

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS



**EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES SENSORIALES, MICROBIOLÓGICAS Y
FISICOQUÍMICAS DE QUESOS ARTESANALES MADURADOS
PRODUCIDOS EN REAL DE CASTILLO NUEVO, ENSENADA, BAJA
CALIFORNIA.**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS**

PRESENTA:

KAREN VANESSA GUTIÉRREZ FÉLIX

DIRECTOR DE TESIS:

DR. GILBERTO LÓPEZ VALENCIA

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

JUNIO, 2021

EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES SENSORIALES, MICROBIOLÓGICAS Y FÍSICOQUÍMICAS DE QUESOS ARTESANALES MADURADOS EN REAL DE CASTILLO NUEVO . TESIS PRESENTADA POR M.V.Z. KAREN VANESSA GUTIÉRREZ FÉLIX COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS, QUE HA SIDO APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ:

Dr. Gilberto López Valencia
Director

Dra. Laura Elena Silva Paz
Asesor

Dr. Francisco Javier Monge Navarro

Dr. Enrique Trasviña Muñoz
Asesor

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer especialmente al Dr. Gilberto López Valencia por darme la oportunidad de llevar a cabo este proyecto bajo su dirección, sobre todo mi eterna gratitud por la confianza brindada, muchas gracias por su apoyo incondicional, su tutoría y su gran amistad. Sus consejos y cariños fueron pilares muy importantes en este proyecto y gracias a él se podrá culminar.

A la Dra. Laura Silva Paz por su dedicación en este largo proceso. Apoyándome de manera institucional y sobre todo de manera personal, sus enseñanzas y amistad, me ayudaron a superarme día a día. Una gran mujer que me brindo sus conocimientos y enseñanzas a lo largo de mi carrera universitaria y de posgrado, mi eterna gratitud a mi gran maestra.

A la Coordinación de la Maestría en Ciencias Veterinarias por facilitarme la información y los trámites durante esta etapa.

Al Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias (IICV) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) por darme la oportunidad de formar parte del cuerpo estudiantil de posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por hacer posible la realización de este proyecto de investigación, gracias al apoyo económico que me otorgaron.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mis padres, María de la Luz Félix y Raúl Gutierrez. Por su dedicación, amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida. Por su sacrificio y esfuerzo, dándome fuerzas para seguir adelante y sacar adelante a sus hijas, enseñándome a encarar las adversidades de la vida con una gran sonrisa. Gracias a ustedes he logrado llegar donde estoy, cumpliendo cada uno de mis sueños y pudiendo culminar una etapa más de aprendizaje.

A mi esposo, que desde muy pequeña me impulso a estudiar, perseguir mis sueños y superarme día con día. Gracias por regalarme el valor de la vida y por tu apoyo incondicional. Brindándome una luz al final del túnel.

A mi abuelas Guadalupe Mireles y María de la Luz Corral † por su gran amor, cuidados y enseñanzas, forjándome valores desde muy pequeña y enseñarme el valor de la vida. A mis hermanas, Laura Melissa y Michelle Gutiérrez por ser mis grandes amigas, acompañándome en este largo camino, siempre bríndame su apoyo incondicional en cada obstáculo y su gran amor en cada logro. Mi sobrino, un gran motor que me ha ayudado a salir adelante, una gran luz de energía en mi vida e impulsándome con sus pequeños actos de amor a sobre salir y seguir adelante.

Y a todos mis compañeros que se cruzaron en mi camino durante este periodo, convirtiéndose en amigos verdaderos, brindándome su amista, ayuda y apoyo incondicional, pero sobre todo muchas gracias por los buenos momentos brindados, cada uno se lleva un lugar muy especial en mi corazón.

RESUMEN

En la delegación Real de Castillo Nuevo en Ensenada, Baja California se producen cerca de 30 toneladas mensuales de un queso prensado elaborado a partir de leche no pasteurizada, dicha actividad contribuye al desarrollo económico, turístico y social de la región. Sin embargo, carecen de estudios donde evidencien los atributos sensoriales, las variables microbiológicas y fisicoquímicas del queso. Es trabajo permitió estandarizar las variables del queso durante diferentes días de maduración (21, 42 y 63) en dos periodos estacionales (invierno y verano). Como primera etapa del proyecto se realizó una degustación mediante escala hedónica para la evaluación sensorial de los quesos, donde se observó al día 21 diferencia significativa ($p < 0.05$) en las categorías de salado, amargo y rancio, siendo más prominente en el periodo de verano. Posteriormente, se evaluó la textura de los quesos donde se observó que en verano presentaron una pasta más desmoronable, crujiente y seca en comparación a los quesos de invierno ($p < 0.05$). En el día 42 de maduración se evaluaron los promedios de intensidad de sabores y se encontró diferencia significativa en el periodo de verano en las categorías salado, ácido y fermentado; en la variable textura los quesos de invierno presentaron una textura ligeramente cremosa, mientras que en invierno los participantes percibieron una textura moderadamente cremosa y crujiente. En el día 63 de maduración, en invierno se percibió moderadamente un sabor amargo y fermentado; no obstante, se percibió con mayor intensidad en el periodo de verano, al igual que las categorías salado, ácido y rancio ($p < 0.05$). En cuanto a la textura la pasta de verano expresó

mayores variaciones, siendo esta más seca, granulosa, cremosa y crujiente que la de invierno ($p < 0.05$). Respecto a las variaciones microbiológicas, en ambos periodos observo un comportamiento positivo en cuanto a la disminución de la carga microbiológica de Coliformes totales a lo largo de la maduración. En cuanto a la evaluación de las bacterias Mesófilas aerobias se observó comportamientos no significativos estadísticamente en ambos periodos en los días de maduración 21 y 42 ($p > 0.05$); no obstante, en el día 63 de maduración se observó disminución del recuento microbiológico en el periodo de invierno ($p < 0.05$). Con referencia a las variaciones fisicoquímicas, en el día 42 se observó una disminución estadísticamente significativa en el periodo de verano, en comparación del periodo de invierno ($p < 0.05$). En los días 21 y 42, en el periodo de verano se observó la disminución progresiva del ácido láctico, a diferencia del periodo de invierno ($p < 0.05$). El porcentaje de humedad no evidencio diferencia estadística en los días 21 y 42 de ambos periodos ($p > 0.05$). Sin embargo, al día 63 de maduración se observó que en el periodo de invierno se mantuvo mayor porcentaje a diferencia del periodo de verano ($p < 0.05$). El porcentaje de proteína mostró diferencia estadística significativa en los días 21, 42 y 63 de maduración en ambos periodos ($p < 0.05$). Estos resultados permitieron establecer los parámetros de las variables sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas de quesos artesanales madurados en Real De Castillo nuevo

ABSTRACT

In the Real de Castillo Nuevo delegation in Ensenada, Baja California, about 30 tons of pressed cheese are produced per month made from unpasteurized milk, this activity contributes to the economic, tourist and social development of the region. However, they lack studies that show the sensory attributes, the microbiological and physicochemical variables of cheese. This is how this work will allow standardizing the cheese variables during different days of maturation (21, 42 and 63) in two seasonal periods (winter and summer). Eventually, a tasting was carried out using a hedonic scale for the sensory evaluation of the cheeses, where a significant difference ($p < 0.05$) was observed on day 21 in the categories of salty, bitter and rancid, being more prominent in the summer period. Regarding the texture, the summer cheeses presented a more crumbly, crisp and dry paste compared to the winter cheeses ($p < 0.05$). On day 42 of maturation, when comparing the averages of intensity of flavors, a significant difference was found in the summer period in the salty, acid and fermented categories; In the texture variable, the winter cheeses presented a slightly creamy texture, while in winter the participants perceived a moderately creamy and crunchy texture. On day 63 of ripening, in winter a moderately bitter and fermented taste was perceived; however, it was perceived with greater intensity in the summer period, as were the salty, acidic and rancid categories ($p < 0.05$). As for the texture, the summer pasta expressed greater variations, being dryer, creamier, and crunchier than the winter pasta ($p < 0.05$). Regarding microbiological variations, in both periods a positive behavior was observed in terms of the

decrease of the microbiological load of total Coliforms throughout maturation. Regarding the evaluation of the aerobic Mesophilic bacteria, statistically non-significant behaviors were observed in both periods on maturation days 21 and 42 ($p>0.05$); However, on day 63 of maturation, a decrease in the microbiological count was observed in the winter period ($p<0.05$). And regarding the physicochemical variations, on day 42 a statistically significant decrease was observed in the summer period, compared to the winter period ($p<0.05$). On days 21 and 42, in the summer period a progressive decrease in lactic acid was observed, unlike the winter period ($p<0.05$). The percentage of humidity did not show statistical difference on days 21 and 42 of both periods ($p>0.05$). However, on day 63 of maturation, it was observed that in the winter period a higher percentage was maintained compared to the summer period ($p<0.05$). The protein percentage showed a statistically significant difference on days 21, 42 and 63 of maturation in both periods ($p<0.05$). With the results collected, producers will be implemented to establish adequate parameters for the standardization of cheese, strengthening production chains as a starting point which will allow proposing development strategies to support artisanal production.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT	v
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS.....	3
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Antecedentes del queso en México.....	5
Queso artesanal de la delegación Real del Castillo	6
Procesos fermentativos en la maduración	7
Glucólisis	8
Proteólisis	10
Lipólisis	10
Pruebas sensoriales	11
Componentes sensoriales	13
Textura	13
Sabor:.....	13
Sesiones de cata	13
Selección de panelistas.....	13
Microorganismos en el queso.....	15
Indicadores sanitarios	15
Coliformes totales	16
Mesófilos aerobios	16
Variaciones fisicoquímicas	17
Variación de pH	17
Producción de ácido láctico	18
Degradación de humedad.....	18
Proteína	19

MATERIALES Y MÉTODOS	20
Localización del área de estudio	20
Origen de la muestra	20
Descripción de la muestra	20
Tratamientos	21
Variables a evaluar	21
Análisis sensorial	21
Sesiones de degustación	23
Pruebas de valoración microbiológica	24
Preparación de la muestra	24
Determinación de Coliformes totales	25
Determinación de Mesófilos aerobios	26
Pruebas de valoración fisicoquímica	27
Determinación del potencial de hidrógeno	27
Determinación de ácido láctico	27
Determinación de humedad	28
Determinación de proteína	29
Análisis estadístico	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
Variaciones sensoriales del queso artesanal madurado	30
Caracterización del queso madurado a 21 días (invierno/verano)	30
Caracterización del queso madurado a 42 días (invierno/verano)	32
Caracterización del queso madurado a 63 días (invierno/verano)	34
Variaciones microbiológicas del queso artesanal madurado	35
Variaciones en las características sensoriales asociadas a efectos microbiológicos	37
Variaciones fisicoquímicas del queso artesanal madurado	39
Variaciones en las características sensoriales asociadas a efectos fisicoquímicos	Error! Bookmark not defined.
CONCLUSIONES	43
LITERATURA CITADA	44

LISTA DE CUADROS

Cuadro	pág.
Cuadro 1 Escala hedónica para valorar grado de satisfacción	12
Cuadro 2 Características sensoriales de sabor y textura del queso artesanal madurado a 21 días en dos periodos estacionales.....	31
Cuadro 3 Características sensoriales de sabor y textura del queso artesanal madurado a 42 días en dos periodos estacionales.....	33
Cuadro 4 Características sensoriales de sabor y textura del queso artesanal madurado a 63 días durante dos periodos estacionales.....	35
Cuadro 5 Efecto de las variaciones microbiológicas del queso artesanal madurado en dos periodos estacionales	37
Cuadro 6 Diferencias en los promedios percibidos de sabor y textura asociados al efecto de características fisicoquímicas en quesos madurados en dos periodos	42

LISTA DE FIGURAS

Figura	pág.
Figura 1 Vía Homofermentativa (Embden-Meyerhoff-Parnas	8
Figura 2 Vía Heterofermentativa (Pentosas).....	9
Figura 3 Formato de registro de evaluación de características sensoriales en quesos a diferentes días de maduración	22
Figura 4 Técnica de dilución para la determinación de Coliformes totales	24
Figura 5 Técnica de dilución para la determinación de Mesófilos aerobios	25

INTRODUCCIÓN

El mercado de quesos en Baja California es de gran potencial, específicamente en la delegación Real de Castillo donde se producen alrededor de 30 toneladas mensuales de queso prensado. Sin embargo, carecen de estudios donde evidencien las variaciones en sus características sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas. (Silva et al., 2019; Poblete, 2018; SIAP, 2018). Los quesos son elaborados de forma tradicional utilizando leche de vaca no pasteurizada y su comercialización va en aumento por considerarlos artesanales. No obstante, la Secretaría de Salud de México especifica en su NOM-243-SSA1-2010 que los quesos elaborados a partir de leche no pasteurizada deberán ser sometidos a un proceso de maduración bajo condiciones controladas de tiempo, temperatura y humedad; para provocar en ellos cambios bioquímicos y físicos que disminuyan la probabilidad de ser un riesgo para el consumidor (Barreto et al., 2012; Vázquez et al., 2012; Chombo et al., 2016; Villegas et al., 2016).

Bajo estas circunstancias, diversos autores mencionan que el uso de leche no pasteurizada y el fenómeno complejo de maduración confiere al queso considerables atributos organolépticos de sabor y textura. Las herramientas llamadas pruebas sensoriales permiten evaluar y diferenciar dichos atributos en el queso a través de los días de maduración (Sánchez y González, 2016; Drake, 2017; Zuluaga y Garrido, 2017).

Así mismo, el Codex alimentarius en su norma general para el queso (1978) señala un periodo de 60 días o más para la comercialización y consumo de quesos elaborados con leche no pasteurizada; basado en la suposición que los microorganismos que se desarrollan naturalmente en la leche y persisten en el queso, inhiben y controlan posibles patógenos, reducen el pH, producen ácido láctico, expulsan el suero disminuyendo la humedad y degradan las proteínas (Ordiales et al., 2013; Farahani et al., 2014; Alejo et al., 2015; González et al., 2016). Por lo antes mencionado, este trabajo permitirá estandarizar las características propias del producto (sabor y textura), establecer indicadores sanitarios microbiológicos y parámetros fisicoquímicos de un queso de calidad para el mercado, a diferentes días de maduración en dos periodos estacionales.

HIPÓTESIS

Las variables sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas de los quesos artesanales producidos en Real de Castillo Nuevo serán diferentes por efecto de los días de maduración en dos periodos evaluados (invierno-verano).

OBJETIVO GENERAL

Evaluar las variables sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas de los quesos artesanales producidos en Real de Castillo Nuevo a los 21, 42 y 63 días de maduración en dos periodos (invierno-verano).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar dos sesiones de cata (invierno-verano) para evaluar los atributos sensoriales.
- b) Evaluar el efecto de las variables de sabor y textura de quesos dependiendo los días de maduración en dos periodos.
- c) Evaluar el efecto de las características microbiológicas (coliformes totales y mesófilos aerobios) dependiendo los días de maduración en dos periodos.
- d) Evaluar el efecto de las características fisicoquímicas (pH, ácido láctico, humedad y proteína) dependiendo los días de maduración en dos periodos.
- e) Relacionar diferencias en las variables de sabor y textura asociadas a coliformes totales y mesófilos aerobios en quesos madurados por días de maduración en dos periodos.
- f) Relacionar diferencias en las variables de sabor y textura asociadas a pH, ácido láctico, humedad y proteína en quesos madurados por días de maduración en dos periodos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes del queso en México

Los orígenes del queso no se pueden datar con exactitud, aunque se estima que se encuentran alrededor del año 8000 A. C., cuando se domestica la oveja en Medio Oriente y teniendo como objetivo la conservación de la leche (Randazzo, 2009). En México, la elaboración de queso se remota a los años 1500 con la conquista española, fue así durante el periodo colonial donde las técnicas de producción se adaptaron a la región, utilizando métodos tradicionales, sin adicción de cultivos y siendo la fermentación de forma natural; ahora denominados como quesos “artesanales” (Vargas; 2014; Cervantes et al., 2016; Fox, 2017).

De acuerdo con la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) en el 2018 la Industria Quesera produjo 418 mil 650 toneladas con un valor en el mercado de 21 mil 293 millones de pesos. En el 2017, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera informó que la industria de quesos produjo alrededor de 361 mil 200 toneladas, de los cuales alrededor del 44% fueron distintos quesos de pasta dura, semidura y madurados.

Existen 40 tipos de quesos tradicionales en México, que poseen una fuerte raíz histórica nacional por su métodos tradicionales (Solís et al., 2013; Grass y Vargas 2014; Zabaleta et al., 2017). De los cuales, algunos han recibido la distinción de denominación de origen y su elaboración ha sido estandarizada bajo las normas mexicanas del Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados, A. C. (COFOCALEC).

En cuanto a la norma mexicana F-735 de COFOCALEC (2011) se establecen las denominaciones del Queso Cotija Artesanal madurado, así como las especificaciones y los métodos de prueba aplicables para su evaluación. Dicho queso considerado patrimonio cultural de México data hace más de 400 años proveniente de los estados Jalisco y Michoacán.

Charlebois (2015) menciona que a nivel artesanal los quesos son elaborados con un mínimo de infraestructura, utilizando ganado criado por los mismos productores y su elaboración se desarrolla manualmente de forma controlada por el quesero, aunque se puede disponer de una mecanización en algún punto de la elaboración.

Queso artesanal de la delegación Real del Castillo

En Baja California, existe un mercado informal donde el 40% de la producción de leche de traspatio se destina para la producción de queso artesanal, ya que existe una mejor fluidez monetaria (Martínez, 2014). La industria quesera contribuye al desarrollo económico de la región, aportando empleo al medio rural de las pequeñas y medianas empresas (Díaz et al., 2017).

La raíz histórica del queso artesanal se remota en el año 1870, en la localidad Real del Castillo donde se establecieron familias extranjeras europeas iniciando la producción del queso. El queso se describe como prensado, oreado y con pasta semidura; el cual se elabora con leche de vaca no pasteurizada, en unidades pequeñas de producción bajo técnicas tradicionales y sin adiciones de cultivos iniciadores, cuya fermentación ocurre mediante un proceso natural. (Hernández, 2015; Maldonado y García, 2012; Martínez et al., 2015).

Así mismo, Hernández (2015) y Mamo (2017) menciona que los quesos pueden presentar variaciones de acuerdo con la estación del año en que se producen, debido a que existen factores externos e internos que se ven involucrados durante su proceso de maduración; como circunstancias ambientales, incremento de la temperatura en los recintos de almacenamiento, el proceso de cuajado y el rendimiento quesero .

Procesos fermentativos en la maduración

De acuerdo con la norma mexicana F-734 COFOCALEC (2014) la maduración es un proceso generalmente enzimático y/o microbiológico que puede darse de forma inducida o natural, bajo condiciones controladas de tiempo, temperatura y humedad. En este lapso ocurre la transformación del queso por medio del complejo proceso de fermentación, donde se involucran una amplia gama de reacciones físicas y bioquímicas, mediante la acción de las enzimas del cuajo (quimosina y pepsina) (López et al, 2012; Kongo, 2013; Granados et al., 2014).

Estos eventos bioquímicos primarios incluyen la degradación de productos de la lactosa (glucolisis), materia grasa (lipólisis) e hidrolisis de las proteínas (proteólisis). Los eventos secundarios incluyen el metabolismo de los aminoácidos y oxidación de los ácidos grasos (Ramos et al., 2013; Steele et al., 2013; Fadaly et al., 2015).

Glucólisis

Este proceso inicia con la coagulación de la leche, continua en el desuerado y prosigue durante la maduración del queso. Se da durante las primeras 24 horas posteriores al desuerado, se puede prolongar hasta 2 semanas dependiendo del tipo de queso y finaliza hasta que la lactosa se degrade por completo (Tovar, 2017; Vargas, 2018). Existen dos vías de fermentación para la conversión de la glucosa en ácido láctico, el proceso denominado homofermentativo utiliza la ruta Embden-Meyerhoff-Parnas (Figura 1) el cual producen del 90-97% de ácido láctico a partir de 1 mol de glucosa. La segunda vía es llamada heterofermentativa, produce el 50% del ácido láctico, etanol y un mol de dióxido de carbono a partir de la ruta de las pentosas (Figura 2) (Lashkari et al., 2012; Martínez et al., 2014)

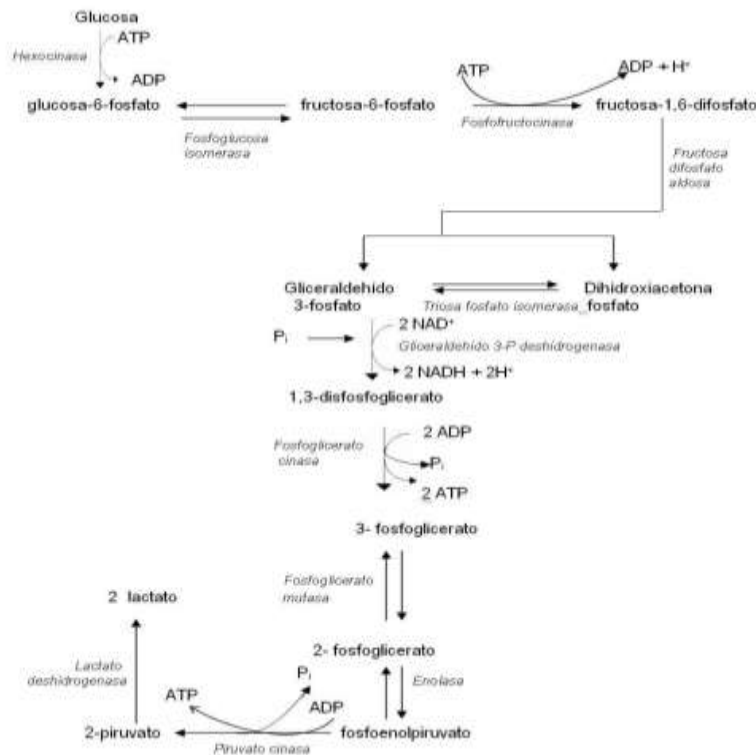


Figura 1 Vía Homofermentativa (Embden-Meyerhoff-Parnas) (Ortiz, 2006).

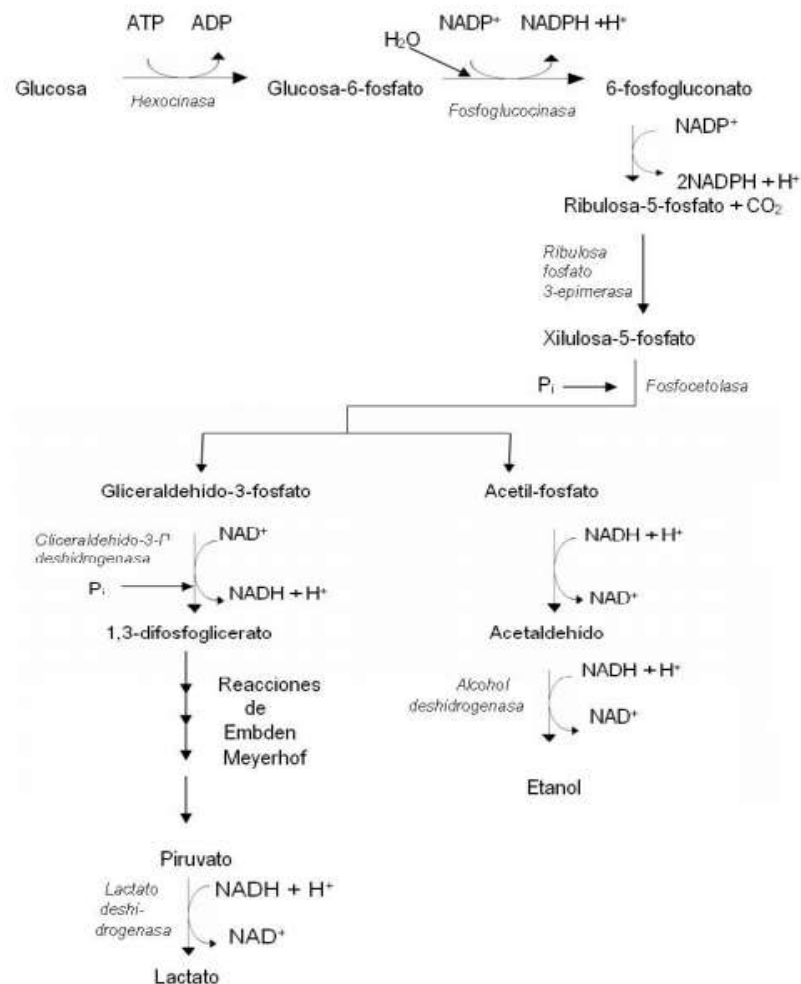


Figura 2 Vía Heterofermentativa (Pentosas) (Ortiz, 2006).

Parra et al. (2010) menciona que el contenido de ácido láctico procederá de la fermentación antes del moldeo, este mejora la textura y confiere un sabor ácido como leche fermentada al queso.

Por otra parte, Griffiths y Téllez (2013) mencionaron un adecuado porcentaje de ácido láctico que facilitara la coagulación y la retracción de la cuajada durante el proceso de elaboración, esto es de suma importancia para la adecuada formación de la pasta del queso.

Proteólisis

Este es el proceso más complejo e importante para la textura del queso al hidrolizar la matriz de la caseína, formando la estructura y aumentando la capacidad de la unión del agua a la cuajada, el cual implica desdoblamiento de la caseína en péptidos de bajo peso molecular y aminoácidos libres, ruptura de proteínas e incremento del pH (Alonzo et al., 2016; Cobo et al., 2019). Fox et al. (2017) señala que los quesos muestran tendencias similares proteolíticas. Sin embargo, factores externos e internos (naturaleza del queso, procesos de fabricación, temperatura y almacenamiento) pueden otorgar variables en las características de sabor y textura (Bongiolo et al., 2014; Ibáñez, 2015; Crespo, 2016).

Lipólisis

Consiste en la transformación de los triglicéridos en glicéridos parciales y ácidos grasos libres que se acumulan en la pasta (Álvarez, 2013; González et al., 2015). La lipólisis está influenciada por múltiples factores. Estos procesos dan como resultado un sabor amargo o rancio en el queso madurado, entre más tiempo madure el queso más intenso será el sabor (Chen y Opara, 2013; Ochoa et al., 2013).

Diversos autores mencionan que el proceso de maduración finaliza con la degradación pronunciada de las proteínas y caseínas, así como de la grasa butírica, lo que afecta notablemente a la pasta del queso, cambiando su composición (estructura, aspecto y consistencia) (Ordiales et al., 2013; Bongiolo et al., 2014).

Así mismo, Ramos et al. (2013) enfatiza la importancia en el control de temperatura, tiempo y humedad durante la maduración para que estos procesos se puedan desarrollar de manera adecuada.

Pruebas sensoriales

Según Watts (1992) la evaluación sensorial es una ciencia que abarca una gran variedad de disciplinas relacionadas con el estudio de las características sensoriales de un producto o alimento y la reacción del ser humano a este. Estos son un factor muy importante en cualquier estudio sobre alimentos, el cual consiste que los panelistas utilicen los sentidos de la vista, gusto, olfato y tacto para medir su nivel de agrado y proporcionar su aceptación o rechazo. Este tipo de evaluación es aplicable tanto para el desarrollo, como el mejoramiento de productos, así como también son muy útiles en los controles de calidad, estudios sobre conservación de alimentos y desarrollo de procesos. Para que los resultados de estas evaluaciones sean correctamente interpretables se debe aplicar el análisis estadístico apropiado (Barreto; 2012; Cordero, 2013; Crespo, 2016).

Los análisis descriptivos involucran la discriminación y descripción de componentes sensoriales cuantitativos y cualitativos. Estas pruebas sustituyen largas sesiones de entrenamiento permitiendo a personas sin experiencia participar como panelistas, evaluando varias características a la vez Gómez et al. (2010).

Cárdenas et al. (2018) describe el uso de vocabularios para la descripción del color, textura y sabor del queso. Principalmente en la caracterización de quesos sin denominación, cuando se requiere diferenciarlos de otros quesos.

Para que el panelista pueda describir la intensidad del alimento o pueda medir el nivel de agrado en una prueba descriptiva, se utilizan escalas hedónicas. Esta proporciona los datos necesarios para la evaluación del alimento por medio de una lista ordenada de términos relacionados a la investigación, ver Cuadro 1 (Castro, 2013; González et al., 2015).

Cuadro 1 Escala hedónica para valorar grado de satisfacción

-
- | | |
|---|---------------------------|
| 1 | Indetectable |
| 2 | Ligeramente detectable |
| 3 | Detectable |
| 4 | Muy detectable |
| 5 | Bastante detectable |
| 6 | Extremadamente detectable |
-

Fuente: González et al., (2015)

Utilizando estas herramientas, Costa et al. (2017) evaluó las variables de color, olor y calidad en general del queso con y sin ácido algínico. Cada atributo fue cuantificado en una escala de 6 puntos, donde el 1 correspondía a pobre calidad pobre y 6 excelente calidad.

Componentes sensoriales

Textura: es muy importante en la preferencia y aceptación de los alimentos, siendo reconocida como uno de los principales parámetros de la calidad. Los atributos sensoriales de textura de los quesos son varios y se dividen en características mecánicas y geométricas (Fox et al., 2016).

Sabor: los sabores principales de los quesos son el salado y el ácido. El salado por la adición de sal y el ácido por la formación de ácido láctico. También en los quesos se puede detectar el sabor amargo, que viene dado por la presencia de péptidos originados principalmente a partir de las regiones hidrofóbicas de las proteínas mediante procesos proteolíticos (Fox et al., 2016)

Sesiones de cata

Selección de panelistas: en los análisis, la calidad de los datos obtenidos con diversos instrumentos depende de su buen funcionamiento y del correcto calibrado de los mismos. De igual manera, la calidad de los análisis sensoriales está directamente relacionada con los panelista (Bejerano et al., 2016).

Existen dos tipos de panelistas (entrenado y no entrenado) y estos se deben seleccionar en función del objetivo y del tipo de panel que se desee constituir (Arnau et al., 2011). Agudelo et al. (2018) menciona que los panelistas no entrenados son los que generalmente son utilizados por las empresas alimentarias por no condicionar el resultado, es decir que sus respuestas son más parecidas a la población promedio.

De acuerdo con Gutiérrez (2018) se deben seleccionar un mínimo de 30 personas como evaluadores para que la prueba sea válida estadísticamente y que referentemente deben ser consumidores del producto a evaluar. Se les explica de forma adecuada cómo han de realizar sus evaluaciones y el entrenamiento previo se debe efectuar con objeto de que se familiaricen con los procedimientos de las pruebas que realizarán, para que mejore su capacidad de reconocer e identificar los atributos sensoriales del producto (Bejareno et al., 2016). Así mismo, en un análisis del queso tipo Chihuahua en México, Villalobos et al. (2018) menciona que las respuestas a las evaluaciones sensoriales varían de un sujeto a otro, o incluso dentro de una misma persona, por lo que describen un máximo de 30 panelistas para una correcta evaluación.

Lawless y Heymann (2010) indican condiciones presenciales para los panelistas, los cuales no deberán ser fumadores, no deberán tener ninguna enfermedad respiratoria, se abstendrán de ingerir alimentos al menos una hora antes de la sesión, no utilizar ningún perfume, no estar en estado de ebriedad o haber ingerido alguna sustancia toxica y quedarán excluidas aquellas personas que requieran fármacos capaces de alterar la percepción sensorial.

Respecto al espacio físico, Meildgaard et al. (2006) describe las características deseables donde se realizarán las degustaciones. Este debe ser un espacio cerrado y que cuente con temperatura controlada, por lo general deberá oscilar por debajo de los 21°C, que no tenga contacto con el exterior, animales o plantas y con una dimensión que permita el flujo de las personas requeridas para el análisis.

Microorganismos en el queso

La microbiología del queso es el factor más importante en la elaboración y maduración del queso, ya que dentro de la matriz del queso crecen diversas poblaciones que interactúan entre sí, modificando la composición de cada variedad (Callejas et al., 2012). En gran medida, contribuyen al desarrollo de las propiedades organolépticas, a la seguridad microbiológica y la producción de varios compuestos antimicrobianos. El crecimiento de los microorganismos deseables y la calidad de los quesos son influenciados por la composición y calidad de la leche empleada en el proceso de fermentación, estos pueden presentarse en forma natural o como contaminante (Martínez et al., 2016; Domingos et al., 2017).

Los análisis microbiológicos son una herramienta eficaz para establecer la calidad de un producto y de su proceso de elaboración. La interpretación adecuada de los resultados de laboratorio debe conducir a establecer si un alimento es apto o no para el consumo humano, tomando en cuenta los criterios microbiológicos determinados en la Normas Oficiales (Trejo et al., 2019).

Indicadores sanitarios

En los análisis microbiológicos, los microorganismos o indicadores sanitarios son aquellos cuya detección en números predeterminados sugiere un fallo en el proceso destinado a la higiene. En el caso de los quesos, son útiles para juzgar el funcionamiento del establecimiento, pues señalan la existencia de defectos durante la manipulación, el incumplimiento de las pautas de higiene y permiten inferir en la inocuidad (Chevenoba et al., 2011).

Además, Habib (2014) menciona que pueden poner en manifiesto deficiencias del queso, por contaminaciones antes, durante y después del proceso de elaboración.

Coliformes totales: este grupo de microorganismos comprende varios géneros de la familia *Enterobacteriaceae*, capaces de fermentar la lactosa y están ampliamente distribuidos por la naturaleza, agua y suelo. Son habitantes normales del tracto intestinal del humano y animales de sangre caliente. Las bacterias son capaces de fermentar la lactosa a 35 °C con producción de gas y su presencia en alimentos representa mala calidad e higiene en el proceso, en la manipulación del queso o contaminación después del proceso. Estas, si bien no son generalmente patógenas, pero son indicadores de presencia de microorganismos potencialmente patógenos y por lo tanto se consideran indicadores de deficiencias sanitarias (Yang et al., 2012).

Montes y Domenica (2019) mencionan que el estudio de los coliformes totales es de gran importancia ya que están asociados con la contaminación de materia fecal, siendo un riesgo para la conservación del producto y para la salud del consumidor.

Mesófilos aerobios: se definen como un grupo heterogéneo de bacterias capaces de crecer en un rango de temperatura entre 15-45 °C, con un óptimo de 35 °C, en este recuento se estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos. Un recuento bajo de aerobios Mesófilos no implica o no asegura la ausencia de patógenos, de la misma manera un recuento elevado no significa presencia de flora patógena. Ahora bien, salvo en alimentos obtenidos

por fermentación, no son recomendables recuentos elevados. Un recuento elevado puede significar: excesiva contaminación de la materia prima, deficiente manipulación durante el proceso de elaboración, la posibilidad de que exista patógenos y la inmediata alteración del producto (Paredes et al., 2014).

Cristóbal y Murtua (2013) menciona que la presencia de estos microorganismos se asocia al deterioro precoz de los quesos o fermentaciones anormales. Evidenciando las deficiencias de la calidad sanitaria e inadecuada manipulación de la materia prima.

Variaciones fisicoquímicas

Ramírez y Vélez (2012) señalan que las propiedades fisicoquímicas deben ser evaluadas en función al tipo de queso y su maduración. Estas variables son de suma importancia para la estructura de queso y su composición se ve modificada por el pH, la acidez y el contenido de proteína y humedad.

Variación de pH

Es uno de los parámetros que afecta sobre todo las propiedades texturales del queso, debido a su efecto sobre la red de proteínas. Un pH cercano al punto isoeléctrico provoca fuertes fuerzas iónicas e hidrófobas, que resultan en una red de caseína compacta típica de los quesos duros, mientras que en el caso de un pH más alto las caseínas presentan una carga negativa, lo que genera repulsión entre los agregados proteicos, generándose un queso con mayor humedad, más elástico y menos compacto (Gamboa et al., 2012; Maldonado y García, 2012).

Kongo et al. (2013) menciona que la combinación de un pH bajo y un prolongado periodo de maduración disminuye la humedad interna del queso, limitando el medio para el crecimiento de microorganismos patógenos.

Producción de ácido láctico

El ácido láctico es el ácido orgánico más abundante en los quesos. Se encuentra como compuesto natural de la leche y es producto de la fermentación. Los microorganismos son los principales responsables de la acidificación y las interacciones entre ellos reflejan su adaptación o contribución al desarrollo de la matriz del queso (Mazzeo et al., 2012; Montel et al., 2014).

La producción de ácido láctico ha demostrado poseer efectos de conservación y su determinación cuantitativa es de suma importancia porque actúa como indicador de actividad bacteriana (Sameen et al., 2010). El uso de cultivos microbianos productores de ácido láctico se está revelando como una opción de futuro para la conservación de alimentos crudos o moderadamente procesados (Cobo et al., 2018).

Degradación de humedad

Pereira et al. (2010) menciona que la determinación de humedad es de suma importancia en los quesos, debido a que el contenido de este influye en la velocidad de multiplicación de los microorganismos. Durante el proceso de maduración es requerida una pérdida gradual y sostenida de humedad. La elevada humedad afecta directamente a la textura del queso, provocando que el queso se ablande y pierda elasticidad (Gamboa et al., 2013).

Por otro lado, la pérdida de humedad que al provocar una disminución en la hidratación de la proteína conduce a una mayor interacción de estas, provocando el aumento de la firmeza de la matriz proteica. Y por su contenido de humedad se clasifican en quesos duros (20-42%), semiduros (44- 55%) y blandos o suaves (aprox. 55%), facilitando su estudio y comparación para la caracterización de los quesos (Solís et al., 2013).

Proteína

Las proteínas de la leche son de los componentes más importantes, pero en el queso solo permanecen el 30% aproximadamente (Chen y Long, 2013). En términos generales, se habla de que existen dos fenómenos proteolíticos que controlan la formación de la pasta y la firmeza del queso. El primero consiste en la acción de las diferentes enzimas proteolíticas sobre la matriz proteica, principalmente sobre la caseína, que da como resultado una disminución de la firmeza y, en consecuencia, modificaciones en algunas propiedades como la elasticidad y textura del queso (Oliete et al., 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias (IICV) que se ubica en el Km. 3.5 Carretera San Felipe S/N, Fracc. Campestre en Mexicali, Baja California. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Leche de la unidad académica antes mencionada.

Origen de la muestra

Las tres unidades productoras de queso seleccionadas están situadas en la región de Real de Castillo Nuevo de la localidad de Ojos Negros en Ensenada, Baja California ($31^{\circ}54'36.33''$ latitud norte y $116^{\circ}16'15.59''$ longitud oeste). Estas unidades colaboran en un programa de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) dentro de programas de Desarrollo Rural en Baja California desde el 2013. Producen queso tipo prensado con una capacidad de producción de 30 toneladas de queso mensual con un promedio de 110.00 a 130.00 pesos el kg de queso.

Descripción de la muestra

Queso blanco prensado de 2.5 kg, que además de cumplir con la descripción general del queso que menciona la Norma 243 de la Secretaría de Salud (2010), se caracteriza por ser de pasta dura, semidura o blanda; sometido a un proceso de maduración bajo condiciones controladas de tiempo, temperatura y humedad para provocar cambios microbiológicos, químicos, físicos y organolépticos.

Tratamientos

Se seleccionaron aleatoriamente 3 piezas de queso por cada una de las 3 UPQ en dos periodos (verano-invierno) los quesos fueron llevados al Laboratorio de Leche en el Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias para someterlos a maduración (21, 42 y 63 días) colocándolos en un refrigerador convencional (Whirlpool, Co) con un humidificador (Cave cube) en su interior simulando las condiciones de la salas de oreo de origen, a una temperatura de 12-17°C con 72-87% de humedad relativa (HR). Los quesos fueron envasados en bolsas flexibles selladas al vacío para evitar alteraciones del producto una vez completada su maduración, de acuerdo con la metodología descrita de Torres et al. (2015).

Variables a evaluar

Características sensoriales de textura y sabor. Características microbiológicas de unidades formadores de colonias (UFC) de Coliformes totales y Mesófilos aerobios. Características fisicoquímicas para la determinación del potencial de hidrógeno (pH), ácido láctico (g/L), % de humedad y proteína.

Análisis sensorial

Se realizaron sesiones de degustación en cada periodo (invierno-verano) con el fin de caracterizar percepciones sensoriales y promedios de variación por parte de los consumidores invitados. Se aplicó un cuestionario que incluyo la intensidad de los atributos del queso por medio de escala hedónica (usada para medir la intensidad) siendo 1 no percepción, 2 ligeramente, 3 moderado y 4 fuerte) (Figura 3).

PRUEBA PARA ANÁLISIS SENSORIAL

Edad _____ Sexo _____ Escolaridad _____ Fecha _____

Frente a usted hay TRES muestras de queso CODIFICADAS como (A-B-C), las cuales DEBE probar para PERCIBIR la CATEGORÍA de sabor y textura gustativa (al paladar) que recibe cada una de ellas; mediante el uso de este formato de análisis en escala de intensidad.

Marque en la CASILLA correspondiente "CODIGO DE LA MUESTRA", la escala que mejor describa que percibe o siente de la muestra que usted prueba.

CATEGORÍA	ESCALA DE INTENSIDAD											
	1. No percepción											
	2. Ligeramente											
	3. Moderado											
	4. Fuerte											
SABOR	"CODIGO DE LA MUESTRA"											
	A				B				C			
Dulce	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Salado	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Amargo	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Acido	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Leche quemada	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Mantequilla	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Fermentado	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Rancio	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Afrutado	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
TEXTURA GUSTATIVA (al paladar)	"CODIGO DE LA MUESTRA"											
	A				B				C			
Cremoso	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Adhiere	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Granuloso	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Desmorona	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Crujiente	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Seco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

UPQ ____ No. ID. Muestra ____

GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN

Figura 3 Formato de registro de evaluación de características sensoriales en quesos a diferentes días de maduración

Sesiones de degustación: en las sesiones realizadas se presentaron personal académico, administrativo y estudiantes de la institución, quienes tienen nociones básicas sobre las características del queso, considerados panelistas no entrenados (Chamorro, 2002). Los cuales fueron invitados por medio de redes sociales y se les especificó que no fueran fumadores, no utilizaran alguna colonia en el cuerpo, no estuvieran enfermas, no ingirieran alcohol en las últimas 24 horas y que se presentaran con una hora de ayuno. Las condiciones del ambiente fueron controladas de acuerdo con Meilgaard et al. (2006), el cual indica que las sesiones se deben realizar en un sitio limpio, cerrado y con temperatura controlada, sin contacto con animales o plantas del exterior. Los participantes degustaron las muestras codificadas de quesos madurados (A, B y C) de cada una de las 3 estaciones (una estación por UPQ) para evitar el sesgo. Las muestras fueron cortadas en pedazos pequeños de 2 centímetros aproximadamente y sin corteza, de tal manera que la muestra fuera apropiada para ingerir en un solo bocado. A cada participante se les explicó el procedimiento a seguir para la degustación, el adecuado llenado del formato de evaluación y entre cada degustación se les proporciono agua junto con pretzeles, con el fin de evitar algún efecto de la siguiente muestra a degustar. Finalizada la degustación de las muestras de quesos de cada una de las estaciones y del llenado correcto del formato de evaluación, el participante entregó el formato al responsable. Un total de 15 personas participaron por cada estacionen la sesión de degustación (total de 45 personas) y un total de 90 participantes por las dos estaciones del año.

Pruebas de valoración microbiológica

Preparación de la muestra: los análisis microbiológicos fueron realizados inmediatamente finalizado el día de maduración correspondiente de cada queso (21, 42 y 63 días) y fueron realizados por duplicado. Se tomaron porciones de 10 g en diferentes sitios del queso para obtener una muestra representativa y cada muestra se homogenizó por 1 minuto en 90 ml de agua peptonada bufferada al 1% (Difco, New Jersey) utilizando el digestor Stomacher 400 (Seward Laboratory Systems, UK) (Rodríguez et al., 2009). Se efectuaron alícuotas de dilución mediante la técnica de tubos múltiples, la cual consiste en realizar diluciones decimales consecutivas a partir de la muestra inicial, distribuyendo 1 ml de la muestra inicial en 9 ml de solución fosfatada estéril (solución de trabajo), obteniendo volúmenes decrecientes de la dilución primaria (10^1) (NOM-110-SSA1-1994; Vásquez et al., 2018). En base a la metodología se realizaron diluciones decimales de 10^1 - 10^3 para Coliformes totales (Figura 4) y de 10^1 - 10^5 para Mesófilos aerobios (Figura 5) (ISO 6887, 1983; ISO 4833, 1991).



Figura 4 Técnica de dilución para la determinación de Coliformes totales

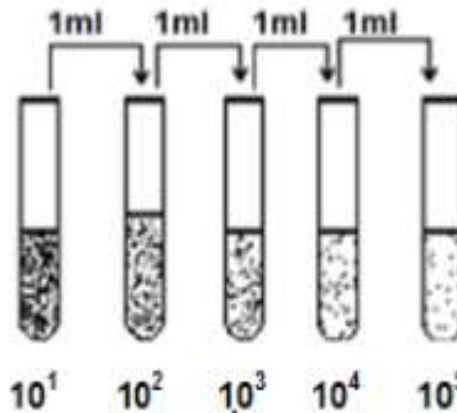


Figura 5 Técnica de dilución para la determinación de Mesófilos aerobios

Determinación de Coliformes totales: se realizó el método de recuento en placa descrito en el apéndice B.10 de la Norma Oficial Mexicana 243 de la Secretaría de Salud (2010), el cual determina el número de microorganismos coliformes presentes en la muestra. Se agregó 1 ml de cada dilución (10^1 a 10^3) en placa Petri previamente identificada y 12 ml del medio selectivo agar Rojo Violeta Bilis (MCD LAB, México), se mezcló la placa Petri cuidadosamente con movimientos de izquierda a derecha para combinar el inóculo al medio. Una vez solidificado el gel agar se invirtió la placa Petri y se sometió a incubación (VWR® Gravity Convection Incubators Basic, USA) a una temperatura controlada de $35 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 ± 2 horas. Después del periodo especificado para la incubación se identificaron las colonias con el contador (Reichert Quebec® Darkfield, USA), las colonias típicas son de color oscuro y generalmente se encuentran rodeadas de un halo de precipitación debido a las sales biliares (González y Franco, 2015; Sánchez et al., 2016). Conforme a los criterios de la Norma Oficial Mexicana 092 de la Secretaría de Salud (1994), se seleccionaron las placas que contenían entre 15 y 150 colonias, se calcularon las colonias en base a la dilución efectuada y los resultados se expresaron en Unidades Formadoras de Colonias (UFC/g).

Determinación de Mesófilos aerobios: el procedimiento se realizó bajo la metodología descrita en el apéndice B.16 de la Norma Oficial Mexicana 243 de la Secretaria de Salud (2010) mediante la técnica de recuento en placa. Esta técnica permite que los microorganismos aerobios mesófilos (bacterias, mohos y levaduras) se desarrollen en presencia de oxígeno libre en un medio selectivo a una temperatura comprendida entre 30°C y 45°C en placa Petri. De las diluciones efectuadas (10^{-1} - 10^{-5}) se depositó 1 ml de cada una en placa Petri previamente identificada y se le agregó de 12 a 15 ml del medio selectivo agar Método Estándar (MCD LAB, México), se mezcló la placa Petri cuidadosamente con movimientos de izquierda a derecha para combinar el inóculo al medio. Una vez solidificado el gel agar se colocó la caja Petri en posición invertida dentro de la incubadora (VWR® Gravity Convection Incubators Basic, USA) a una temperatura controlada de $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 48 ± 2 horas. Una vez finalizado el periodo de incubación se procedió a realizar la identificación de colonias en un contador (Reichert Quebec® Darkfield, USA), el típico desarrollo es en cadenas de colonias no separadas entre sí, no se cuenta cada colonia individualmente, se les considera una sola unidad formadora de colonia según especifica Association of Official Analytical Chemists (1990). Conforme a los criterios de la Norma Oficial Mexicana 092 de la Secretaria de Salud (1994), se seleccionaron las placas con colonias desarrolladas (excepto de mohos y levaduras) en un intervalo de 25 a 250, se calcularon las colonias en base a la dilución efectuada y los resultados se expresaron en Unidades Formadoras de Colonias (UFC/g).

Pruebas de valoración fisicoquímica

Determinación del potencial de hidrógeno: para la medición electrométrica de la actividad de los iones de hidrógeno presentes en la muestra del producto queso, se desarrolló la técnica descrita en la Norma Mexicana 099 (1970). El procedimiento se realizó utilizando un potenciómetro (Multiparameter PCSTestrTM35, USA) previamente calibrado con soluciones reguladoras (buffer) de pH 4.0., 7.0 y 10.0 (Farahani et al., 2013). Una vez calibrado el potenciómetro, se trituyó 1 g de la muestra de queso en un mortero y fue pasándose cuantitativamente a un vaso de precipitado con 10 ml de agua destilada hasta que la muestra quedará totalmente homogenizada. Inmediatamente fue introducido por inmersión el electrodo del potenciómetro, se esperó alrededor de 5 segundos y se tomó la lectura indicada en el potenciómetro (NMX-F-317-S-1978)

Determinación de ácido láctico: se midió el porcentaje de producción de ácido láctico (g/L) empleando el método de titulación volumétrica descrito el apéndice 8.3 de la Norma Oficial Mexicana 155 de Secretaria de Comercio y Fomento Industrial (2012). Se homogenizaron 10 gramos de queso en 90 ml de agua destilada en un digestor Stomacher 400 (Seward Laboratory Systems, UK) por 1 minuto. Se agregaron 20 ml de muestra en un vaso precipitado y se le añadieron 2 ml de fenolftaleína como indicador. La muestra se tituló con hidróxido de sodio 0.1 (NaOH), a través de una bureta graduada se fue depositando gota a gota el NaOH a la muestra, agitando suavemente hasta que el indicador cambiara su color a un color rosado persistente por 1 minuto aproximadamente.

El procedimiento se realizó por duplicando y el porcentaje se calculó mediante el volumen de NaOH gastado en la titulación, el resultado se expresó en ácido láctico (g/L) (AOAC, 1995; Sánchez et al., 2007)

Determinación de humedad: se desarrolló el método descrito en la Norma Oficial Mexicana 116 de la Secretaría de Salud (1994) que especifica el tratamiento térmico por gasa para la determinación de humedad. En un desecador se insertó una cápsula con una gasa en el fondo por 2 horas a $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$, finalizado el tiempo se dejó enfriar a temperatura ambiente y se anotó el peso de la masa M1 (cápsula con gasa). Posteriormente, se cortaron 10 gramos de la muestra de queso en forma cúbica y se colocaron por encima de la gasa dentro de la cápsula y se anotó el peso de la masa M2 (cápsula con gasa más muestra inicial). Después de pesar la masa M2, se colocó la cápsula en una estufa con un termostato para mantener la temperatura de $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 4 horas e inmediatamente finalizado el tiempo se introdujo la cápsula en el desecador, se dejó enfriar nuevamente y se anotó el peso de la masa M3 (cápsula con gasa más muestra seca). La gasa se colocó con el fin de incrementar la superficie de contacto y la circulación del aire en la muestra, favoreciendo la evaporación durante el tratamiento térmico (Ballesta, 2014; Rosado et al., 2013). El procedimiento se realizó por duplicado y el porcentaje de humedad se calculó mediante la fórmula descrita en la norma, calculando la diferencia de los pesos entre las masas (M1, M2 y M3) y el resultado se expresó en porcentaje de humedad.

Determinación de proteína: el método de prueba que se aplicó para la determinación de proteínas en quesos es el descrito en la Norma Mexicana F 098 (1976). El método Kjeldahl se fundamenta en base a la descomposición de los compuestos de nitrógeno orgánico por medio de la ebullición con ácido sulfúrico 98% (H_2SO_4). Se pesó 1 g de muestra y se transfirió a un matraz Kjeldahl, se añadió una serie de reactivos y H_2SO_4 concentrado, se colocó el matraz en el digestor y se calentó gradualmente hasta que la solución se aclaró. Se dejó enfriar y se le añadió agua para diluir y solución acuosa concentrada de hidróxido de sodio (NaOH 1:1). Para recibir el destilado se conectó inmediatamente un Matraz Erlenmeyer con el indicador y éste se tituló con ácido clorhídrico 0.1 N. Con los resultados obtenidos se realizó la fórmula descrita en la norma y el resultado se multiplica por el factor 6.38 para obtener el % de proteína.

Análisis estadístico

Con los datos obtenidos por medio de las degustaciones y de los resultados microbiológicos y fisicoquímicos, se elaboraron bases de datos en el programa Excel para facilitar el manejo de la información. Se realizó un análisis de distribución de normalidad para muestras independientes para establecer diferencias entre las medias de las variables de sabor y textura, con el fin de caracterizar la percepción sensorial de los consumidores de los quesos por día de maduración y por periodo (verano-invierno). Comparación entre promedios de UFC (Coliformes totales y Mesófilos aerobios), pH, ácido láctico, % de humedad y proteína de los quesos por día de maduración y por periodo. Aplicando la prueba t-Student, con el programa Statistix (versión 9.1, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variaciones sensoriales del queso artesanal madurado

Caracterización del queso madurado a 21 días (invierno/verano)

En el cuadro 2 se puede observar el comportamiento de las variables de la categoría de las sensoriales (sabor y textura) de los quesos en los periodos de invierno y verano. En el periodo de invierno los panelistas detectaron en verano sabores moderadamente ácidos 2.917 (1.085), amargos 2.293 (1.015) y fermentados 2.213 (1.145). De igual manera en los quesos de verano se percibió el sabor ácido 2.983 (0.870), amargo 2.422 (0.451) y fermentado 2.180 (1.062). Y a diferencia del periodo de invierno, los sabores rancio 2.110 (0.854) y salado 2.188 (0.480) se percibieron en el periodo de verano ($p < 0.05$). En el estudio del proceso de maduración y almacenamiento del queso Andino, Cevallos y Zapata (2020) evidenciaron mediante un análisis sensorial la percepción del sabor salado por el 60% de sus evaluadores en periodos cortos de tiempo (11 y 25 días), bajo condiciones de almacenamiento similares a las de nuestro estudio (17 °C y 89% humedad relativa). En el estudio de Becerra et al. (2015) se evaluaron quesos madurados en periodos cortos (15 días) y se determinaron una buena aceptación en cuanto al sabor ácido en combinación con salado y amargo, en concordancia con lo previamente reportado en nuestros resultados de ambos periodos. De acuerdo con Villegas de gante (2012) el metabolismo de la lactosa contribuye al sabor ácido del queso, particularmente en los quesos con periodos cortos de maduración.

Además de contribuir en cambios sensoriales, otorgan seguridad contra microorganismos patógenos como *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli*. Con respecto a la textura, los quesos de invierno se desmoronan ligeramente 1.910 (0.890) y se adhieren al paladar 1.903 (0.699). En los quesos de verano se percibió la textura crujiente 2.831 (0.989), seca 2.406 (0.713) y que se desmoronan moderadamente 2.290 (1.101) con mayor intensidad que en el periodo invierno. Moushumi et al. (2012) menciona que la variable de textura de adherencia al paladar es característica de quesos jóvenes o con etapa breve de maduración; dicha variable está presente en ambos periodos, lo cual refleja que las características percibidas del queso son deseables y se comportan de acuerdo con la literatura.

Cuadro 2 Características sensoriales de sabor y textura del queso artesanal madurado a 21 días en dos periodos estacionales

Sabor	Invierno $\bar{x}$ ($\pm$ SD)	Verano $\bar{x}$ ($\pm$ SD)	Textura	Invierno $\bar{x}$ ($\pm$ SD)	Verano $\bar{x}$ ($\pm$ SD)
Dulce	1.188 (0.687) ^a	1.840 (0.584) ^a	Cremoso	1.850 (0.703) ^a	1.865 (0.840) ^a
Salado	1.203 (0.917) ^a	2.188 (0.480) ^b	Adhiere	1.903 (0.699) ^a	1.382 (0.892) ^a
Amargo	2.293 (1.015) ^a	2.422 (0.451) ^b	Granuloso	1.670 (0.790) ^a	2.145 (0.890) ^a
Ácido	2.917 (1.085) ^a	2.983 (0.870) ^a	Desmorona	1.910 (0.890) ^a	2.290 (1.101) ^b
Leche quemada	1.445 (1.095) ^a	1.797 (0.695) ^a	Crujiente	1.293 (0.982) ^a	2.831 (0.989) ^b
Mantequilla	1.895 (0.644) ^a	1.897 (0.791) ^a	Seco	1.822 (0.684) ^a	2.406 (0.713) ^b
Fermentado	2.213 (1.145) ^a	2.180 (1.062) ^a			
Rancio	1.983 (0.764) ^a	2.110 (0.854) ^b			
Afrutado	1.266 (0.343) ^a	1.087 (0.691) ^a			

^{aa} Literales iguales ($p > 0.05$) No diferencia estadística significativa

^{ab} Literales diferentes ($p < 0.05$) Diferencia estadística significativa

Caracterización del queso madurado a 42 días (invierno/verano)

En el cuadro 3 se observa que los participantes percibieron ligeramente el sabor amargo 2.288 (1.140) y fermentado 2.311 (1.083) en quesos del periodo de invierno. En el periodo de verano, se percibió con mayor intensidad el sabor salado 2.867 (0.780), en comparación al periodo de invierno ($p < 0.05$) y de igual manera se percibieron los sabores amargo 2.422 (1.076), fermentado 2.111 (0.958) y ácido 2.067 (0.983). El estudio de Ramírez et al. (2017) se analizaron diversas muestras de queso producido en el estado de Chihuahua prensado, el cual presento similitudes con nuestros resultados en la variable del sabor salado 2.2 (1.10), 2.6 (2.22), 2.2 (2.25) evidenciando que la adición de NaCl ayuda a mejorar el sabor, minimiza el deterioro y el crecimiento de microorganismos patógenos en el queso. Rodríguez (2021) describe al queso Edam con un sabor agradable ligeramente ácido, amargo y ligeramente salado, típico de quesos madurados a consecuencia de la disminución del agua por el proceso de maduración; comportamiento similares mostraron los quesos de verano, es decir podemos considerar que las variables percibidas son de gran aceptabilidad. En cuanto a las variables de textura, en los quesos del periodo de invierno se percibió ligeramente una textura cremosa 1.777 (0.026) y que desmorona al paladar 1.777 (0.441). En el periodo de verano la textura cremosa 2.222 (0.901) fue percibida moderadamente, en comparación al periodo de invierno donde se percibió ligeramente ($p < 0.05$). La textura crujiente 2.234 (0.505) solamente fue percibida en el periodo de verano ($p < 0.05$).

Con el fin de evaluar el efecto de la cheddarización en el queso Durango, Macay y Mondragón (2011) realizaron un estudio del queso madurado a 20 días, donde los panelistas detectaron consistencias cremosas 4.84 (0.95) las cuales fueron altamente aceptadas. De modo que existe una gran similitud con nuestros resultados, donde la variable cremoso fue percibida en ambos periodos, siendo el periodo de verano con mayor percepción. Por lo cual Villalobos et al (2018) menciona que existen diferencias en la carga microbiana natural de la leche referente al periodo de producción y por ende existirán diferencias en el comportamiento de las variables del queso. En la ciudad de Huaraz, en un estudio descriptivo sensorial bajo escala hedónica, Murtaza et al. (2013) menciona que el 50% de los consumidores prefieren un queso cremoso y salado, ambas variables se encontraron presentes en los quesos del periodo de verano, por lo cual basado en la literatura se evidencia que los quesos de la delegación Real de Castillo Nuevo son altamente aceptables.

Cuadro 3 Características sensoriales de sabor y textura del queso artesanal madurado a 42 días en dos periodos estacionales

Sabor	Invierno $\bar{x}$ ($\pm$ SD)	Verano $\bar{x}$ ($\pm$ SD)	Textura	Invierno $\bar{x}$ ($\pm$ SD)	Verano $\bar{x}$ ($\pm$ SD)
Dulce	1.577 (0.722) ^a	1.444 (0.623) ^a	Cremoso	1.777 (0.026) ^a	2.222 (0.901) ^b
Salado	1.644 (0.743) ^a	2.867 (0.780) ^b	Adhiere	1.622 (0.805) ^a	1.844 (0.824) ^a
Amargo	2.288 (1.140) ^a	2.422 (1.076) ^a	Granuloso	1.666 (0.825) ^a	1.711 (0.726) ^a
Ácido	1.933 (0.931) ^a	2.067 (0.983) ^b	Desmorona	1.777 (0.441) ^a	1.553 (0.743) ^a
Leche quemada	1.400 (0.719) ^a	1.333 (0.639) ^a	Crujiente	1.288 (0.626) ^a	2.234 (0.505) ^b
Mantequilla	1.488 (0.726) ^a	1.622 (0.836) ^a	Seco	1.577 (0.839) ^a	1.800 (0.919) ^a
Fermentado	2.311 (1.083) ^a	2.111 (0.958) ^b			
Rancio	1.733 (0.874) ^a	1.711 (0.944) ^a			
Afrutado	1.177 (0.441) ^a	1.553 (0.743) ^a			

^{aa} Literales iguales ($p > 0.05$) No diferencia estadística significativa

^{ab} Literales diferentes ($p < 0.05$) Diferencia estadística significativa

Caracterización del queso madurado a 63 días (invierno/verano)

En el cuadro 4 se observan las características sensoriales percibidas de textura y sabor a 63 días de maduración. Los participantes percibieron en los quesos del periodo de invierno el sabor ligeramente amargo 2.155 (1.021) y fermentado 2.111 (1.070). En contraste con el periodo de verano, donde fue percibido moderadamente el sabor amargo 2.422 (0.491), fermentado 2.200 (1.035), ácido 2.133 (0.990), rancio 2.066 (0.986) y salado 2.066 (0.780). En el trabajo de López y Martínez (2018) se evaluaron quesos producidos en Chihuahua bajo una escala hedónica de 9 puntos (1 débil, 9 fuerte) mostrando resultados similares en la percepción de los descriptores salado 3.4 (2.7), ácido 2.8 (1.9) y ácido 2.0 (1.7), por lo cual podemos identificar nuestros resultados como aceptables en cuanto a la percepción similar de las variables. En el estudio sensorial de Cevallos y Zapata (2020) del queso Andino madurado, se observó que el 40% de los evaluadores determinaron que el sabor típico de un queso madurado debía ser amargo y salado, ambas variables se presentaron en el queso de verano, por lo cual son deseables en la fase final de maduración. En los quesos de invierno los participantes describen una textura seca 1.911 (0.874) ligeramente percibida, en comparación con los quesos de verano, donde la textura seca 2.370 (0.983) fue moderadamente percibida. Asimismo, los participantes percibieron la textura crujiente 2.111 (0.006), que se desmorona 2.200 (1.078) y granulosa 2.044 (0.928) en los quesos de verano.

Mejía (2012) menciona que los quesos madurados son productos heterogéneos. Sin embargo, describe la característica seca como el parámetro textual con mayor variabilidad en la percepción de quesos con periodos de maduración prolongados, cuya elaboración tiene etapas determinantes en su consistencia como el prensado.

Cuadro 4 Características sensoriales de sabor y textura del queso artesanal madurado a 63 días durante dos periodos estacionales

Sabor	Invierno $\bar{x}$ ($\pm$ SD)	Verano $\bar{x}$ ($\pm$ SD)	Textura	Invierno $\bar{x}$ ($\pm$ SD)	Verano $\bar{x}$ ($\pm$ SD)
Dulce	1.422 (0.583) ^a	1.600 (0.719) ^a	Cremoso	1.755 (0.773) ^a	1.955 (0.903) ^a
Salado	1.800 (0.042) ^a	2.066 (0.780) ^b	Adhiere	1.555 (0.724) ^a	1.822 (0.865) ^a
Amargo	2.155 (1.021) ^a	2.422 (0.491) ^b	Granuloso	1.777 (0.849) ^a	2.044 (0.928) ^b
Ácido	1.977 (0.055) ^a	2.133 (0.990) ^b	Desmorona	1.844 (0.928) ^a	2.200 (1.078) ^b
Leche quemada	1.244 (1.055) ^a	1.377 (0.805) ^a	Crujiente	1.333 (0.672) ^a	2.111 (0.996) ^b
Mantequilla	1.555 (0.724) ^a	1.688 (0.901) ^a	Seco	1.911 (0.874) ^a	2.370 (0.983) ^b
Fermentado	2.111 (1.070) ^a	2.200 (1.035) ^a			
Rancio	1.689 (0.874) ^a	2.066 (0.986) ^b			
Afrutado	1.355 (0.733) ^a	1.577 (0.891) ^a			

^{aa} Literales iguales ($p>0.05$) No diferencia estadística significativa

^{ab} Literales diferentes ($p<0.05$) Diferencia estadística significativa

Variaciones microbiológicas del queso artesanal madurado

La calidad microbiológica del queso madurado a 21, 42 y 63 días en ambos periodos se observa en el cuadro 5. A los 21 días de maduración, se detectaron concentraciones de 4.611 (1.204) en el periodo de invierno y en verano concentraciones de 5.915 (0.546) de coliformes totales ($p<0.05$). A los 42 días de maduración, se detectaron concentraciones de 3.869 (0.717) en el periodo de invierno y en verano concentraciones de 4.966 (0.459) de coliformes totales ($p<0.05$).

A los 63 días de maduración, se detectaron concentraciones de 3.089 (0.734) en el periodo de invierno y en verano concentraciones de 4.606 (0.379) de coliformes totales ($p < 0.05$). Aunque existe una disminución de la concentración de la carga microbiana a lo largo de la maduración en ambos periodos, según la Norma 243 de la Secretaría de Salud (2010) los resultados se encuentran por encima de los límites permisibles, que indica concentraciones ≤ 100 UFC ($\leq 2.0 \log_{10}$ CFU mL). Sin embargo, en comparación con el estudio realizado por Romero et al. (2019) para evaluar la calidad sanitaria de queso tropical mexicano de la región de Tonalá, Chiapas se mostraron presencia de coliformes fecales en una concentración de 7.44, 7.53, 7.65, 7.14 Log UFC/g en quesos elaborados con leche sin pasteurizar y madurados (20 días) en un sistema de pasteurización abierto y artesanal; estos resultados se encuentran por encima de nuestros resultados reportados en ambos periodos. Por otra parte, resultados similares se presentaron en el estudio de Díaz y González (2011), quienes detectaron estos microorganismos en el 64% de las muestras estudiadas del queso artesanal tipo “telita”. Reséndiz et al. (2012) menciona que los elevados valores de microorganismos revelan deficiencias en las condiciones de obtención de la leche, el procesamiento y el almacenamiento de los quesos. Se puede concluir que los resultados reportados de los quesos de Real de Castillo Nuevo presentan una concentración microbiológica corregible, adecuando las medidas necesarias en el proceso de elaboración, ya que presentan un comportamiento de disminución a lo largo de los días de maduración en ambos periodos, por lo cual podemos recalcar que la maduración es positiva para el control de patógenos.

En cuanto a la concentración de mesófilos aerobios presento similitudes estadísticas a los 21 y 42 días de maduración en ambos periodos ($p>0.05$). Sin embargo, a los 63 días de maduración las concentraciones disminuyeron a 6.1998 (0.710) en invierno y 6.651 (0.340) en verano. Estos valores se encuentran por encima de los límites permisibles según especifica la Norma 243 de la Secretaría de Salud (2010) que indica concentraciones deseables menores a $\leq 100,000$ UFC ($\leq 5 \log_{10}$ CFU mL). En el estudio de García et al. (2014) de quesos madurados la concentración de microorganismo mesófilos a los 12 días se mostró con una media 7.44 (0.97) y a los 20 días 6.77 (0.63), evidenciando que los periodos cortos de maduración son inadecuados para el control de estos microorganismos. Con respecto al estudio del queso Aro producido con leche no pasteurizada, González y Franco (2015) obtuvieron resultados de 9.30 Log₁₀ UFC/g, los cuales son considerados muy elevados, ya que no se utilizan cultivos iniciadores para la elaboración de este tipo de queso.

Cuadro 5 Efecto de las variaciones microbiológicas del queso artesanal madurado en dos periodos estacionales

	Día de maduración	Invierno	Verano
		$\bar{x}$ ($\pm$ SD)	$\bar{x}$ ($\pm$ SD)
Coliformes totales	21	4.611 $\pm$ 1.204 ^a	5.915 $\pm$ 0.546 ^b
	42	3.869 $\pm$ 0.717 ^a	4.996 $\pm$ 0.459 ^b
	63	3.089 $\pm$ 0.734 ^a	4.606 $\pm$ 0.379 ^b
Mesófilos aerobios	21	7.111 $\pm$ 0.409 ^a	7.077 $\pm$ 0.125 ^a
	42	6.773 $\pm$ 0.431 ^a	7.067 $\pm$ 0.343 ^a
	63	6.198 $\pm$ 0.710 ^a	6.651 $\pm$ 0.340 ^b

*Datos expresados ($\log_{10}$ UFC/g)

UFC Unidades formados de colonias

^{aa} Super índices iguales indican que no existe diferencia estadística significativa ($p>0.05$)

^{ab} Super índices diferentes indican diferencia estadística significativa ($p<0.05$)

En el cuadro 6 podemos observar la relación entre las variables de sabor percibidas y su asociación a las concentraciones microbiológicas. Villegas et al. (2016) describe al grupo de coliformes como bacterias gram-negativas contaminan la leche, este grupo fermenta la lactosa y son psicótrofas también; esta fermentación de la lactosa puede producir hinchazón en el queso, conocido como hinchazón temprana, aun cuando el queso está en prensado, generando sabores atípicos en los productos. Hattem et al. (2012) indica que este grupo de bacterias también acidifican la pasta, desarrollando una proteólisis no muy buena en el queso y que la cuantificación de estos microorganismos es importante, ya que provoca cambios en las propiedades organolépticas del queso, tales como el sabor amargo, rancio y putrefacto.

Cuadro 6 Diferencias en los promedios percibidos de sabor y textura asociados al efecto de características microbiológicas en quesos madurados en dos periodos

Variable		Día de maduración	Microorganismos	Concentración de microorganismos ¹	
				Invierno $\bar{x}$ ($\pm$ SD)	Verano $\bar{x}$ ($\pm$ SD)
Sabor	Textura				
Salado	Desmorona	21	Coliformes totales	4.611 (1.204)	5.915 (0.546)
Amargo	Crujiente		Mesófilos aerobios	NS	NS
Rancio	Seco				
Salado	Cremoso	42	Coliformes totales	3.869 (0.717)	4.996 (0.459)
Ácido	Crujiente		Mesófilos aerobios	NS	NS
Fermentado					
Salado	Granulosa	63	Coliformes totales	3.089 (0.734)	4.606 (0.379)
Amargo	Desmorona		Mesófilos aerobios	6.198 (0.710)	6.651 (0.340)
Ácido	Crujiente				
Rancio	Seco				

¹Concentración expresada en Log₁₀
NS= No significancia estadística (p>0.05)

Variaciones fisicoquímicas del queso artesanal madurado

El efecto de las variaciones fisicoquímicas se puede observar en el Cuadro 7. El pH disminuyó significativamente en verano al día 21 de maduración, lo que se relaciona por la producción de ácido láctico. Iza (2017) menciona que el pH es un indicador del estado del producto ya que puede tener procesos de alteración y además proliferaciones de microorganismos como bacterias y hongos. Por el cual, indica valores entre 4.89% y 5% para el queso madurado Cheddar. Resultados similares se reportan en el estudio de Ramírez et al. (2017), donde presentan pH superior a 5.8 en quesos madurados en quesos producidos en invierno. Las variaciones de pH entre periodos se originan de las actividades acidificantes de la microflora presente en el queso, Ong et al., 2012 menciona que las bajas temperaturas de invierno favorecen la reducción en la intensidad de las reacciones bioquímicas, resultando un constante nivel de pH, mientras en verano favorecen la acción de las proteasas utilizadas por las bacterias. Delgado et al. (2011) menciona que la acumulación de ácido láctico, a partir de lactosa, puede haber generado el descenso del pH. La concentración de ácido láctico en el día 42 aumento en ambos periodos, siendo el periodo de invierno con mayor concentración, actuando de forma positiva debido al que el proceso fermentativo actúa como conservador de manera natural. En el estudio de Paredes et al. (2014) de la concentración de ácido láctico de los quesos madurados de la región de Chihuahua 0.40 (0.45), Delicias 0.57 (0.39), Camargo 0.37 (0.34) y Cuauhtémoc 0.35 (0.15) se mostraron resultados similares a las concentraciones del periodo de verano, ya que en invierno se situó por encima de estos valores.

Es importante destacar que, si bien los valores de ácido láctico fueron significativamente afectados tanto por el control de la maduración (tiempo, temperatura y humedad) y el periodo estacional, siempre se encontraron en un rango considerado como seguro para descartar una posible contaminación con microorganismos no habituales. El porcentaje de humedad presento una disminución considerable en el periodo de invierno al día 63 de maduración ($p \leq 0.5$). Comparado con otros tipos de quesos los valores reportados de humedad son superiores al queso Cheddar 38.6 (Ayala et al. 2016) e inferiores al Camembert 42.9% y al Mozzarella 44.6% (Fang et al. 2016). Según la Norma F 735 de COFOCALEC (2011) nuestros resultados fueron similares al queso Cotija Artesanal madurado al día 42 y 63, la cual especifica el porcentaje de humedad m/m de 36 máx. Además, también menciona un contenido de proteínas de 25 mín.; los contenidos de proteínas se deben, en parte, a la alimentación del ganado y a la concentración de nutrientes por la pérdida de humedad del queso durante la maduración (García et al., 2013). Resultados y condiciones de evaluación similares se presentaron en un estudio del Queso Tepeque de la Tierra Caliente del Estado de Michoacán, donde se compararon 2 periodos: lluvia 22.3 (3.0) y el estiaje 17.5 (3.6); al igual que comparación por maduración: oreado 19.2 y madurado 23.1 con desviación estándar agrupada (5.5) (Solís et al., 2014). Por lo cual, en base a la normatividad y a la literatura podemos concluir que los quesos de la Delegación Real de Castillo Nuevo tienen un comportamiento adecuado en cuanto a su composición fisicoquímica.

Cuadro 7 Efecto de las variaciones fisicoquímicas (pH, ácido láctico, humedad y proteína) del queso artesanal madurado en dos periodos estacionales

Día de maduración		Invierno	Verano
		$\bar{x} (\pm SD)$	$\bar{x} (\pm SD)$
pH	21	5.667 ± 0.577^a	5.423 ± 0.384^a
	42	5.667 ± 0.577^a	5.395 ± 0.360^b
	63	5.633 ± 0.288^a	5.306 ± 0.263^a
Ácido láctico (g/L)	21	1.016 ± 0.246^a	0.422 ± 0.191^a
	42	1.220 ± 0.315^a	0.664 ± 0.205^b
	63	0.988 ± 0.192^a	0.499 ± 0.102^b
Humedad (%)	21	40.186 ± 2.218^a	40.323 ± 3.682^a
	42	35.530 ± 3.563^a	36.673 ± 3.694^a
	63	32.554 ± 0.741^a	35.320 ± 3.302^b
Proteína (%)	21	30.460 ± 4.215^a	47.383 ± 4.072^b
	42	31.853 ± 3.269^a	50.620 ± 5.694^b
	63	31.703 ± 3.902^a	46.900 ± 3.133^b

^{aa} Super índices iguales indican que no existe diferencia estadística significativa ($p > 0.05$)

^{ab} Super índices diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

Las propiedades sensoriales de sabor y textura se ven afectadas por la composición fisicoquímica, siendo de suma importancia el contenido de estas, aunque cabe recalcar que además influyen los procesos de elaboración y los controles de calidad. En el cuadro 8 podemos observar las variaciones fisicoquímicas y su efecto sobre el sabor y textura. Según Guo et al. (2012) durante la fermentación el ácido láctico y algunos intermediarios del piruvato son transformados a compuestos que contribuyen al sabor ácido y fermentado. Por otra parte, Chen y Lo (2013) mencionan que además de contribuir en el sabor, el ácido láctico mantiene la pasta en un medio ácido por lo que esta es fácil de desmoronar. Según menciona Castro et al. (2014) esta característica es la más notable en la textura de la pasta (se desmorona fácilmente), además de contribuir el perder humedad, cuando el queso ha madurado algunas semanas, al cortarse o tajarse la pasta parece separarse en capas.

Quezada (2013) menciona que la alta cantidad de húmeda provoca una textura más blanda y con menor firmeza que puede repercutir en el análisis sensorial. Para Lynch et al. (2014), el queso Edam incrementa la dureza en su pasta a medida que aumenta su tiempo de maduración, además menciona que la dureza comienza cuando cesa la expulsión total del suero, es decir cuando disminuye el porcentaje de humedad. Mago et al. (2015) menciona que el porcentaje de proteína contribuye directamente al sabor del queso, en características sápidas deseables e indeseables, como el amargo. Al igual que Esteire y Madrid (2014) el cual indican que el sabor amargo se atribuye a las enzimas microbianas que pasan de la leche al queso, aumentando la actividad proteolítica y esto es beneficio para la maduración.

Cuadro 8 Diferencias en los promedios percibidos de sabor y textura asociados al efecto de características fisicoquímicas en quesos madurados en dos periodos

Variable	Día de maduración	Parámetro	Concentraciones	
			Invierno $\bar{x}$ ($\pm$ SD)	Verano $\bar{x}$ ($\pm$ SD)
Sabor	Textura			
Salado	Desmorona	21 pH	NS	NS
Amargo	Crujiente	Ácido láctico (g/L)	1.016 (0.246)	0.422 (0.191)
Rancio	Seco	% humedad	NS	NS
		% proteína	30.460 (4.215)	47.383 (4.072)
Salado	Cremoso	42 pH	5.667 (0.577)	5.395 (0.360)
Ácido	Crujiente	Ácido láctico (g/L)	1.220 (0.315)	0.664 (0.205)
Fermentado		% humedad	NS	NS
		% proteína	31.853 (3.269)	50.620 (5.694)
Salado	Granulosa	63 pH	NS	NS
Amargo	Desmorona	Ácido láctico (g/L)	0.988 (0.192)	0.499 (0.102)
Ácido	Crujiente	% humedad	32.554 (0.741)	35.320 (3.302)
Rancio	Seco	% proteína	31.703 (3.902)	46.900 (3.133)

NS= No significancia estadística ($p>0.05$)

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo permitieron caracterizar el queso con relación a variables sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas de quesos artesanales madurados producidos en Real de Castillo nuevo, Ensenada, Baja California.

Al día 21, 42 y 63 predominaron las variables de sabor amargo, fermentado, ácido y salado. Por lo cual, para su caracterización será necesario identificarlo bajo la percepción de cada periodo. La textura presentó diversos comportamientos de acuerdo con los días de maduración y estos pudieran ser causados por la época del año que se elaboró el queso.

Además de actuar como indicadores sanitarios y proporcionar información de suma importancia para los controles de calidad, los Coliformes totales y Mesófilos aerobios indujeron cambios organolépticos, de sabor como el amargo y acidificación de la pasta para el desarrollo de las variables de textura.

Las variaciones en el pH, ácido láctico, % de humedad y proteína, previeron de medios adecuados para el control de patógenos y desarrollo de procesos fermentativos. Además, desarrollar los sabores típicos y conferir variabilidad a la pasta, los cuales caracterizaran al queso de la Delegación de Real de Castillo nuevo.

LITERATURA CITADA

- Agudelo, L. M., V. A. Cesin, O. A. Espinoza y V. B. Ramírez. 2018. Evaluación y análisis sensorial del queso bola de Ocosingo (México) desde la perspectiva del consumidor. *Rev. México Ciencia Pecuaria*. 10:104-119.
- Alejo, M. K., M. H. Ortiz, B. R. Recino, N. C. González y R. V. Jiménez. 2015. Tiempo de maduración y perfil microbiológico del queso de poro artesanal. *Rev. Iberoam Científica*. 2:5-24.
- Alonzo, P. A., E. C. Lugo y M. P. Chombo. 2016. Evaluación de la proteólisis del queso Cotija origen asociado al tiempo de maduración. Unidad de Tecnología Alimentaria, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología. Guadalajara Jalisco, México.
- Álvarez, F. S. 2013. Estudio de la textura de 3 quesos azules asturianos. Análisis instrumental y organoléptico. *Rev. Biotecnología Alimentaria*. 2:33-71.
- Amao, H. A. 2017. Efecto de la Cartagenina en las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas del queso fresco. Universidad Nacional José María Arguedas. Facultad de Ingeniería.
- Anjum, M. A., H. Nuzhat, A. Sammen, S. Muhammad and M. M. Shamas. 2014. Minerals and lactic acid contents in buffalo milk Cheddar cheese; a comparison with cow. *J. Food. Nutrition*. 8:465-468.
- Arnau, L G., M. D. Guerrero y A. Claret. 2011. Propuesta de guía metodológica para la evaluación sensorial de jamón curado de cerdo blanco. SENSOJAM PROJECT-RTA. Barcelona: IRTA, INIA.

- Ayala, B. E., M. Lussier, D. Chabot, S. Turgeon and M. Britten. 2016. Effect of calcium enrichment of Cheddar cheese on its structure, in vitro digestion and lipid bio accessibility. *J. Int. Dairy*. 53:1-9.
- Association of Official Analytical Chemists. 1990. *Official Methods of Analysis* (15th ed.). AOAC. Arlington, VA.
- Ballesta, R. I. 2014. Evaluación de la calidad del queso Costeño elaborado con diferentes tipos de cuajo (animal y microbiano) y la adicción o no de cultivos lácticos (*Lactococcus lactis subps. lactis* y *Lactococcus lactis subps. cremoris*). Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos.
- Barreto, J. I., J. T. Henostroza y R. R. Castro. 2012. Calidad sensorial de quesos en la ciudad de Huaraz. *Rev. Aporte Santiaguino*. 3:41-46.
- Becerra, J., A. M. González, R. Gómez, A. Lucena, C. Izaguirre, Y. Moret, C. Borregales y D. Pérez. 2015. Efecto de la adición de CaCl₂ en leches de razas bovinas en la producción de quesos madurados de pasta blanda y su incidencia en las propiedades organolépticas. *Rev. Ciencia e Ingeniería*. 36:105-110.
- Bejarano, E., J. Sepúlveda and D. Restrepo. 2016. Characterization of a processed cheese spread produced from fresh cheese. *Rev. Agronomy*. 69:8015-8022.
- Bereda, A., Z. Yilma and A. Nurfeta. 2012. Hygienic and microbial quality of raw whole cow's milk produce in Ezha district of the Gurage zone, Southern Ethiopia. *J. Agricultural*. 1:459-465.

- Bongiolo, M. R., E. P. Schiwinden, C. B. Fritzen-Freire, M. P. Stephan, A. S. Egito and H. Daguer. 2014. Rheological, physicochemical and authenticity assessment of Minas Frescal cheese. *J. Dairy Sci. Food Control*. 45:22-28.
- Cárdenas, M. V., H. E. Cevallos, Y. Salazar, M. Romero, M. Gallegos y M. C Cáceres. 2018. Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Rev. Dominio de las Ciencias*. 4:253-263.
- Castro, C. G., F. C. Martínez, A. C. Martínez y A. O. Espinoza. 2013. Caracterización de la microbiota nativa del queso Oaxaca tradicional en tres fases de elaboración. *Rev. de la Sociedad Venezolana de Microbiología*. 54:105-109.
- Cevallos, S. S. y K. A. Zapata. 2020. Evaluación del proceso de maduración y almacenamiento del queso Andino madurado. Universidad Técnica de Cotopaxi. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.
- Cordero, B. 2013. Aplicación de Análisis Sensorial de los Alimentos en la Cocina y en la Industria Alimentaria. Tesis Doctoral. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla España.
- Cobo, M. R., Q. R. Rosas, L. D. Gálvez, A. L. Adriano y O. Vázquez. 2018. Bacterias ácido lácticas nativas como cultivo indicador para la elaboración de queso crema mexicano. *Rev. Agronomía Mesoamericana*. 30:855-870.
- Crespo, P. I. 2016. Efecto de la temperatura de cuajado de la leche sobre el rendimiento quesero, la composición química y la valoración sensorial de quesos frescos de cabra. Camí de Vera Valencia, España.

- Chen, L. and U. L. Opara. 2013. Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods. *J. Food Engineering*. 119:497-507.
- Callejas J., F. Prieto, V. Reyes, Y. Marmolejo y M. Méndez. 2012. Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo. *Rev. Acta Universitaria*. 22:11-18.
- Castell, P. A. 2014. Uso de RMN de campo bajo para el análisis de procesos de transferencia de materia. Aplicado al secado-maduración de queso. Universidad de les Illes Balears. Departamento de Química.
- Castro, C. A., N. C. Noboa, N. Algecira y G. Buitrago. 2014. Reología y textura de quesos bajos en grasas. *Rev. RECyT*. 22:58-66.
- Cervantes, E. F., A. G. Villegas, A. C. Cesin y A. O. Espinosa. 2016. Los quesos mexicanos genuinos. (2da edición). México, Colegio de Posgraduados/Mundi Prensa.
- Chamorro, V. M. y A. M. Losada. 2002. Análisis sensoriales de los quesos. Tecnología de los alimentos. (3ra edición). S.A. Mundi-Presna Libros. México.
- Charlebois, S. 2015. Market Performance and Food Safety Compliance for Small Food Businesses: the case of fifth town artisan cheese. *J. Critical Food Science and Nutrition*. 20:37-41.
- Chebenova, T. V., K. Zenisova, T. Kuchta and B. Brezna. 2011. Culture-independent detection of microorganisms in traditional Slovakian bryndza cheese, *J. Food Microbiology*. 105:73-78.

- Chombo, M. P., M. Kirchmayr, A. Gschaedler, E. C. Lugo and S. R. Villanueva. 2016. Effects of controlling ripening conditions on the dynamics of the native microbial population of Mexican artisanal Cotija cheese assessed by PCR-DGGE. *J. Food Sci.* 65:1153-1161.
- Cristóbal, R. y Maurtua, D. 2013. Evaluación bacteriológica de quesos frescos artesanales comercializados en Lima, Perú, y la supuesta acción bactericida de *Lactobacillus spp.* *Rev. Panamá Salud Publica.* 14:158-164.
- Codex Stan 283. 1978. Norma General del Codex para el queso. Disponible: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/>. Acceso Sep.,2020.
- Costa, C., A. Lucera, A. Conte, A. Zambrini and M. N. Nobile. 2017. Technological strategies to preserve Burrata cheese quality. 7:10-33.
- Delgado, F. J., J. C. González, R. Cava and R. Ramírez. 2011. Proteolysis, texture and color of a raw goat milk cheese throughout the maturation. *J. Eur. Food Technology.* 233: 83-488.
- Díaz, R. C. y B. González. 2011. *Staphylococcus aureus* en queso blanco fresco y su relación con diferentes microorganismos indicadores de calidad sanitaria. *Rev.* 2:1-9.
- Díaz G. P., C. Valladares, C. Gutiérrez, J. Arriaga, S. Quintero, A. Cervantes y O. Velázquez. 2017. Caracterización de queso fresco comercializado en mercados fijos y populares de Toluca, Estado de México. *Rev. México Ciencia Pecu.* 8:139-146.
- Drake, M. A. 2017. Sensory analysis of dairy foods. *J. Dairy Sci.* 90:25-37.

- Domingos, L. M., C. Stanton, P. R. Ross, M. L. Dapkevicius and C. G. Silva. 2017. Genetic diversity, safety and technological characterization of lactic acid bacteria isolated from artisanal Pico cheese. *J. Food Microbiology*. 63:178-190.
- Duran, L. M., P. C. Montero, W. D. Flórez, V. H. Franco y R. R. Coneo. 2010. Evaluación higiénico-sanitaria y acción antagónica de cepas de lactobacilos comerciales frente a microorganismos patógenos (*Escherichia coli*) presentes en el queso de Capa del municipio de Mompox. *Rev. FCV-Luz*. 3:312-317.
- Esteire, L., E. Cenzano y A. Madrid. 2014. Queserías. Nuevo Manual Técnico.
- Fadaly, A. H., S. M. Kadi, M. N. Hamad and A. A. Habib. 2015. Role of fungal enzymes in the Biochemistry of Egyptian Cheese during ripening period. *J. Library*. 2:18-19.
- Fang, X., L. Rioux, S. Labrie and S. Turgeon. 2016. Commercial cheeses with different texture have different disintegration and protein/peptide release rates during simulated in vitro digestion. *J Int. Dairy*. 56:169-178.
- Farahani, G., H. Ezzatpanah and S. Abbasi. 2014. Characterization of Siahmazgi cheese, an Iranian ewe's milk variety: Assessment of physico-chemical, textural and rheological specifications during ripening. *J. Sci. and Technology*. 06:1-8.
- Gamboa, A. J., D. R. Almaráz y E. R. Ramírez. 2012. Calidad fisicoquímica y sensorial de queso tipo Manchego durante la maduración. *Rev. Científica UDO Agrícola*. 12:929-938.

- García, C., Arrázola, G., y Villalba, M. (2013). Producción de ácido láctico de lactosuero suplementado utilizando *Lactobacillus casei*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 136-145
- García, C. L., E. S. Maldonado, M. O. García, E. D. Arciniega, E. P. Montes y C. E. Mendoza. 2014. Antibacterial activity produced by *Enterococcus* spp. isolated from artisanal Mexican dairy produce Cotija Cheese. *J. Food Sci. and Technology*. 59: 26-34.
- Gómez, A. T., M. C. Hernández, L. J. Velázquez y C.R. Santiago. 2010. Caracterización sensorial del queso fresco 'cuajada' en tres localidades de Oaxaca, México: diferencias en la percepción sensorial. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 1:127-140.
- González, C. A., C. Y. Yescas, A. M. Ortiz, M. R. Alcaraz, A. M. Hernández and C. B. Vallejo. 2016. Artisanal Mexican cheeses. *J. Dairy Sci*. 99:32-42.
- González, M. L. y M. F. Franco. 2015. Perfil microbiológico del queso de aro consumido en la Cadaña Oaxaquena. *J. Brazilian Food Technology*. 18:20-257.
- González, L., C. A. Fernández, J. M. Castro, A. Bernardo and M. E. Tornadijo. 2015. Selection of Lactic Acid Bacteria Isolated from San Simón Costa cheese (PDO) to develop and autochthonous starter culture. *J. Dairy Sci*. 5:748-759.
- Granados, C., A. L. Meza, R. S. Paba y D. Acevedo. 2014. Elaboración de Queso de Capa a partir de Leche de Búfala del Municipio Carmen de Bolívar (Colombia). *Rev. Información Tecnológica*. 22:39-44.

- Grass, R. F. y A. C. Vargas. 2014. Situación actual y retrospectiva de los quesos genuinos de Chiautla de Tapia, México. Rev. ASyD. 1: 201-221.
- Griffiths, M. V. and A. M. Tellez. 2013. *Lactobacillus helveticus*: the proteolytic system. J. Food Sci. 4:30-31.
- Guo, L., Van Hekken, D.L., Tomasula, P.M., Tunick, M.H. y Huo, G. 2012. Effect of salt on microbiology and proteolysis of Queso Fresco cheese during storage. J. Milchwissenschaft. 67:74–77.
- Gutiérrez, N. C. 2018. Evaluación sensorial y características fisicoquímicas de carne de conejo alimentado con romero. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Habib, A. A. 2014. Studies on Fungal Decontamination of Ras Cheese during Storage by Using Some Natural Substances. Master's Thesis, Microbiology Department, Faculty of Agriculture, Damietta University, Damietta.
- Hattem, H.E., A. T. Taleb, A. N. Manal and S. S. Hanah. 2012. Effect of Pasteurization and Season on Milk Composition and Ripening of Ras Cheese. Journal of Brewing and Distilling. 3:15-22.
- Hernández, S. A. 2015. Caracterización del Queso Real del Castillo en Valle de Ojos Negros, Baja California. Tesis disertación Maestría. Disponible: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=INDUSTRIAL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=006090> (Acceso Oct., 2017. Departamento de Ingeniería Agroindustrial.
- Ibáñez, R. A., D. S Waldron and L. H. McSweeney. 2015. Effect of pectin on the composition, microbiology, texture, and functionality of reduced-fat Cheddar cheese. J. Dairy Sci. 96: 297–316.

- Iza, N. M. 2017. Desarrollo del queso semimaduro con hierbas aromáticas para la granja experimental UDLA. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias.
- ISO 4833. 1991. Microbiology, General guidance for the enumeration of microorganisms. International Organization for Standardization.
- ISO 6887. 1983. Microbiology General guidance for the preparation of dilutions for microbiological examination. International Organization for Standardization.
- Kongo, J. M. 2013. Lactic Acid Bacteria as Starter-Cultures for Cheese Processing: Past, Present and Future Developments. Lactic Acid Bacteria. R&D for Food, Health and Limestone Purposes. (1st Ed.). Ponta Delgada Acores, Portugal. p. 5-10.
- Lashkari, H., A. Khosrowshahi, A. Madadlou and M. Alizadeh. 2012. Chemical composition and rheology of low-fat Iranian White cheese incorporated with guar gum and gum Arabic as fat replacers. J. Food Sci. Technology. 202:1-8.
- Lawless, H. and H. Heymann. 2010. Sensory Evaluation of Food Science Principles and Practices. (2nd Ed.). Ithaca, New York.
- López, T. J., E. S. Rodríguez y J. U. Sepúlveda. 2012. Evaluación de características físicas y texturales del pandebono. Rev. Agronómica. 3:273-281.
- Levkov, V., S. Srbinovska and N. Gjorgovska. 2014. Microbiological and chemical characteristics of traditional ewe's milk cheese from Mariovo region. J. Original Sci. 64:195-206.

- Lynch, K. M., P. L. McSweeney, E. K. Arendt, T. Uniacke, S. Galle y A. Coffey. 2014. Isolation and characterization of exopolysaccharide-producing *Weissella* and *Lactobacillus* and their application as adjunct cultures in Cheddar cheese. *J. International*. 34:125-134.
- Macay, C. B. y R. Mondragón. 2011. Efecto de la Cheddarización y dos cultivos de queso Durango. Proyecto especial. Ingeniería Agroindustrial Alimentaria.
- Mago, Y., N. Sanabria, A. Cova, C. Alvarado y L. Dúran. 2015. Maduración de queso de cabra con cepa autóctona de *Leuconostoc mesenteroides* aislada de queso artesanal. *Rev. Ciencia*. 56:28-58.
- Mamo, A. 2017. Cheddar cheese characterization and its biochemical change during ripening. *J. Sci*. 3:24-63.
- Manual de equipo Lactoescan. 2010. Manual Operativo 19.10.10. Milk Analyzer Milkotronic Ltd. Bulgaria.
- Martínez, A. 2014. Elementos para la generación de propuestas de políticas públicas para la conformación del Plan Estatal de Ganadería Lechera de Baja California. Informe de Asesoría Técnica a Consejos de Desarrollo Rural Sustentable en Baja California. INCA, SAGARPA, SeFoA. Gobierno del Estado de B.C.
- Martínez, A.C., L. P. Silva, V. G. López, B. G. Medina, R. J. Herrera, F. N. Monge, S. A. González y F. Inzunza. 2017. Desarrollo del HACCP en la producción de queso artesanal en Ojos Negros, Baja California. XXVII Reunión internacional sobre producción carne y leche en climas cálidos, Ciencias Agrícolas UABC, 2017. Mexicali Baja California, México.

- Martínez, C. M., C. Peláez y T. Requena. 2015. Formación de aroma en queso por bacterias lácticas. Principales rutas metabólicas. Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación. Universidad Autónoma. Madrid, España
- Martínez, V. A., N. M. de Oca y A. V. Cambas. 2016. Determinación de indicadores sanitarios en quesos artesanales. Rev. Salud Animal. 38:64-66.
- Maldonado, R. y D. García. 2012. Caracterización fisicoquímica y microbiológica del queso blanco artesanal tipo llanero, comercialización en la ciudad de Maracay. Rev. Agrollania. 7:72.76.
- Mazzeo, M., F. Díaz, F. Pérez, L. León, A. Castaño y A. Jaramillo. 2012. Desarrollo de procesos productivos de quesos madurados en tres municipios del departamento de Caldas. Rev. Ingeniería e Investigación. 29:42-47.
- Meilgaard, C. M., G. V. Civil and T. B. Carrasco. 2006. Sensory Evaluation Techniques. (4th ed.). CRC Pr LI. USA.
- Mejía, A. A. 2012. Evaluación de dos porcentajes de grasa y sal en las propiedades físicas, químicas y sensoriales del queso seco. 10:11-15. describe
- Montes, C. y G. Domenica. 2019. Determinación de Coliformes totales y *Escherichia coli* en quesos artesanales expendidos en la ciudad de Guayaquil. Rev. Repositorio Institucional. 33:61-66.

- Montel, M. C., S. Buchin, A. Mallet, P. C. Delbes, D. A. Vuitton and N. Desmasures. 2014. Traditional cheeses: rich and diverse microbiota with associated benefits. *J. Food Microbiology*. 177:136-154.
- Moushumi, P., A. Nuñez, D. L. Van Hekken, and J. A. Renye. 2012. Sensory and protein profiles of Mexican Chihuahua cheese. *J. Food Sci. Technol*. 51:3432-3438.
- Murtaza, M. A., S.U. Rehman, F.M. Anjum Y N. Huma. 2013. Descriptive sensory profile of cow and buffalo milk Cheddar cheese prepared using indigenous cultures. *J. Dairy Science*. 96:1380-1386.
- Musaad, M. A., Faye, B. and S. E. Al-Mutairi. 2013. Seasonal and physiological variation of gross composition of camel milk in Saudi Arabia. *J. Food Agric*. 25: 618-624.
- NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
- NOM-110-SSA1-1994. Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
- NOM-155-SCFI-2003. Leche, formula láctea y producto lácteo combinado. Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
- NOM-116-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamientos térmico. Método por arena o gasa.

NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.

NMX-F-098-1976. Determinación de proteínas en quesos. Método de prueba para determinar proteínas en queso. Dirección general de normas.

NMX-F-099-1970. Método de prueba para la determinación de pH en quesos procesados. Normas Mexicanas. Dirección general de Normas.

NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.

NMX-F-713-COFOCALEC-2014. Sistema Producto Leche- Alimentos lácteos, queso y queso de suero. Denominaciones, especificaciones y métodos de prueba.

NMX-F-735-COFOCALEC-2014. Sistema producto leche -Alimentos, lácteos, alimento lácteo regional, queso Cotija artesanal madurado. Denominación, especificaciones y métodos de prueba.

Ochoa, F. A., B. A. Hernández, H. E. López y G. S. García. 2013. Rendimiento, firmeza y aceptación sensorial de queso panela adicionado con estabilizantes. Rev. Universidad y Ciencia trópico húmedo. 29:277-286.

Oliete, B., L. Jiménez, M. D. Pérez y R. Arías. 2013. Primeros resultados sobre la evaluación de la microflora del queso Manchego a lo largo de la maduración en relación con el tipo de molde utilizado en su elaboración. Rev. Producción Animal. 11:718-720.

- Ong, L., R. Dagastine, S. Kentish and S. Gras. 2012. The effect of pH at renneting on the microstructure, composition and texture of Cheddar cheese. *J. Food Research International* 48: 119-130.
- Ordiales, E, A. Martín, M. J. Benito, A. Hernández and S. M. Ruiz. 2013. Role of the microbial population on the flavor of the soft bodied cheese. *J. Dairy Sci.* 96:547-548.
- Ortiz, B. M. 2006. Identificación bioquímica de bacterias ácido lácticas aisladas a partir de productos lácteos en el estado de Hidalgo. Trabajo de investigación para obtener el grado de Químico en Alimentos. Universidad Autónoma de Hidalgo. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería Centro de Investigaciones químicas.
- Paredes, M. P., A. C. Martínez, J. F. Rodríguez, N. A. Palma, A. M. Rentería y H. A. Rodríguez. 2014. Características fisicoquímicas y microbiológicas de suero de leche de queso en Chihuahua. *Rev. Investigación y Ciencia.* 22:11-16.
- Parra, H. R. 2010. Bacterias ácido lácticas: Papel funcional en los alimentos. *Rev. de biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial.* 20: 93-105.
- Pascual, M. R. 1999. Microbiología alimentaria: metodología analítica para alimentos y bebidas. (2da edición). Ediciones Días Santos. Madrid, España.
- Pereira, I. C., A. J. Graca, S. N. Ogondo, M. P. Gómez and F. X. Malcata. 2010. Influence of bacterial dynamics the final characteristics of model Portuguese traditional cheeses. *J. Food. Microbiology.* 27:339-346.

- Piras, C., C. Marincola, C. F. Savorani, S. Engelsen and S. Cosentino. 2013. ARN metabolomics study of ripening process of Fiori Sardo cheese produced with autochthonous adjunct cultures. *J. Food Chemistry*. 14: 2137-2147.
- Poblete, C. 2018. Ramonetti y los quesos Real del castillo: el sueño de una nueva denominación de origen mexicano. *El financiero*. Disponible: <http://www.elfinanciero.com.mx/sibarita/ramonetti-y-los-quesos-real-del-castillo-el-sueno-de-una-nueva-denominación-de-origen-mexicano>. Acceso Oct, 2019.
- Pouch, F. 2001. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. (4th ed.). APHA, USA.
- Quezada, I. 2013. Tendencias mundiales del consumo de quesos y su comercialización. *Rev. Agrimundo*. 3:1-5.
- Ramírez, L. C. y J. R Vélez. 2012. Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Rev. Temas de Ingeniería de Alimentos*. 6:131-148.
- Ramírez, R. J., C. G. Ramon, G. H. Torres, A. C. Herrera, J. B. Juárez, M. J. Rodríguez y P. R. Díaz. 2018. Tipificación de quesos madurados de cabra producidos en la zona montañosa central del estado de Veracruz, México. *Rev. Agro ciencia*. 52:5-34.
- Ramos, E., B. Melo, A. Pereira, M. Monteiro, C. S. S. Teixeira, C. Días and M. Pintado. 2013. Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats, cows' milk and their mixture. *J. Food Sci*. 50:538-544.

- Randazzo, C. L., C. Caggia and E. Nevian. 2009. Application of molecular approaches to study lactic acid bacteria in artisanal cheeses. *J. Dairy Sci. Microbiological Methods*. 78:1-9.
- Reséndiz M.R, Z. J. Hernández, H. R. Ramírez y A. R. Pérez. 2012. El queso fresco artesanal de la canasta básica y su calidad sanitaria en Tuzuapan, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 2: 253-255.
- Rodríguez, C., L. Caldas y P. Ogeerally. 2019. Calidad sanitaria en queso artesanal tipo "telita". *Rev. Sociedad Venezolana de Microbiología*. 29:98-102.
- Rodríguez, M. J. 2021. Construcción de un prototipo de cámara de maduración de quesos y optimización de parámetros para su evaluación en el queso Andino. Universidad del Altiplano.
- Romero, C. P., G. R. Leyvas, J. C. Cruz, y A. M. Santos. 2019.. Evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema tropical mexicano de la región de Tonalá, Chiapas. *Rev. Mexicana de Ingeniería Química*. 8:111-119.
- Rosado, Z. T., H. G. Corzo, S. F. Morales, A. M. Velázquez y A. V. Wong. 2013. Caracterización fisicoquímica de quesos étnicos del estado de Chiapas. *Rev. Ciencia UAT*. 8:6-10.
- Sameen, A. F., M. Anjum, M. Huma and M. Khan. 2010. Comparison of locally isolated culture from yoghurt (Dahi) with commercial culture to produce mozzarella cheese. *J. Agriculture and Biology*. 12:231-236.
- Sánchez, R. N., L. D. Ramírez y D. Arley. 2007. Evaluación de un sistema de fermentación extractiva para la producción de ácido láctico utilizando suero de leche como sustrato. *Rev. Química Farmacéutica*. 14:27-34.

- Sánchez, T. Y. y A. R. González. 2016. Estrategias participativas para la producción de quesos en la región del valle de Tulancingo, Hidalgo. *Rev. Cimexus*. 33:04-06.
- Sánchez, V. J., V. N. Colín, F. G. López. F. N. Avilés, O. O. Castelán y J. F. Estrada. 2016. Diagnóstico de la calidad sanitaria en las queserías artesanales del municipio de Zacazonapan, Estado de México. *Rev. Salud Pública*. 58:4-10.
- Steele, J., J. Broadbent and J. Kok. 2013. Perspectives on the contribution of lactic acid bacteria to cheese flavor development. *J. Sci. Biotechnology*. 24:135-141.
- SIAP Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2018. Panorama de la Lechería en México: boletín de leche diciembre 2017. Disponible: <https://www.gob.mx/siap/es/prensa/boletin-de-leche-155932?idiom=es>. Acceso Sept., 2020.
- Silva, P. L. E. 2019. Caracterización microbiológica y fisicoquímica del queso de Ojos Negros, B.C. México con respecto a la maduración en dos periodos estacionales. Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California.
- Solís, M. A., L. R. Martínez, S. J. Solorio, F.J. Estrada, J. G. Avilés, I. A. Gutiérrez y O. A. Castelán. 2013. Características del queso Tlepeque de la tierra caliente de Michoacán. *Rev. Tropical*. 2:201-214.
- Torres, L. Yailen., M. N de Villavicencio, I. Rodríguez, S. Banguela y M. Gómez. 2015. Obtención de un queso semiduro madurado en el envase sellado al vacío. *Rev. Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 84:22-27.

- Trejo, T. E., N. T. Trejo, J. M. Zuñiga, A. H. Ocampo y M. G. Ramírez. 2019. Estudio de la calidad del Lactosuero como materia prima para la elaboración de queso Petit Suisse. *Rev. Ingeniería y Desarrollo Sustentable*. 5:1-8.
- Vargas, B. P., C. Aguilar y P. M. Toro, R. Raul, M. Cerda and I. Briones. 2014. Characterization of cheese consumers in Santiago Province, Chile. *Rev. Ciencia e Investigación AGRARIA*. 41: 327-335.
- Vargas, C. J. 2018. Evaluación microbiológica comparativa del queso de hoja tradicional elaborado en una planta industrial y en una artesanal de la ciudad de Latacunga. Riobamba Chimborazo, Ecuador.
- Vázquez, A. V., J. G. Salhuana, A. D. Jiménez y M. A. Ríos. 2018. Evaluación de la calidad bacteriológica de quesos frescos en Cajamarca. *Rev. Ecología Aplicada*. 17: 45-51.
- Vázquez, N., L. Duran, C. Sánchez e I. Acevedo. 2012. Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso blanco a nivel de distribuidores. *Rev. Zootecnia Trop*. 30:217-223.
- Villalobos, C. S., M. E. Salas, M. N. Gutierrez and M. V. Nevárez. 2018. Sensory Profile of Chihuahua cheese Manufactured from raw milk. *International Journal of food science*. 84:2-3.
- Villegas, G. A. 2012. *Tecnología Quesera*. (2da Edición). Trillas. México.
- Villegas, G. A., E. F. Cervantes, V. A. Cesin, O. A. Espinoza, M. A. Hernández, M. Santos y C. R. Martínez. 2016. *Atlas de los quesos mexicanos genuinos*. (2da edición). Editorial Bba. Guadalajara, México.

- Watts, B. M., G. L. Ylimaki, L. E. Jeffery and L. G. Elías. 1992. Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos. Ottawa, Canadá. International Development Research Centre.
- Yang, E., L. Fan, Y. Jiang, C. Doucette and S. Fillmore. 2012. Antimicrobial activity of bacteriocin-producing lactic acid bacteria isolated from cheeses and yogurts. J. AMB Springer. 2:1-48.
- .
- Zabaleta, U. L. 2017. Caracterización de defectos sensoriales en quesos de leche cruda de oveja. Universidad del País Vasco. Euskadi, España.
- Zuluaga, L. F. y G. Garrido. 2017. Estudio de factibilidad para quesos madurados en la ciudad de Bogotá. Rev. Ingeniería Comercial. 5:55-86.
- Zúñiga, H. L., H. J. Ciro y J. A. Osorio. 2010. Estudio de la Dureza del Queso Edam por Medio de Análisis de Perfil de Textura y Penetrómetros por Esfera. Rev. Agro. 60:3797-3811.