ – Met₁₀₆ de la caseína (Fox et al. 2017), otra enzima sobresaliente en la proteólisis es la plasmina (Chavan et al., 2011), estos dos agentes son los principales productores de la mayor cantidad de péptidos (Upadhyay et al. 2004; Sousa et al. 2001).

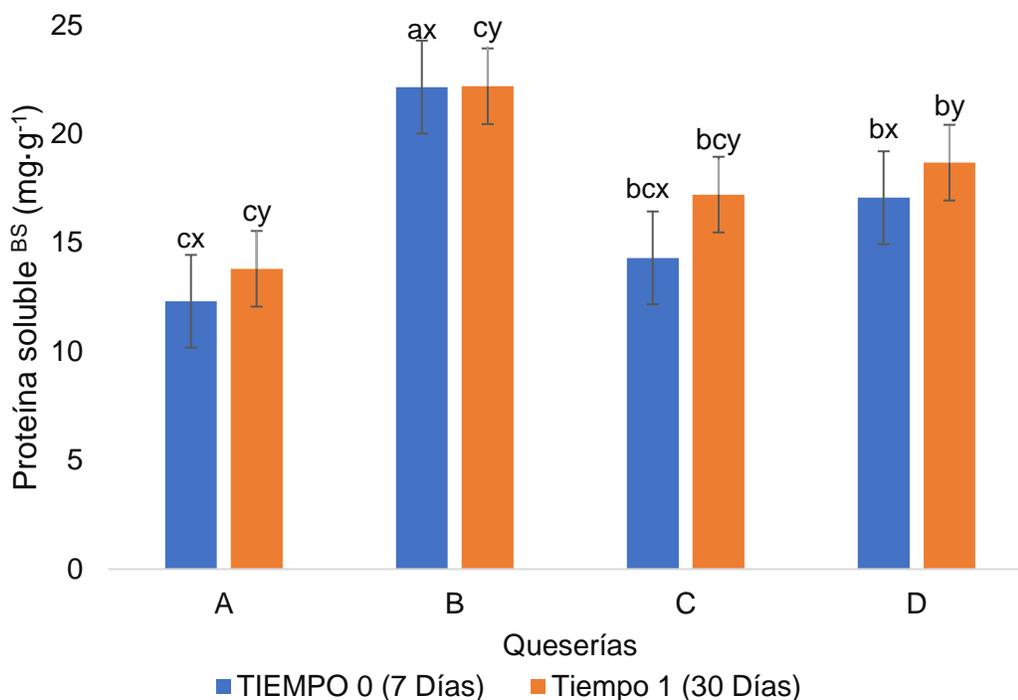


Figura 12. Concentración de proteína soluble ^{BS}, en el QSE.

Medias \pm desviación estándar; las barras, (■) o (■), que presentan la misma letra, (a, b, c) son estadísticamente iguales entre las queserías y (x, y) entre los tiempos de maduración (Tukey, $p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia

McSweeney & Sousa (2000) e Yvon & Rijnen (2001) indicaron que el papel de la proteólisis en el queso es producir de péptidos y aminoácidos que actúan como precursores de catabolismo, reacciones que resultan en la producción de diversos compuestos tanto volátiles, como aquellos que contribuyen en el sabor.

5.3.2. Determinación del grado de hidrólisis (% GH)

En la Figura 13, se muestran los resultados obtenidos de la determinación de % GH, en los cuales se identificó que esta variable depende del tiempo de maduración ya que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) para los tiempos de maduración. Los quesos producidos en la quesería D presentaron mayor % GH en ambos tiempos de maduración, siendo de 14.06 % a los 7 días, incrementándose a 24.5 % a los 30 días de maduración, por otra parte, el menor

% GH identificado fue el obtenido en los quesos C (7.64 %). Gutiérrez et al. (2016) reportaron en queso tipo Manchego enriquecido con agua miel un % GH de 5.5 % en los primeros siete días de maduración, el cual incrementó a 9.5 % a los 30 días de maduración; así mismo, Alonso et al. (2016) identificaron el en queso Cotija valores de % GH de 8 % a los siete días y 12 % a los 30 días; ambas investigaciones muestran un comportamiento similar al observado en el QSE, donde el % GH aumenta en función del tiempo de maduración. La hidrólisis enzimática es una reacción en la cual se da la ruptura de enlaces peptídicos que estructuran las cadenas de las proteínas nativas, lo cual provoca la liberación de grupos amino y carboxilo terminales (Adler-Nissen, 1986).

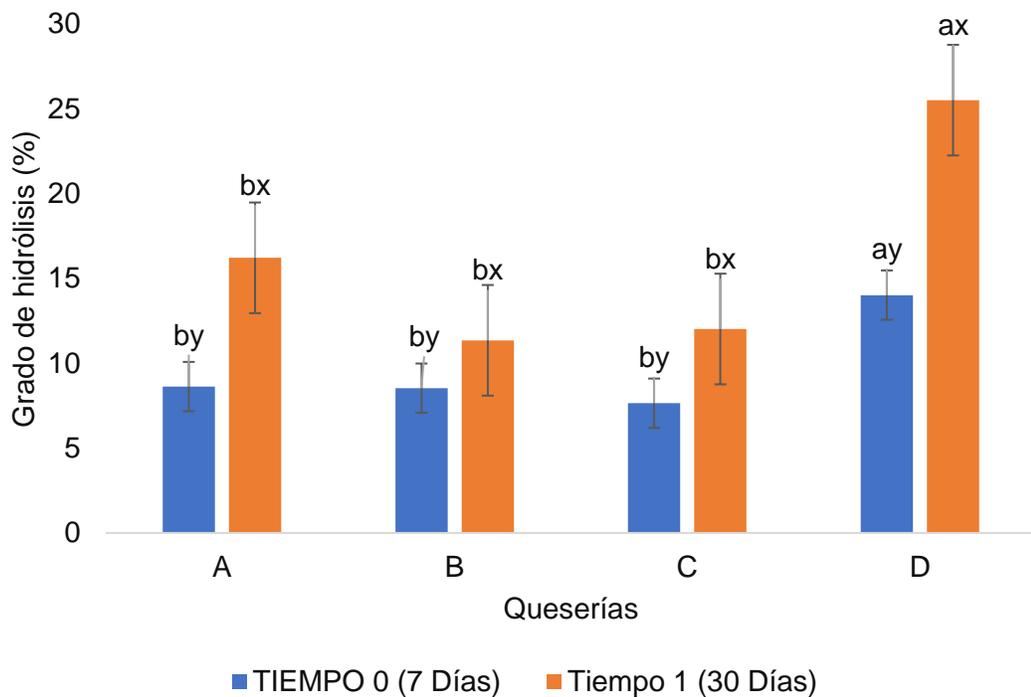


Figura 13. Grado de hidrólisis en QSE.

Medias del % GH \pm desviación estándar; las barras, (■) o (■), que presentan la misma letra, (a, b, c) son estadísticamente iguales entre las queserías y (x, y) entre los tiempos de maduración (Tukey, $p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia

Los quesos elaborados de leche cruda de vaca tienen mayor capacidad de hidrolizar proteínas en comparación con quesos elaborados a partir de leche pasteurizada, esto se debe a que las BAL autóctonas tienen sistemas proteolíticos muy diversos (Öner & Saridağ, 2018), es importante recalcar que el QSE es elaborado con leche cruda de vaca. Las BAL juegan un papel importante en el incremento del % GH, ya que son pioneras en la proteólisis, proceso bioquímico de alto grado de importancia en los quesos madurados, en éste proceso se produce el catabolismo de aminoácidos (Yvon & Rijnen, 2001; Curtin & McSweeney, 2004), por acción de las peptidasas intracelulares de las BAL (Kilcawley, 2017), este proceso implica la descarboxilación, desaminación, transaminación, desulfuración e hidrólisis de las cadenas laterales de aminoácidos (Fox et al. 2017), teniendo como consecuencia que incremente la concentración de aminoácidos durante la maduración, teniendo como consecuencia la producción de cadenas polipeptídicas de alto peso molecular, las cuales se transforman en cadenas más pequeñas (péptidos) o incluso en aminoácidos libres (Sousa et al. 2001; McSweeney, 2004). Los péptidos producidos pueden tener actividad biológica o no, sin embargo, las peptidasas intracelulares de las BAL son capaces de degradar péptidos amargos y muestran especificidad por los aminoácidos hidrófobos, lo que contribuye a importantes cambios sensoriales como lo es el desarrollo de los atributos de sabor deseados de los productos lácteos, especialmente en el caso de los quesos donde se usa como cuajo quimosina (Georgalaki et al. 2017), estos péptidos producidos durante el proceso de maduración son acumulados en el queso (McSweeney, 2004).

5.3.3. Distribución de pesos moleculares en QSE

En la Figura 14 se presenta la distribución de pesos moleculares identificada en los extractos acuosos obtenidos del QSE, se observa en los quesos producidos en la quesería B una mayor concentración de proteína nativa a los 7 días de maduración, estas proteínas tienen pesos moleculares en el rango de 15.23 a 41.66 kDa y podrían estar asociadas con la familia de las caseínas (CN), con

base en su peso molecular (Paul et al. 2014; Galindo et al. 2006). En la leche y quesos se presentan dos grandes grupos de proteínas: Las caseínas (α , β , γ y κ) que representan el 80 % (m/m) de la proteína total, mientras que el 20 % (m/m) restante es atribuido a las proteínas del lactosuero: β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, seroalbúmina y proteínas minoritarias (Fox et al. 2017; Kaur et al. 2020). En el QSE, se ha identificado la presencia de los cuatro tipos de caseínas: α_{S1} -CN (PM = 23.0 kDa), la cual se encuentra presente en la leche en una proporción de 40 % (m/m); α_{S2} -CN (PM = 24.3 kDa) que comprende el 10 % (m/m) de las caseínas que encuentran en la leche, mientras, β -CN (PM = 23.6 kDa) tiene una presencia del 35 % (m/m) en la familia de las caseína y como proteína minoritaria se ubica la κ -CN (PM = 19 kDa) la cual representa únicamente el 10 % (m/m) de las proteínas de la leche; así mismo, en el grupo de proteínas minoritarias existe la presencia presuntiva de β -lactoglobulina (PM = 18.40 kDa) y α -Lactoalbúmina (PM = 14.20 kDa), ambas forman parte de las proteínas del lactosuero y su presencia en el queso se puede deber a su entrapamiento en la matriz proteica del QSE (Walstra, 1990; McSweeney & Fox, 2013; Huppertz et al. 2018). Es importante mencionar que se han aislado e identificado diversos péptidos con capacidad de inhibitoria la ECA-I, en los quesos Gouda, Manchego y Crescenza, estos péptidos se originan principalmente de α_{S1} -CN, α_{S2} -CN y β -CN (Smacchi & Gobetti 1998 ; Saito et al . 2000 ; Gómez-Ruiz et al . 2004), por lo cual, el QSE representa una fuente potencial de péptidos con actividad antihipertensiva.

La disminución en la intensidad de las bandas correspondientes a proteínas nativas (Figura 14), en función del tiempo de maduración es un fenómeno similar al observado en los quesos: Cotija (Alonso et al. 2016), São Jorge DO (Kongo et al. 2009); Ragusano (Gagnaire et al. 2011) e Idiazabal (Vicente et al 2001). Las proteínas nativas disminuyen en función del tiempo de maduración ya que se hidrolizan por acción de las proteasas (Creamer et al. 1982), enzimas endógenas de la leche y bacterias no iniciadoras (Fox et al. 2017).

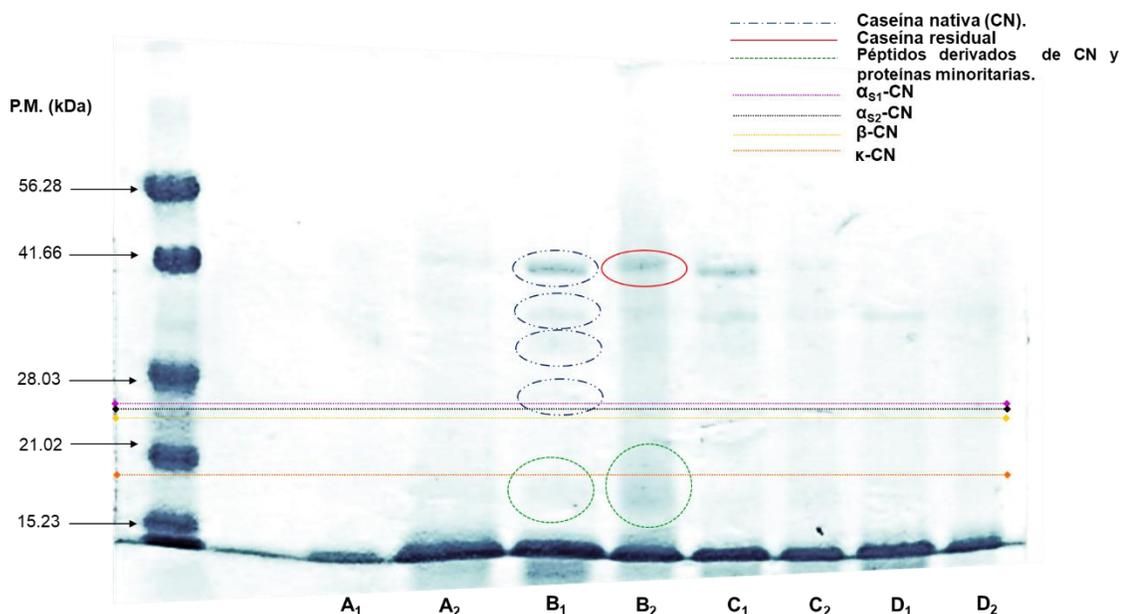


Figura 14. Distribución de pesos moleculares en el QSE.

A₁, B₁, C₁ y D₁: Corresponden a los extractos acuosos de QSE a 7 días de maduración; A₂, B₂, C₂ y D₂: Corresponden a los extractos acuosos de QSE a 30 días de maduración.

Durante la hidrólisis de caseínas se producen péptidos de tamaño diverso, debido principalmente a la acción de las proteasas del agente coagulante (Creamer et al. 1982). Fox et al. (2017), indicaron que las principales proteasas de la leche son: plasmina (EC 3.4.21.7) y catepsina D (EC 3.4.23.5), las cuales con acción del cuajo o quimosina (EC. 3.4.23.4) y microbiota, hidrolizan a las proteínas, produciendo péptidos con diferente tamaño molecular y bioactividad, así como aminoácidos libres en el queso.

5.3.4. Determinación de la inhibición de la Enzima Convertidora de Angiotensina I (ECA – I)

En este trabajo, se observó que el tiempo de maduración juega un papel muy importante en la inhibición de la ECA-I, los péptidos con mayor actividad antihipertensiva se presentan en el extracto acuoso del QSE con 30 días de maduración (Figura 15), lo cual coincide con lo reportado por Korhonen & Pihlanto, (2006) y Ong & Shah, (2008), quienes indicaron que la concentración de péptidos producidos incrementa en función del tiempo de maduración de los

quesos. Los péptidos inhibidores de ECA-I son formados durante la proteólisis de la caseína (Nielsen et al. 2017).

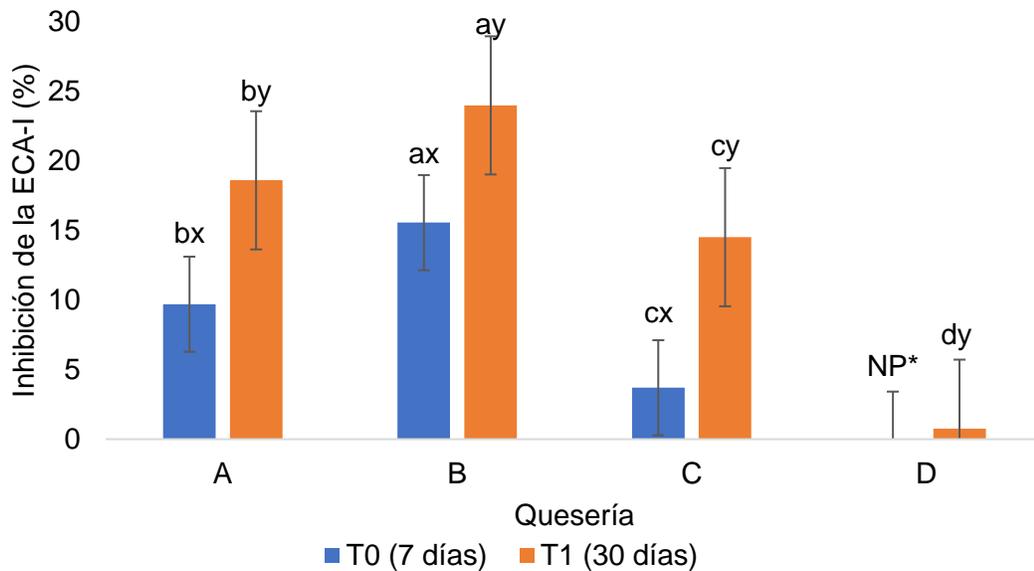


Figura 15. Porcentaje de inhibición de los extractos acuosos de QSE en la ECA-I.

Medias del % de inhibición de ECA-I \pm desviación estándar; las barras, (■) o (■), que presentan la misma letra, (a, b, c) son estadísticamente iguales entre las queserías y (x, y) entre los tiempos de maduración (Tukey, $p \leq 0.05$).

* No presentó péptidos con capacidad inhibitoria de la ECA-I.

Fuente: Elaboración propia

Los quesos que presentaron un mayor porcentaje de inhibición de la ECA-I fueron los elaborados en la quesería B a los 30 días de maduración, es importante mencionar que en esos quesos se identificó la presencia de BAL heterofermentativas. Gobbetti et al. (2000) demostraron que este tipo de microorganismos (*L. Delbrueckii* ssp. *bulgaricus* y *L. lactis* ssp. *cremoris*) contribuyen en la liberación de péptidos con mayores porcentajes de inhibición de la ECA-I, con respecto a cepas homofermentativas. Se han identificado péptidos con actividad inhibitoria de la ECA-I en quesos: Crescenza, principalmente derivados de la β -CN f (58–72), con un $IC_{50} = 0.18 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ (Smacchi & Gobbetti, 1998); Gouda, a partir de las caseínas α 1-CN f (1–9) y β -

CN f (60–68), con valores de IC_{50} de 0.771 y 0.18 $mg \cdot mL^{-1}$, respectivamente (Saito et al. 2000); Manchego, derivado principalmente de la $\alpha s1$ -cn f (102–109), con un valor de $IC_{50} = 0.77 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ (Gómez-Ruiz et al. 2004).

A partir de los resultados obtenidos, se calculó el IC_{50} para los extractos acuosos de los quesos que presentaron el mayor porcentaje de inhibición de la ECA-I, las muestras seleccionadas fueron las de la quesería B a los 30 días de maduración y se obtuvo un valor $IC_{50} = 0.39 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, este valor es similar a los reportados por Garbowska et al. (2020) en modelos de queso holandés con cinco semanas de maduración. donde se reportaron valores de IC_{50} de 0.32 a 0.44 $mg \cdot \text{mL}^{-1}$. El IC_{50} es un parámetro que asocia a la concentración de péptidos a la cual se produce un 50 % de inhibición de la ECA-I. Por lo tanto, cuanto menor sea el valor de IC_{50} , mayor será su efectividad antihipertensiva (Garbowska et al. 2020). Con la identificación de la presencia de péptidos inhibidores de la ECA-I en el QSE, se da un pequeño avance en el campo de los quesos tradicionales mexicanos, con la finalidad de buscar su continuidad y preservación en la gastronomía mexicana, sin embargo, de acuerdo con FitzGerald et al. (2004) es necesario investigar detalladamente los mecanismos involucrados en la interacción entre el sitio activo de la enzima, los péptidos y la secuencia de aminoácidos presentes dentro de esos péptidos.

5.3.5. Determinación de la actividad antioxidante

En la Figura 16, se observan los resultados obtenidos de la actividad antioxidante, el tiempo de maduración fue un factor significativo ($p < 0.05$) en la generación de péptidos que inhiben la actividad del radical DPPH. Las muestras de la quesería A, presentaron la mayor concentración de péptidos con actividad antioxidante a los 30 días de maduración, produciendo alrededor del 40 % inhibición del DPPH y presentó un $IC_{50} = 0.19 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$. Gupta et al. (2009) reportaron 30 % de inhibición de DPPH, y un $IC_{50} = 0.24 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ en queso Cheddar con un mes de maduración. En el caso de queso Cheddar comercial, Pritchard et al. (2010) reportaron inhibición del radical DPPH de 14.5 % y un valor de $IC_{50} = 0.585$

mg·mL⁻¹ a los 30 días de maduración. El desarrollo de la actividad antioxidante se debe a la generación de diferentes péptidos por acción de enzimas proteolíticas que son sintetizadas por organismos que forman parte de la microflora de los quesos (Songisepp et al. 2004). Es importante destacar que en el proceso de elaboración de los quesos A, se utilizó como agente coagulante rumen de bovino, de acuerdo con Lorenzo et al. 2018, el incremento en la liberación de los péptidos antioxidantes, es promovida por microorganismos endógenos y enzimas proteolíticas como son las que se encuentran en los sistemas microbianos que brinda el cuajo natural, a partir de lo anterior se puede comprender el drástico incremento y los buenos niveles de inhibición del DPPH en los quesos A.

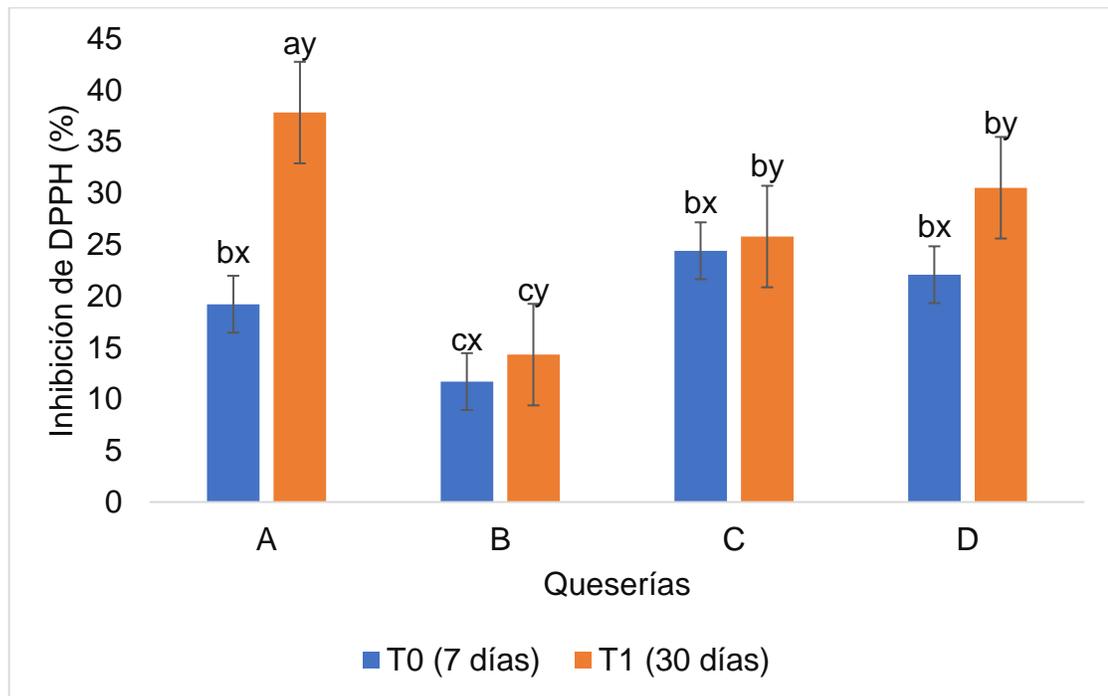


Figura 16. Porcentaje de inhibición de los extractos acuosos de QSE, sobre el radical DPPH.

Medias del % de inhibición de DPPH \pm desviación estándar; las barras, (■) o (■), que presentan la misma letra, (a, b, c) son estadísticamente iguales entre las queserías y (x, y) entre los tiempos de maduración (Tukey, $p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los péptidos identificados con capacidad antioxidante se derivan de α_{s1} , α_{s2} -CN y β -CN se ha demostrado que poseen actividades de eliminación de radicales libres e inhiben la peroxidación de lípidos enzimática y no enzimática (Rival et al. 2001; Suetsuna, et al. 2000). Lo cual coincide con Figura 14, donde se identificó la presencia la familia de caseínas, entre ellas las α_{s1} , α_{s2} -CN y β -CN. La identificación de péptidos antioxidantes en QSE es un aporte importante al área de investigación de los alimentos tradicionales, ya que se ha generado conocimiento sobre los beneficios bioactivos que conlleva el consumo de QSE, sin embargo, es necesario llevar a cabo investigaciones en las que se analicen detalladamente todos los actores involucrados en la actividad antioxidante, así como los péptidos y la secuencia de aminoácidos presentes dentro de esos.

5.4. Conclusiones

El contenido de proteína soluble total incremento en función del tiempo de maduración, debido a diferentes procesos bioquímicos que suceden en el QSE, como la proteólisis. El grado de hidrólisis aumento en función del tiempo de maduración por acción de diferentes enzimas proteolíticas y procesos bioquímicos derivados del metabolismo de las BAL. En el perfil de pesos moleculares se observó a la familia de las caseínas o proteínas nativas mayoritarias: α_{s1} -caseína, α_{s2} -caseína, β -caseína y κ -caseína, las cuales se hidrolizan por diferentes procesos bioquímicos que se llevan a cabo durante la maduración dando origen a la liberación de péptidos con actividad antihipertensiva y antioxidante. En los ensayos aplicados a los extractos acuosos de QSE para determinar la inhibición de la ECA-I, se identificó que la mayoría de éstos presenta actividad antihipertensiva e incrementa en función del tiempo de maduración. Además, se observó que los quesos en dónde se identificó la presencia de BAL heterofermentativas presentaron la mayor capacidad inhibidora de la ECA-I. Adicionalmente, los extractos del QSE a 30 días de maduración y producido en la quesería A, presentaron la mayor actividad de inhibición del radical DPPH, adjudicado principalmente al tipo de enzimas proteolíticas que actúan sobre esta muestra de quesos. Los resultados de la presente

investigación son relevantes porque a partir de las propiedades bioactivas se pueden generar estrategias de revalorización, con la finalidad de dar a conocer al QSE y sus propiedades funcionales, así mismo, se generan antecedentes que pueden servir para estudios específicos de las secuencias de aminoácidos en los péptidos bioactivos identificados en el QSE.

5.5. Literatura citada

- Alonso, P. A. L., Lugo, C. E. C, Tovar, P. E.G., y Chombo, M. M. P. (2016). Evaluación de la proteólisis del Queso Cotija región de origen (MC) asociado al tiempo de maduración. *Memorias: AMIDIQ*.
- Adler-Nissen, J. (1986). *Enzymic hydrolysis of food proteins*. New York: Elsevier.
- Adler-Nissen, J. (1979). Determination of the degree of hydrolysis of food protein hydrolysates by trinitrobenzenesulfonic acid. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 27 (6), 1256–1262. doi.org/10.1021/jf60226a042.
- Bhandari, D., Rafiq, S., Gat, Y., Gat, P., Waghmare, R., & Kumar, V. (2020). A review on bioactive peptides: physiological functions, bioavailability and safety. *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*, 26 (1), 139-150. doi.org/10.1007/s10989-019-09823-5.
- Brand, W. W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28 (1), 25-30. doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5.
- Chavan, R. S., Chavan, S. R., Khedkar, C. D., & Jana, A. H., (2011). UHT Milk Processing and Effect of Plasmin Activity on Shelf Life: A Review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Safety*, 10 (5), 251-268. doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00157.x.
- Costa, E. L., Rocha, J. A., & Maria. F. (2007). Effect of heat and enzymatic treatment on the antihypertensive activity of whey protein hydrolysates. *International Dairy Journal*, 17 (6), 632-640. oi.org/10.1016/j.idairyj.2006.09.003.
- Creamer, L. K., & Norman, F. O. (1982). Rheological Evaluation of Maturing Cheddar Cheese. *Journal of Food Science*, 47 (2), 631-636. doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb10138.x.
- Curtin, A. C., & McSweeney, P. L. H. (2004). Catabolism of amino acids in cheese during ripening. In Fox, P. F., McSweeney, P. L., Cogan, T. M. & Guinee, T. P. (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 1: General Aspects*. (pp. 435-454). Chicago: ELSEVIER.,
- Cushman, D. W., & Cheung, H. S. (1971). Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochemical pharmacology*, 20 (7), 1637-1648. doi.org/10.1016/0006-2952(71)90292-9.
- Dimitrellou, D., Kandyli, P., Mallouchos, A., Komaitis, M., Koutinas, AA, & Kourkoutas, Y. (2010). Effect of freeze–dried kefir culture on proteolysis in feta-type and whey-cheeses. *Food Chemistry*, 119 (2), 795-800. doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.06.052.
- Dziuba, M., & Darewicz, M. (2007). Food Proteins as Precursors of Bioactive Peptides-Classification Into Families. *Food Science and Technology International*, 13, 393-404. doi.org/10.1177/1082013208085933.

- Fitzgerald, R. J., & Murray, B. A. (2006). Bioactive peptides and lactic fermentations. *International Journal of Dairy Technology*, 59, 118-125. doi.org/10.1111/j.1471-0307.2006.00250.x.
- FitzGerald, R. J., Murray, B. A., & Walsh, D. J. (2004). PHypotensive Peptides from Milk Proteins. *The Journal of Nutrition*, 134 (4), 980S-988S. doi.org/10.1093/jn/134.4.980S.
- Fox, P. F., Singh, T. K. & McSweeney, P. L. H. (1995). Biogenesis of Flavour Compounds in Cheese. In, Malin E. L., & Tunick M. H. (Eds.), *Chemistry of Structure-Function Relationships in Cheese. Advances in Experimental Medicine and Biology, Vol 367*. Boston, MA.: Springer. doi.org/10.1007/978-1-4615-1913-3_6.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., McSweeney, P. L. H. (2017). Biochemistry of Cheese Ripening. In. Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (Eds.), *Fundamentals of Cheese Science* (2^a Ed). (pp. 391-442). Boston, MA: Springer.
- Gagnaire, V., Carpino, S., Pediliggieri, C., Jardin, J., Lortal, S. & Licitra, G. (2011). Uncommonly Thorough Hydrolysis of Peptides during Ripening of Ragusano Cheese Revealed by Tandem Mass Spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (23), 12443-12452. doi.org/10.1021/jf2027268.
- Galindo, A, L. M., Valbuena C, E., y Rojas V. I, E. (2006). Estandarización de la detección del glicomacropéptido por PAGE-SDS como índice de adulteración de leche. *Revista Científica*, 16 (3), 308-314.
- Garbowska, M., Pluta, A., & Berthold-Pluta, A. (2020). Proteolytic and ACE-inhibitory activities of Dutch-type cheese models prepared with different strains of *Lactococcus lactis*. *Food Bioscience*, 35, 100604. doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100604.
- Georgalaki, M., Zoumpopoulou, G., Mavrogonatou, E., Van Driessche, G., Alexandraki, V., Anastasiou, R. (2017). Evaluation of the antihypertensive angiotensin-converting enzyme inhibitory (ACE-I) activity and other probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from traditional Greek dairy products. *Internacional Dairy Journal*, 75, 10-21. doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.07.003.
- Girgih, A. T., He, R., Malomo, S., Offengenden, M., Wu, J., & Aluko, R. E. (2014). Structural and functional characterization of hemp seed (*Cannabis sativa* L.) protein-derived antioxidant and antihypertensive peptides. *Journal of Functional Foods*, 6, 384-394. doi.org/10.1016/j.jff.2013.11.005.
- Gobbetti, M., Ferranti, P., Smacchi, E., Goffredi, F. & Addeo, F. (2000). Production of Angiotensin-I-Converting-Enzyme-Inhibitory Peptides in Fermented Milks Started by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* SS1 and *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* FT4. *Applied and Environmental Microbiology*, 66 (9), 3.898-3.904. doi.org/10.1128/AEM.66.9.3898-3904.2000.
- Gómez-Ruiz, J. A., Ramos. M. & Recio. I. (2004). Identification and formation of angiotensin-converting enzyme-inhibitory peptides in Manchego cheese by high-

- performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography*, doi.org/10.54 269–277.10.1016/j.chroma.2004.05.022.
- Gómez, R., J. Á., Taborda, G., Amigo, L., Recio, I., y Ramos, M. (2006). Identification of ACE-inhibitory peptides in different Spanish cheeses by tandem mass spectrometry. *European Food Research and Technology*, 223 (5), 595-601. doi.org/10.1007/s00217-005-0238-0.
- González, O. L.G.; Jiménez, G. J.; Cruz, G. A.; Rodríguez, S. G.; Gómez, R. L., y García, G. M. (2011). Liberación de péptidos bioactivos por bacterias lácticas en leches fermentadas comerciales. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 10 (2), 179-188.
- Gupta, A., Mann, B., Kumar, R., & Sangwan, R. B. (2009). Antioxidant activity of Cheddar cheeses at different stages of ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 62 (3), 339-347. doi.org/10.1111/j.1471-0307.2009.00509.x.
- Gutiérrez, R. J., Rodríguez, S.G. M, Franco, F. M. J., González, O. L.G., Añorve, M. J., Castañeda, O. A., Contreras, L. E y Jaimez, O. J. (2016). Estudio de la sobrevivencia y capacidad proteolítica de *Lactobacillus rhamnosus* GG en un queso semimaduro enriquecido con aguamiel. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1 (2), 188-195.
- Kaur, J., Kumar, V., Sharma, K., Kaur, S., Gat, Y., Goyal, A., & Tanwar, B. (2020). Opioid peptides: an overview of functional significance. *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*, 26 (1), 33-41. doi.org/10.1007/s10989-019-09813-7.
- Korhonen, H., & Pihlanto, A. (2006). Bioactive peptides: production and functionality. *International Dairy Journal*. 16 (9), 945-960. doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.10.012.
- Kilcawley, K. N. (2017). Cheese Flavor. In: Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (Eds.), *Fundamentals of Cheese Science* (2^a Ed). (pp. 444-472). Boston, MA: Springer.
- Kongo, J. M., Gomes, A. M., Malcata, F. X. & McSweeney, P. L. H. (2009). Microbiological, biochemical, and compositional changes during ripening of São Jorge – a raw milk cheese from the Azores (Portugal). *Food Chemistry*, 112 (1), 131-138. doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.067.
- Hernández, G. L., Cardador, M. A., Picque, D., Spinnler, H. E., López, C., Lozano, M., & Martín, C. S. T. (2016). ACE-I and antioxidant peptides release during ripening of Mexican Cotija hard cheese. *Journal of Food Research*, 5 (3), 85–91. doi.org/10.5539/jfr.v5n3p85.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R. L. (2005). The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53 (6): 1841–1856. doi.org/10.1021/jf030723c.
- Huppertz, T., Fox, P. F., & Kelly, A. L. (2018). The caseins: Structure, stability, and functionality. In: Yada, R. Y. (Ed.), *Proteins in food processing* (pp. 49-92). Vancouver, BC: Woodhead Publishing. doi.org/10.1016/B978-0-08-100722-8.00004-8.

- Ivens, K. O., Baumert, J. L., Hutkins, R. L., & Taylor, S. L. (2017). Effect of proteolysis during Cheddar cheese aging on the detection of milk protein residues by ELISA. *Journal of Dairy Science*, 100 (3), 1629-1639. doi.org/10.3168/jds.2016-11649.
- Laemmli, U. K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227 (5259), 680-685. doi.org/10.1038/227680a0.
- López L. M. (2018). Determinación de péptidos y bacterias ácido lácticas en Queso Bola de Ocosingo, Chiapas como estrategia de posicionamiento comercial. (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma Chapingo, Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria. Consultada en: Biblioteca de Ingenierías, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. de México.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., y Randall, R. J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of biological chemistry*, 193, 265-275.
- McSweeney, P. L. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57 (2-3), 127-144. doi.org/10.1111/j.1471-0307.2004.00147.x.
- McSweeney, P. L., & Fox, P. F. (2013). *Advanced dairy chemistry: volume 1 A: proteins: basic aspects*. Springer Science & Business Media.
- McSweeney, P. L., & Sousa, M. J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Le Lait*, 80 (3), 293-324. doi.org/10.1051/lait:2000127.
- Meisel, H., Walsh, D. J., Murray, B. A., & FitzGerald, R. J. (2006). ACE inhibitor peptides. In Mine, Y. y Shahidi, F. (Eds.), *Nutraceutical proteins and peptides in health and disease: Factors on the body's regulation system*. (pp. 269-315). Londres: Prensa.
- Meisel, H. (1997). ACE-inhibitory activities in milk products. *Milchwissenschaft*: (Germany).
- Nielsen, S. D., Beverly, R. L., Qu, Y., & Dallas, D. C. (2017). Milk bioactive peptide database: A comprehensive database of milk protein-derived bioactive peptides and novel visualization. *Food Chemistry*, 232, 673-682. doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.056.
- Ong L., & Shah, N. P. (2008). Release and identification of angiotensin-converting enzyme-inhibitory peptides as influenced by ripening temperatures and probiotic adjuncts in Cheddar cheeses. *LWT - Food Science Technology*, 41 (9), 1555-1566. doi.org/10.1016/j.lwt.2007.11.026.
- Park, Y. W. (2009). *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*. Athenas Georgia. (pp: 369). EE. UU.: Wiley-Blackwell.
- Paul, M., Nuñez, A., Van Hekken, D. L., & Renye, J. A. (2014). Sensory and protein profiles of Mexican Chihuahua cheese. *Journal of Food Science and Technology*, 51 (11), 3432-3438. doi.org/10.1007/s13197-012-0868-8.

- Rival, S. G., Fornaroli, S., Boeriu, C. G., & Wichers, H. J. (2001). Caseins and casein hydrolysates. 1. Lipoxxygenase inhibitory properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (1), 287-294. doi.org/10.1021/jf000392t.
- Saito, T., Nakamura, T., Kitazawa, H., Kawai, Y. & Itoh, T. (2000). Isolation and structural analysis of antihypertensive peptides that exist naturally in Gouda cheese. *Journal of Dairy Science*, 83, 1434–1440. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75013-2.
- Santiago, L. L., Aguilar, T. J. E., Hernández, M. A., Vallejo, C. B., Liceaga, A. M., & González, C. A. F. (2018). *Invited review*: Bioactive compounds produced during cheese ripening and health effects associated with aged cheese consumption. *Journal of Dairy Science*, 101 (5), 3742-3757. doi.org/10.3168/jds.2017-13465.
- Smacchi, E. & Gobbetti, M. (1998). Peptides from several italian cheeses inhibitory to proteolytic enzymes of lactic acid bacteria, pseudomonas fluorescens ATCC 948 and to the angiotensin I-converting enzyme. *Enzyme and Microbial Technology*, 22 (8), 687-694. doi.org/10.1016/S0141-0229(97)00261-5.
- Songisepp, E., Kullisaar, T., Hütt, P., Elias, P., Brilene, T., Zilmer, M., & Mikelsaar, M. (2004). A New Probiotic Cheese with Antioxidative and Antimicrobial Activity. *Journal of Dairy Science*, 87 (7), 2017-2023. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70019-3.
- Sousa, M.J., Ardö, Y., McSweeney, P. L. H. (2001). Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *International Dairy Journal*, 11 (4-7) 327- 345. doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00062-0.
- Suetsuna, K., Ukeda, H., & Ochi, H. (2000). Isolation and characterization of free radical scavenging activities peptides derived from casein. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 11 (3), 128-131. doi.org/10.1016/S0955-2863(99)00083-2.
- Parrot, S., Degraeve, P., Curia, C. & Martial - Gros, A. (2003). In vitro study on digestion of peptides in Emmental cheese: Analytical evaluation and influence on angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides. *Food / Nahrung*, 47 (2), 87-94. doi.org/10.1002/food.200390032.
- Udenigwe, C. C., & Aluko, R. E. (2011). Food Protein-Derived Bioactive Peptides: Production, Processing, and Potential Health Benefits. *Journal Food Science*, 77, R11-R24. doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02455.x.
- Upadhyay, V. K., McSweeney, P. L. H., Magboul, A. A. A., & Fox, P. F. (2004). Proteolysis in cheese during ripening. In Fox, P. F., McSweeney, P. L., Cogan, T. M. & Guinee, T. P. (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 1: General Aspects*. (pp. 391-434). Boston: Springer.
- Vicente, M. S., Ibáñez, F. C., Barcina, Y., & Barron, L. J. R. (2001). Changes in the free amino acid content during ripening of Idiazabal cheese: influence of starter and rennet type. *Food Chemistry*, 72 (3), 309-317. doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00231-4.
- Walstra, P. (1990). On the stability of casein micelles. *Journal of dairy science*, 73 (8), 1965-1979. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)78875-3.

6. CONCLUSIONES GENERALES

Se caracterizaron los atributos intangibles y tangibles del queso Seco Encerado. En la caracterización intangible se exploró la estructura de los valores motivacionales en los consumidores de Queso Seco Encerado identificando como valores importantes a: la tradición, seguridad y el universalismo, por otra parte, se identificaron las rutas de influencia de los valores humanos en los consumidores Queso Seco Encerado la ruta de influencia presentada en este queso, fue de tipo indirecta; la cual indica que los consumidores priorizan a los atributos tangibles sobre los atributos intangibles en la elección de compra del producto. Se identificaron los significados y su comunalidad y no se presentó diferencia estadística entre los significados simbólico y utilitario.

En la sección de atributos tangibles se llevaron a cabo diferentes análisis fisicoquímicos y composicionales, que indicaron diferencia para cada una de las variables analizadas en los quesos, estas diferencias son dependientes del tiempo de maduración, mientras que, en los análisis microbiológicos la cuenta de bacterias ácido lácticas disminuyó en función del tiempo de maduración, sin embargo, la población de hongos y levaduras aumentó. Por otra parte, en las pruebas para evaluar cambios bioquímicos, el contenido de proteína soluble total y el grado de hidrólisis incremento en función del tiempo de maduración. En el perfil de pesos moleculares se observó la presencia de la familia de las caseínas, las cuales se degradaron por los diferentes procesos bioquímicos de la maduración y dieron origen a la liberación de péptidos con actividad antihipertensiva y antioxidante. En los ensayos para determinar la inhibición de la ECA-I, se identificó que la mayoría de los quesos presentó actividad antihipertensiva y ésta incrementa en función del tiempo de

maduración. Además, se observó que los quesos en donde se identificó la presencia de BAL heterofermentativas presentaron la mayor capacidad inhibidora de la ECA-I. Adicionalmente, los extractos del QSE a 30 días de maduración y producido en la quesería A presentaron la mayor actividad de inhibición del radical DPPH, adjudicado principalmente al tipo de enzimas proteolíticas que actúan sobre esta muestra de quesos.

7. ANEXOS

Anexo A

Solución a: Se prepararon 200 mL de una solución con las siguientes concentraciones: Carbonato de sodio (Na_2CO_3) al 10 % (p/v); sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) al 0.1 % (p/v) y, tartrato de sodio y potasio tetrahidratado ($\text{KOCO}(\text{CHOH})_2\text{COONa} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) al 0.2 % (p/v). Se pesaron 20 g de carbonato de sodio (MEYER®, México) y se aforó a 100 mL con agua destilada. Aparte, se pesaron 0.2 g de sulfato de cobre pentahidratado (J.T. Baker®, Reino Unido) y 0.4 g de tartrato de sodio y potasio tetrahidratado (MEYER®, México) y se aforó con agua destilada a 100 mL; y finalmente se mezclaron ambas soluciones.

Solución b: Se pesaron 3.2 g de hidróxido de sodio (MEYER®, México) y se aforó a 100 mL con agua destilada, esta solución corresponde a una concentración 0.8 N.

Solución c: Consistió en una solución de dodecil sulfato de sodio (SDS) al 10 % (p/v), para lo cual, se pesaron 10 g de SDS (Sigma Aldrich®, EUA) y se aforó a 100 mL con agua destilada.

Solución A: Se preparó mezclando a partes iguales las soluciones a, b y c.

Solución B: A partir del reactivo Folin-Ciocalteu-Fenol (Sigma Aldrich®, EUA) a una concentración 2 N se preparó una dilución 0.3 N, utilizando agua destilada.

Estándar de proteína: Se construyó una curva de calibración empleando una disolución de proteína estándar, albúmina de suero bovino (BSA), a una concentración 0.1 mg mL^{-1} . Con este propósito, se pesó 0.01 g de BSA (Sigma Aldrich®, EUA) y se aforó a 100 mL con utilizando agua destilada. A partir de

esta solución, se realizaron diluciones seriales con las siguientes concentraciones (Cuadro 11).

Cuadro 11. Concentraciones de proteína (BSA) en la curva estándar.

Tubo	H ₂ O (mL)	Sol. BSA (0.1 mg · mL ⁻¹)	Concentración de proteína (µg · mL ⁻¹)
1	1.0	0.0	0.0
2	0.9	0.1	100
3	0.8	0.2	200
4	0.7	0.3	300
5	0.6	0.4	400
6	0.5	0.5	500
7	0.4	0.6	600
8	0.3	0.7	700
9	0.2	0.8	800
10	0.1	0.9	900
11	0.0	1.0	1000

Fuente: Elaboración propia.

Desarrolló de la curva estándar de BSA: En un tubo de ensaye se vertió 1 mL de cada una de las diluciones de BSA. Con agitación continua en vórtex modelo Genie 2 (Scientific Industries®, EUA) se agregó 1 mL de la solución A y se dejó reposar por 10 minutos a temperatura ambiente. Al término de este tiempo se agregaron 0.5 mL de la solución B con agitación continua y se desarrolló la reacción durante 30 min a temperatura ambiente; para todas las concentraciones de BSA se prepararon tubos de ensaye por triplicado. Finalmente, se tomaron las lecturas de absorbancia a 750 nm en un espectrofotómetro modelo DR 5000 UV-vis (HACH®, Canadá). Posteriormente, se graficaron los datos de absorbancia obtenidos con respecto a la concentración de proteína (BSA) y se realizó un ajuste de datos mediante un modelo estadístico de regresión lineal simple (Figura 17).

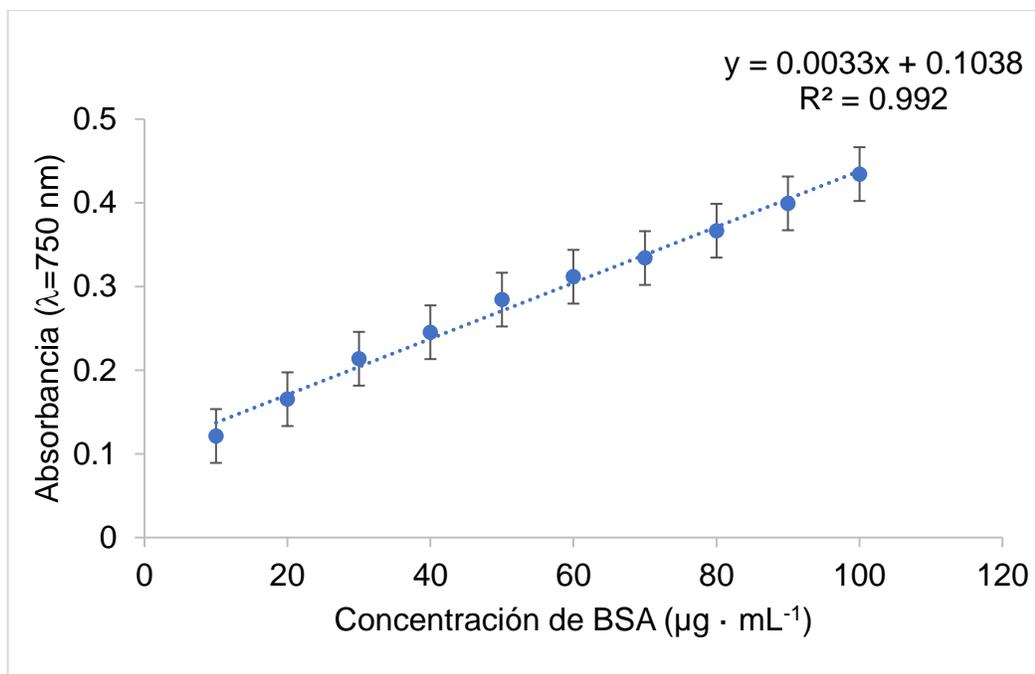


Figura 17. Curva estándar de proteína BSA.
Fuente: Elaboración propia.

Anexo B

Curva estándar de L-leucina (0-6mM)

Para determinar los grupos α -amino se empleó una curva estándar de L-leucina. Con este objetivo se preparó una solución 6 mM de L-leucina y a partir de la cual se prepararon por duplicado las siguientes diluciones en agua desionizada: 0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.0, 3.6, 4.2, 4.8 y 5.4 mM. En tubos ámbar con tapón de rosca de 4 mL de capacidad se mezclaron 64 μ L de muestra, 1 mL de amortiguador-de fosfatos 0.2 M, pH 8.2 y 0.5 mL de TNBS al 0.01 %. Las mezclas se agitaron vórtex modelo Genie 2 (Scientific Industries®, EUA) y fueron introducidas en baño de agua modelo ECO-ET 6 B (Lauda®, Alemania) a 50°C durante 30 minutos en la obscuridad. Para finalizar la reacción se adicionó 1 mL de sulfito de sodio 0.1 M. Las mezclas se enfriaron a temperatura ambiente por 15 minutos y se midió la absorbancia a 420 nm en un espectrofotómetro modelo DR 5000 UV-vis (HACH®, Canadá). Se graficaron los datos de absorbancia obtenidos con respecto a la concentración (mM) de L-leucina correspondiente y se realizó un ajuste de datos por regresión lineal simple (Figura 18).

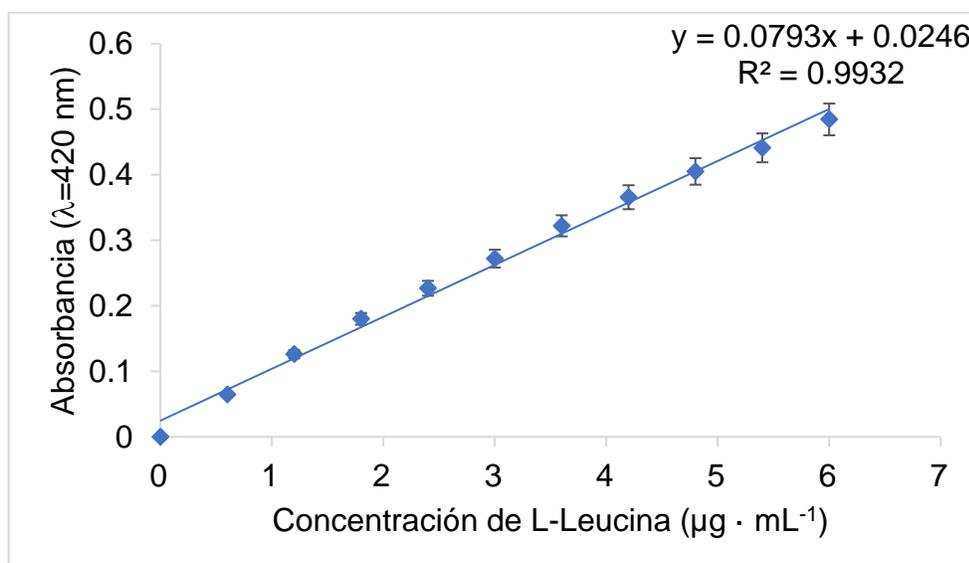


Figura 18. Curva estándar de L-leucina

Fuente: Elaboración propia.

Hidrólisis ácida

En una ampolleta de vidrio fueron vertidos 0.5 g de queso Seco Encerado obtenidos a partir del tiempo 30 días de maduración y 4.5 mL de HCl 6 N, la ampolleta fue sellada al vacío y se mantuvo en una incubadora de convección forzada modelo E-82D (Riossa®, México), a 100 °C por 24 h. Posteriormente la mezcla de reacción se neutralizó adicionando 4.5 mL de NaOH 6 N. La muestra hidrolizada se filtró a través de papel Whatman® No.1 para la remoción de cenizas. A partir de este extracto se realizó una dilución: a 100 µL de extracto hidrolizado de queso se le añadió 900 µL de agua destilada; a partir de esta dilución se tomó 100 µL y se adicionó 900 µL de agua destilada; se tomaron alícuotas de 64 µL y se siguió el procedimiento para grado de hidrólisis.