



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA

**CARACTERIZACIÓN DEL QUESO FRESCO DE LOS
MUNICIPIOS RIOVERDE Y CIUDAD FERNÁNDEZ,
SAN LUIS POTOSÍ**



TESIS

**Como requisito parcial para
obtener el grado de:**

MAESTRA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA



Presenta:

MARIANA SÁNCHEZ GONZÁLEZ

Bajo la supervisión de la: DRA. OFELIA SANDOVAL CASTILLA



Chapingo, Estado de México, noviembre de 2024

CARACTERIZACIÓN DEL QUESO FRESCO DE LOS MUNICIPIOS RIOVERDE Y CIUDAD FERNÁNDEZ, SAN LUIS POTOSÍ

Tesis realizada por Mariana Sánchez González bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA

Directora: _____



Dra. Ofelia Sandoval Castilla

Asesora: _____



Dra. Blanca Elizabeth Hernández Rodríguez

Asesor: _____



Dr. Emmanuel Flores Girón

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
ABREVIATURAS USADAS.....	viii
DEDICATORIAS	ix
AGRADECIMIENTOS.....	x
DATOS BIOGRÁFICOS	xi
RESUMEN GENERAL	xii
GENERAL ABSTRACT	xiii
1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	14
1.1 Objetivos.....	16
1.1.1 Objetivo general.....	16
1.1.2 Objetivos específicos	16
1.2 Hipótesis	16
1.3 Literatura citada	17
2. REVISIÓN DE LITERATURA	18
2.1 Marco teórico.....	18
2.1.1 Definición y generalidades del queso	18
2.1.2 Contexto de la quesería nacional	21
2.1.3 Quesos mexicanos tradicionales	22
2.1.4 Tipicidad	22
2.1.5 Caracterización integral	23
2.1.6 Beneficios y riesgos microbianos en quesos.....	25
2.1.7 Calidad de leche para quesería.....	27
2.1.8 Evaluación instrumental de textura.....	28
2.1.9 Microestructura.....	29
2.2 Marco de referencia	29
2.2.1 Ubicación de Rioverde y Cd. Fernández, San Luis Potosí.....	29

2.3 Literatura citada	32
3. CADENA AGROINDUSTRIAL LECHE – QUESO RANCHERO DE RIOVERDE Y CD. FERNÁNDEZ, SAN LUIS POTOSÍ.....	35
3.1 Resumen.....	35
3.1 Introducción	37
3.2 Materiales y Métodos	39
3.2.1 Ubicación de la zona de estudio	39
3.2.2 Levantamiento de información	39
3.3 Resultados y discusión	40
3.3.1 Generalidades de las empresas.....	40
3.3.2 Cadena Agroindustrial.....	40
3.3.3 Primer eslabón: Producción de leche	42
3.3.4 Segundo eslabón: Agroindustria (Producción de queso).....	44
3.3.5 Tercer eslabón: Comercialización de queso	48
3.3.6 Consumo de queso en Rioverde y Ciudad Fernández	49
3.4 Conclusiones.....	50
3.5 Literatura citada	51
4. CARACTERIZACIÓN INTEGRAL DEL QUESO RANCHERO DE RIOVERDE Y CD. FERNÁNDEZ, SAN LUIS POTOSÍ	53
4.1 Resumen.....	53
4.2 Introducción	55
4.3.1 Material experimental	56
4.3.2 Análisis químico proximal.....	56
4.3.3 Análisis microbiológico.....	57
4.3.4 Prueba de fosfatasa residual	58
4.3.5 Análisis de perfil de textura	58
4.3.6 Análisis de microestructura	59
4.3.7 Evaluación sensorial	59
4.3.8 Análisis estadístico.....	60
4.4 Resultados y discusión	60
4.4.1 Análisis químico proximal.....	60
4.4.2. Determinaciones microbiológicas	64
4.4.3 Análisis de Perfil de textura	71

4.4.4 Análisis de microestructura	72
4.4.5 Análisis sensorial	79
4.5 Conclusiones.....	83
4.6 Literatura citada	85
5. CONCLUSIONES GENERALES	93

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Proceso de elaboración del queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP...	45
Cuadro 2. Especificaciones de queserías	47
Cuadro 3. Condiciones para los análisis microbiológicos del queso fresco de RV-CDFDZ, SLP	58
Cuadro 4. Composición químico proximal del queso fresco de RV-CDFDZ, SLP	61
Cuadro 5. Parámetros fisicoquímicos del queso fresco de RV-CDFDZ, SLP ...	63
Cuadro 6. Concentración de microorganismos indicadores en quesos rancheros mexicanos	68
Cuadro 7. Fosfatasa residual del queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Criterios de clasificación para quesos mexicanos	20
Figura 2. Ubicación de las calidades específicas de acuerdo con las necesidades humanas con que se relacionan	25
Figura 3. Cadena Agroindustrial leche– queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP ..	41
Figura 4. Sistema de producción de leche en la QB	43
Figura 5. Análisis microbiológico del queso fresco de RV-CDFDZ, SLP	67
Figura 6. Análisis de Perfil de Textura del queso fresco de RV-CDFDZ, SLP ..	72
Figura 7. Microestructura de QA	73
Figura 8. Microestructura de QB	74
Figura 9. Microestructura de QC	74
Figura 10. Distribución de moléculas del queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP	75
Figura 11. Glóbulos de grasa y fase acuosa en queso de RV-CDFDZ, SLP ...	76
Figura 12. Cristales de sales minerales en queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP	77
Figura 13. Microorganismos y polisacáridos en queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP	78
Figura 14. Análisis sensorial del queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP	82

ABREVIATURAS USADAS

RV: Rioverde

CDFDZ: Cd. Fernández

SLP: San Luis Potosí

CAI. Cadena Agroindustrial

QTM: Queso Tradicional Mexicano

NOM: Norma Oficial Mexicana

aw: actividad de agua

BMA: Bacterias Mesófilas Aerobias

CT: Coliformes Totales

HL: Hongos y Levaduras

BAL: Bacterias Ácido-Lácticas

UF: Unidades de Fenol

PBS: Solución amortiguadora de fosfatos

TPA: Análisis de Perfil de Textura

DEDICATORIAS

*A las personas que más amo en esta vida, José Sánchez y Lucila González,
gracias por apoyarme y enseñarme a levantarme día tras día.*

*A mis mejores amigos, Lupita, José y Judit, que siempre me motivan y
sorprenden con sus enormes corazones.*

A mi abuelita, Domitila Chía, que hasta el día de hoy sigo sintiendo su amor.

*Al Dr. Enrique Maldonado, quién me transmitió su curiosidad por seguir
aprendiendo.*

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología, por otorgarme el financiamiento para la elaboración de esta investigación.

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Programa de Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, por el apoyo y las herramientas en todo el proceso.

A la Dra. Ofelia Sandoval Castilla, por darme la oportunidad de entrar al Programa de Posgrado y dirigirme durante mi estancia en la Universidad.

Al Dr. Emmanuel Flores Girón, quien me asesoró pacientemente para terminar esta investigación.

A la Dra. Blanca E. Hernández Rodríguez, por su asesoría y mejor disposición en todo momento.

Al M. Sc. Abraham Z. Villegas de Gante, por compartir su conocimiento y aportar sugerencias a esta investigación.

Al M. C. Armando Santos, y Mauricio, por compartir su conocimiento pacientemente, y mostrar siempre la mejor disposición.

A los productores, por su amabilidad y darme oportunidad de conocer su trabajo.

A Esmeralda, por su acompañamiento, apoyo y amistad durante estos dos años.

A Guillermo, por compartir su conocimiento, por su amistad, y mejor disposición.

A Bibiana, por ser mi familia desde el 29/10/22.

A Alfonso, por la paciencia y el confort que siempre me demuestra.

A Williams y Metzli, por reír y llorar conmigo siempre.

A Lissette y Zahid, por su apoyo en las etapas de este proyecto.

A Sergio y a Froylan, por su ayuda en fase de campo.

A Doris y a José Luis, por su amabilidad y apoyo.

A mis amigos: Ricardo, Karla, Daniela, Adilene, Paola, Emily y Lerma.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales

Nombre: Mariana Sánchez González

Fecha de nacimiento: 13 de Julio de 1999

Lugar de nacimiento: Rioverde, San Luis Potosí

Profesión: Ingeniería Agroindustrial

Cédula profesional: 12945925

Desarrollo académico

Bachillerato: Escuela Preparatoria Profesor Celestino Sánchez Cervantes.

Licenciatura: Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media (UAMZM)

CARACTERIZACIÓN DEL QUESO FRESCO DE LOS MUNICIPIOS RIOVERDE Y CIUDAD FERNÁNDEZ, SAN LUIS POTOSÍ

RESUMEN GENERAL

El queso fresco, también conocido como rancho es el más popular en el territorio mexicano, se elabora con herramientas simples a partir de leche de vaca, generalmente. En Rioverde y Cd. Fernández, San Luis Potosí, es un alimento altamente demandado en la zona, que se incorpora en preparaciones típicas. Por lo tanto, el estudio de su cadena productiva y de su caracterización integral permiten definir su calidad con un enfoque multidisciplinario, asociando las propiedades del queso a las operaciones practicadas tradicionalmente, con el fin de conocer y proyectar su contexto a futuro. En esta investigación se describe la cadena agroindustrial leche-queso rancho de Rioverde-Cd. Fernández, SLP, donde a través de encuestas, entrevistas y visitas a los agentes de la cadena productiva se logró definir la articulación y conocer el saber-hacer de tres queserías locales. Asimismo, se evaluó la composición química proximal (humedad, proteína, extracto etéreo, carbohidratos y cenizas), los parámetros fisicoquímicos (pH y a_w), las determinaciones microbiológicas (BMA, CT, HL, BAL, *Salmonella* spp. y *Listeria* spp.), las propiedades texturales (firmeza, cohesividad, elasticidad y masticabilidad), la distribución de moléculas (microestructura) y el perfil sensorial de los tres quesos. Las variables del proceso de elaboración en las queserías influyeron de manera significativa ($p \leq 0.05$) en la calidad del producto final; sin embargo, también comparten etapas del proceso similares. Finalmente, con base a los resultados se sugiere implementar buenas prácticas de ordeño y manufactura, así como incluir la participación de la Secretaría de Salud, con el fin de evitar un posible problema de salud pública, principalmente si a futuro se desea ampliar la zona de comercialización.

Palabras clave

Queso rancho, agroindustria, caracterización, calidad integral, quesería tradicional.

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

Autor: Mariana Sánchez González

Directora de Tesis: Ofelia Sandoval Castilla

CHARACTERIZATION OF FRESH CHEESE FROM THE MUNICIPALITIES RIOVERDE AND CIUDAD FERNÁNDEZ, SAN LUIS POTOSÍ

GENERAL ABSTRACT

Fresh cheese, also known as ranchero cheese, is the most popular cheese in Mexico. It is made with simple tools, generally from cow's milk. In Rioverde and Cd. Fernández, San Luis Potosí, it is a highly demanded food in the area, which is incorporated into typical preparations. Therefore, the study of its production chain and its comprehensive characterization allow its quality to be defined with a multidisciplinary approach, associating the properties of the cheese with the traditionally practiced operations, to understand and project its future context. This research describes the milk-ranchero cheese agroindustrial chain of Rioverde-Cd. Fernández, SLP, where through surveys, interviews and visits to the agents of the production chain, it was possible to define the articulation and learn the know-how of three local cheese factories. Likewise, the proximate chemical composition (moisture, protein, ether extract, carbohydrates and ash), the physicochemical parameters (pH and a_w), the microbiological determinations (BMA, CT, HL, BAL, *Salmonella* spp. and *Listeria* spp.), the textural properties (firmness, cohesiveness, elasticity and chewiness), the distribution of molecules (microstructure) and the sensory profile of the three cheeses were evaluated. The variables of the elaboration process in the cheese factories significantly influenced ($p \leq 0.05$) the quality of the final product; however, they also share similar process stages. Finally, based on the results, it is suggested to implement good milking and manufacturing practices, as well as to include the participation of the Secretaría de Salud, in order to avoid a possible public health problem, especially if in the future the commercialization area is desired to be expanded.

Keywords

Rancher cheese, agroindustry, characterization, integral quality, traditional cheese factory.

Thesis of Master Science Program of Agro-Food Science and Technology. Universidad Autónoma Chapingo

Author: Mariana Sánchez González

Thesis Director: Ofelia Sandoval Castilla

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La norma oficial mexicana NOM-121-SSA1-1994 define al queso fresco como un producto elaborado con la cuajada de la leche estandarizada y pasteurizada de vaca (u otras especies animales) obtenida por la coagulación de la caseína. Lo caracteriza su alto contenido de humedad, por lo tanto, periodo de vida de anaquel corto, requiriendo condiciones de refrigeración. Su sabor es suave, no tiene corteza, y puede o no contener ingredientes opcionales (Meljem-Moctezuma, 1996). Específicamente, el queso más popular en México es el tipo rancho; queso fresco de pasta blanda elaborado a partir de coagulación enzimática. Su sabor, aroma, textura y características generales están en función de la calidad de la leche, por consiguiente, se vuelve su tecnología básica en el proceso de elaboración (Hwang & Gunasekaran, 2001).

Existe diversidad de quesos tradicionales vinculados a una región específica (Torres-Llanez et al., 2006). Sin embargo, la información disponible sobre sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas es limitada, así como del proceso de producción (Cuevas-González et al., 2017). Como es el caso de los quesos elaborados en los municipios de Rioverde (RV) y Ciudad Fernández (CDFDZ), pertenecientes a la Zona Media del estado de San Luis Potosí, así como en la mayor parte del país que se elabora el queso fresco tipo rancho. A pesar de que su proceso es muy generalizado, existen variaciones de sabor y presentación, debido a diversos factores que afectan sus propiedades (fisicoquímicas, texturales, reológicas y sensoriales), entre ellos su formulación, alteraciones provocadas por microorganismos, condiciones del proceso y almacenamiento (Ramírez-López & Vélez-Ruiz, 2012).

Algunas técnicas empleadas tradicionalmente en la caracterización de quesos son: el análisis químico proximal de su composición, la microscopia electrónica de barrido, la cual permite observar el comportamiento de la microestructura

(distribución de moléculas), el Análisis de Perfil de Textura (TPA) que proporciona información importante en la determinación de la funcionalidad de los ingredientes incorporados (Ramírez-López & Vélez-Ruíz, 2012), y su comportamiento mecánico que emula el proceso de masticación-deglución del queso. Así como la calidad microbiana del producto, para verificar la inocuidad y cumplimiento de la normatividad vigente.

En ambos municipios se encuentran negocios locales que producen queso rancho. Este estudio parte de su caracterización integral (físicoquímica, microbiológica, sensorial, macroestructura y microestructura), así como definir la Cadena Agroindustrial leche – queso rancho de RV-CDFDZ, SLP, permitiendo la posible elevación de su nivel competitivo entrando a mercados más diversificados, bajo el régimen formal.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Determinar la calidad integral del queso fresco de Rioverde y Cd. Fernández, San Luis Potosí, a partir de la evaluación de la Cadena Agroindustrial Leche-Queso y la caracterización fisicoquímica, microbiológica, textural, microestructural y sensorial.

1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar la Cadena Agroindustrial Leche-Queso a través de entrevistas, encuestas y visitas a los agentes de la cadena productiva.
- Evaluar el perfil fisicoquímico de los quesos, mediante el análisis químico proximal, determinación de pH y aw.
- Determinar la carga microbiana de: mesófilos aerobios, coliformes totales, bacterias ácido-lácticas, hongos y levaduras, *Salmonella* spp. y *Listeria* spp.
- Realizar el análisis de perfil de textura y microscopía electrónica de barrido en los distintos quesos, para la evaluación de su macroestructura y microestructura.
- Definir el perfil sensorial de cada queso a través de un Perfil Flash con consumidores de queso fresco.

1.2 Hipótesis

La calidad del queso fresco de Rioverde y Cd. Fernández depende de las variaciones de su proceso. Por lo tanto, su caracterización integral permitirá asociar las operaciones técnicas con las propiedades del queso, así como conocer su situación actual de forma multidisciplinaria.

1.3 Literatura citada

- Cuevas-González, Paúl. F., Heredia-Castro, Priscilia. Y., Méndez-Romero, J. I., Hernández-Mendoza, A., Reyes-Díaz, R., Vallejo-Cordoba, B., & González-Córdova, A. F. (2017). Artisanal Sonoran cheese (Cocido cheese): an exploration of its production process, chemical composition and microbiological quality. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 97(13), 4459–4466.
- Hwang, C. H., & Gunasekaran, S. (2001). Measuring crumbliness of some commercial Queso Fresco-type Latin American cheeses. *Milchwissenschaft*, 446–450.
- Meljem-Moctezuma, J. (1996). Norma Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994, Bienes y servicios. Quesos: Frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias. *Diario Oficial de La Federación*.
- Ramírez-López, C., & Vélez-Ruíz, J. F. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 131–148.
- Torres-Llanez, M. J., Vallejo-Cordoba, B., Díaz-Cinco, M. E., Mazorra-Manzano, M. A., & González-Córdova, A. F. (2006). Characterization of the natural microflora of artisanal Mexican Fresco cheese. *Food Control*, 17(9), 683–690.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Marco teórico

2.1.1 Definición y generalidades del queso

El concepto de queso se ha abordado multidisciplinariamente generándose distintas acepciones. En términos normativos la NOM-243-SSA1-2010 define al queso como un producto elaborado a partir de la coagulación de la caseína de la leche estandarizada y pasteurizada de vaca (u otras especies animales). Adicionalmente, el en la CXS 283-1978 se especifica que el valor de la relación suero-caseínas no supera al de la leche, la coagulación puede ser total o parcial por medio de la acción del cuajo u otros agentes coagulantes adecuados, con un escurrido parcial del lactosuero. Específicamente se le denomina quesos frescos a aquellos que están listos para el consumo poco después de su elaboración y poseen un alto contenido de humedad, por lo que generalmente requieren almacenamiento bajo refrigeración.

Por otro lado, fisicoquímicamente el queso se define como un sistema en equilibrio formado por una matriz de fosfocaseinato de calcio donde quedan inmersos glóbulos de grasa, agua, lactosa, minerales, vitaminas y otras sustancias menores (Walstra et al., 2006). Por lo anterior se considera un alimento universal que logra preservar el valor nutritivo de la mayoría de los componentes de la leche (Alais, 1996).

El proceso de elaboración de cualquier queso comprende la coagulación de la leche, la cual se lleva a cabo mediante vía enzimática, vía fermentativa o mixta. Lo que buscan estos métodos es perturbar la estabilidad de las micelas de caseína suspendidas en la fase coloidal, y así provocar la interacción entre ellas de modo que formen la matriz de fosfocaseinato de calcio (Villegas et al., 2016).

La coagulación enzimática se lleva a cabo mediante la hidrólisis de la *k*-caseína, proteína que se encuentra en la superficie de la micela aportando estabilidad. Por consiguiente, las micelas modificadas pueden agregarse mediante enlaces salinos, hidrofóbicos, cálcicos y fosfocálcicos. Por otro lado, la coagulación por vía ácida fermentativa implica la acción de ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico, el cual puede ser sintetizado por BAL nativas de la leche o adicionadas. Los iones hidrógeno del ácido provocan la migración del calcio y los fosfatos hacia la fase acuosa, desmineralizando las micelas. De tal forma que estas comienzan a precipitar (Villegas, 2012; Villegas et al., 2016).

Otra forma de coagular leche es mediante la combinación de ambos métodos, es decir, utilizar una baja concentración de enzimas (cuajo) en leche fermentada. Esta técnica es conocida como cuajado mixto, y por lo general se lleva a cabo en zonas calurosas donde se dificulta la refrigeración de la leche. Quesos como el crema de Chiapas y el bola de Ocosingo son cuajados por medio de este proceso. Cabe resaltar que el tipo de coagulación empleado influye en la calidad del producto final, principalmente sensorial (textura, aromas, sabores, etc.), (Villegas et al., 2016).

Existen otras operaciones además del tipo de cuajo empleado que repercuten en las características finales del queso. El trabajo de la pasta, el uso de leche cruda o pasteurizada, las afinaciones del producto, la incorporación de ingredientes extra (chiles, especias, semillas, fruta, etc.) son algunas variables que diversifican a los quesos, permitiendo su clasificación bajo diferentes criterios. Particularmente los quesos mexicanos se han catalogado considerando el formato, el tipo de pasta, el tiempo de maduración y la macrorregión de origen (Figura 1), (Villegas et al., 2016).

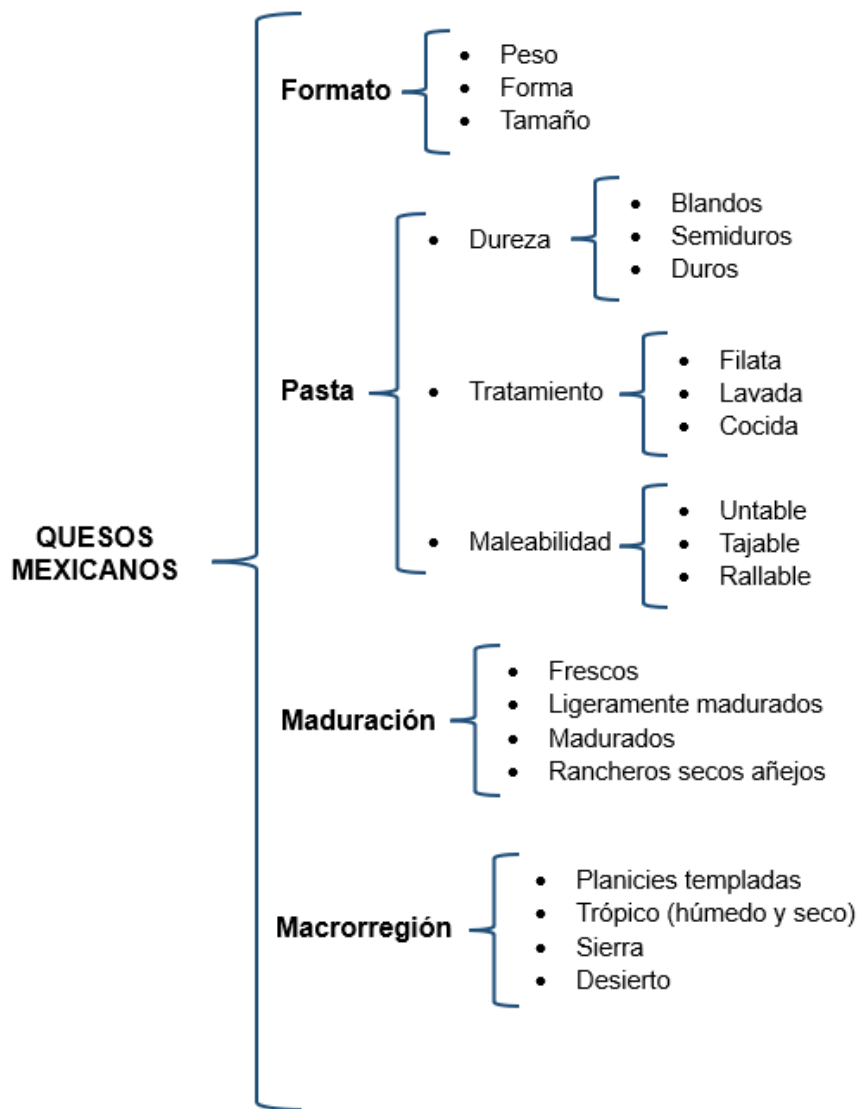


Figura 1. Criterios de clasificación para quesos mexicanos
Fuente: Elaboración propia con información de Villegas et al., 2016

Los alimentos más que una necesidad fisiológica, enriquecen la cultura de su lugar de origen. Específicamente el queso es un producto muy versátil que hace posible una diversidad de platillos en la cocina mexicana. Al hablar de quesos genuinos hablamos de alimentos sensorialmente complejos, la diversidad de aromas y sabores presentes proveen experiencias al degustarlos. Por lo tanto, el queso como concepto integral, se trata de un alimento biocultural (Villegas et al., 2021).

2.1.2 Contexto de la quesería nacional

En México comenzó la introducción de razas lecheras a principios del siglo XX, y fue hasta 1930 cuando inició la intensificación de la quesería tradicional con la diversificación de productos. Lo anterior surge ante la necesidad de conservar la leche, ya que al ser un producto altamente perecedero se dificultaba su almacenamiento y distribución. Esto llevó a los mismos ganaderos a buscar alternativas de procesamiento; la quesería fue la solución. Dado que la producción de quesos se concentraba en pequeños productores la circulación se limitaba a las zonas aledañas, es decir, a una comercialización regional. Fenómeno que hasta hoy en día se puede observar en los quesos tradicionales mexicanos y el cual provoca arraigamiento al lugar de origen (Cervantes et al., 2008).

Actualmente en el país predomina la pequeña quesería, es decir, empresas que procesan menos de 2,000 L de leche al día, generalmente se trata de negocios familiares donde predomina el conocimiento empírico, y se mantienen en el mercado informal debido a la falta de control de calidad en materia prima, proceso y productos (Cervantes et al., 2008). Esto ha dificultado conocer la cantidad real de queso que se produce en el país. Sin embargo, los registros de producción industrial de 2018 a 2023 corresponden a 481,637 y 632,895 toneladas, respectivamente (CANILEC, 2024). Si bien la tendencia va en aumento para los quesos industriales, no quiere decir que así lo sea en la quesería artesanal, debido a que uno de los problemas que enfrenta es su permanencia en el mercado (Cervantes-Escoto et al., 2019). Dicha permanencia depende de la adopción de innovaciones, abasto de materia prima, alcance extra local, organización empresarial, capital social, elaboración de pliego de condiciones, entre otras (Espejel-García, 2018; Cervantes-Escoto et al., 2019).

El desabasto de leche ha sido un problema constante, ya que la producción de leche está influenciada estrechamente por la estacionalidad. Por lo tanto, durante el año el volumen es variable, principalmente en climas extremos como el trópico mexicano, donde se produce de dos a tres veces más leche en temporadas de lluvias que en estiaje (Cervantes et al., 2008).

2.1.3 Quesos mexicanos tradicionales

La quesería artesanal mexicana sigue diversificándose. Actualmente se producen más de 40 variedades de quesos artesanales en el país. La mayoría de estos quesos circulan únicamente en regiones específicas de México, siendo el resultado de la historia, cultura y saber-hacer de su lugar de origen (Villegas & Cervantes-Escoto, 2011). Por lo anterior, un queso tradicional se define como aquel que posee una raíz histórica con su territorio, se elabora aplicando conocimiento heredado a través de técnicas tradicionales, y utilizando materias primas e insumos locales (Villegas et al., 2016).

Todos los quesos mexicanos tradicionales se producen artesanalmente, es decir, a baja escala, uso intensivo de mano de obra en el proceso, variabilidad inherente y una reducida velocidad en el cambio tecnológico (Camacho-Vera et al., 2019). Asimismo, se trata de alimentos genuinos, que antropológicamente están asociados a la herencia, su esencia es profunda, nos representa y simboliza (Bertozzi, 1995). De igual forma, al decir que un queso es genuino hablamos de que fue elaborado con leche fluida, con el empleo mínimo de aditivos tradicionalmente incorporados (Villegas et al., 2016).

En base a las características que posee un queso tradicional, se puede decir que no existe normativa en México que regule su producción. Las normas vigentes van dirigidas a la industria, donde es permitido el uso de leche polvo y otros aditivos que no figuran en la quesería tradicional, sin mencionar la aplicación estricta de tratamiento térmico en la leche. Esta falta de regulación contribuye a la problemática actual; extinción de los quesos mexicanos tradicionales, ya que restringe a los productores la aplicación de prácticas esenciales en sus productos, como el uso de leche cruda.

2.1.4 Tipicidad

La tipicidad de un producto agroalimentario se deriva de su relación con el territorio donde se elabora, pero considerando las tradiciones históricas y culturales particulares en las que se ha desarrollado (Marescotti, 2006). Asimismo, la tipicidad comprende toda característica objetiva o subjetiva que

permite la discriminación, es decir, se trata de contrastar sus rasgos cualitativos en relación con otros, con el objetivo de resaltar sus especificidades (Office Fédéral de l'Agriculture, 2001).

De acuerdo con Villegas et al. (2016) la tipicidad aborda tres dimensiones:

1. Las características del producto final, es decir, la calidad del producto *per se* (rasgos de composición, condiciones sanitarias, elementos sensoriales, parámetros fisicoquímicos, etc.).
2. Practicas ligadas a la producción de la materia prima, su acondicionamiento y elaboración del producto.
3. Representación sociocultural del producto por parte de los productores y consumidores, es decir, la valorización del producto, vía prestigio y reputación.

La tipicidad es rasgo que debe ser protegido, ya sea por indicación geográfica (IG) o por denominación de origen (DO). Para este tipo de protecciones se deben identificar factores que sustenten la etiqueta de “alimento típico”. En el caso de los quesos europeos, Bertozzi (1995) considera: la raza, la dieta, las condiciones de crianza, los tratamientos a los que se somete la leche, el proceso técnico de elaboración y el grado y condiciones de maduración del producto. A este conjunto de parámetros se le denomina pliego de condiciones, el cual debe ser definido por los productores, asimismo deben parámetros objetivos y verificables.

Cabe destacar que la tipicidad se construye, por lo tanto, hablamos de un legado que está fuertemente ligado a la tradición, al origen geográfico e histórico anclado a un terruño. El terruño es complejo, y debe entenderse no solo como el territorio geográfico que incluye las condiciones ambientales, sino también los saberes y prácticas tradicionales, es decir, patrimonio ambiental y cultural (Villegas et al., 2016).

2.1.5 Caracterización integral

Cuando hablamos de caracterizar un producto agroindustrial como el queso, se refiere a evaluar su calidad integral; es decir, identificar y definir el conjunto de

atributos de diferente índole: composicional, nutricional, fisicoquímica, sanitaria, sensorial, funcional, económica, estética, etc. Características que tienen que estar presentes en el producto para cubrir las expectativas del consumidor (Villegas et al., 2021).

Cabe destacar que el concepto de calidad integral se enfoca a pequeñas y medianas empresas, donde las estandarizaciones estrictas para control de calidad son escasas o inexistentes. Este concepto no sólo se centra en la naturaleza del producto, sino también en los atributos asignados, percibidos y valorados por el usuario o consumidor. Sin embargo, aunque un producto aparentemente cumpla con todos los rasgos de calidad descritos, la valorización y la influencia de cada uno de ellos al momento de adquirir un producto, depende enteramente de lo que el consumidor aprecie y busque para satisfacer sus necesidades (Villegas et al., 2021). Es en este punto donde se aprecia la influencia social y cultural de cada individuo.

De acuerdo con Villegas et al. (2021), la calidad integral de un alimento está constituida por calidades parciales:

- Fisicoquímica (Composición y nutrición): contribución general del alimento a una dieta balanceada.
- Higiénica: alimentos y productos libres de microorganismos, sustancias químicas a materiales que causan un daño a la salud.
- Sensorial: rasgos de los alimentos, captados por los órganos de los sentidos.
- Simbólica: referida a aspectos muy subjetivos que el consumidor valora.
- Humanística: relacionada con los valores aplicados en la producción.
- Social: satisfacción que el alimento produce al cumplir las expectativas del estatus social o de procedencia cultural del consumidor.
- Funcional: relacionada con el empleo del alimento, o en consumo. Se valoriza de acuerdo con el usuario, dentro de la cadena agroindustrial.
- Regulatoria: satisfacción de normas establecidas por la legislación, o las propias empresas, en un entorno regulado institucionalmente.

La satisfacción del cliente está relacionada con aquellos atributos que es capaz de identificar en un producto y lo significativo que le resulte dentro de su concepción de la calidad. (Villegas et al., 2021) proponen la ubicación de “las calidades” incluidas en la definición de la calidad integral, siguiendo la lógica de la pirámide de Maslow (Figura 2).

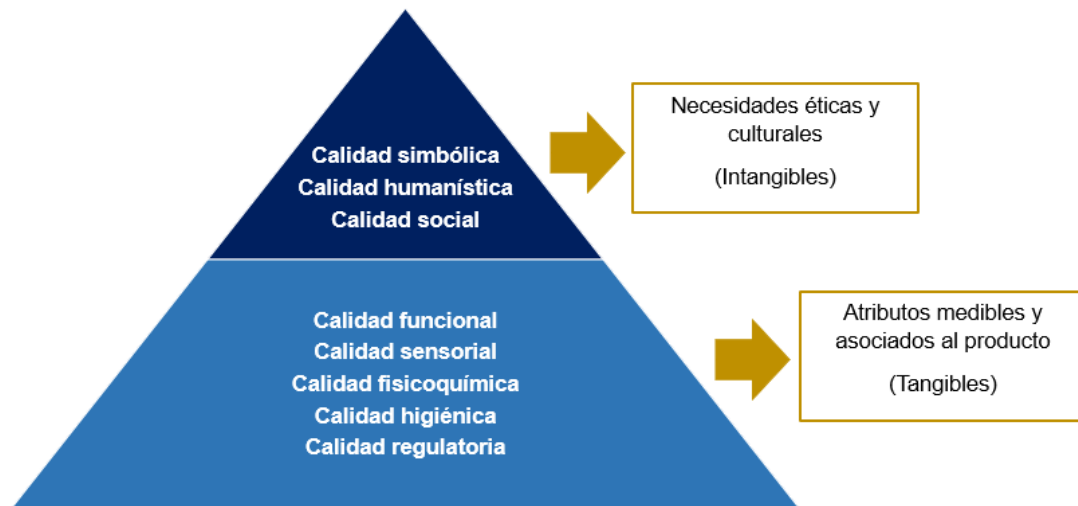


Figura 2. Ubicación de las calidades específicas de acuerdo con las necesidades humanas con que se relacionan.

Fuente: Villegas et al., 2021.

2.1.6 Beneficios y riesgos microbianos en quesos

En las últimas décadas se han acentuado prejuicios alrededor de los quesos elaborados a partir de leche cruda, debido a los brotes de enfermedades causados por alimentos de origen lácteo. Sin embargo, estos señalamientos carecen de fundamentos científicos. De primera instancia, los quesos de leche pasteurizada han tenido mayor incidencia en comparación con los quesos de leche cruda. Por otro lado, la microbiota presente en la leche cruda se ha estudiado a mayor profundidad, dando como resultado que estas poblaciones microbianas actúan como antagonistas de algunos patógenos importantes (Yoon et al., 2016).

El queso es alimento biodiverso, en él coexisten múltiples poblaciones microbianas, las cuales en conjunto conforman su microbioma. El microbioma de un queso parte de las especies autóctonas de la leche cruda, y posteriormente se enriquece con microorganismos provenientes del medio ambiente, que van desde la ordeña del animal hasta el almacenamiento del queso. Sin embargo, durante esta serie de operaciones también se pueden adquirir microorganismos patógenos que perturban las características deseables del producto final.

Dentro del queso, las poblaciones microbianas pueden tener relaciones simbióticas, antagónicas e incluso parasitarias; interacciones que suelen provocar beneficios, principalmente en quesos de leche cruda, ya que poseen mayor diversidad microbiana. Un ejemplo de lo anterior es la complejidad de elementos sensoriales, atribuida a la síntesis de componentes volátiles como: ácidos carboxílicos, esteres y alcoholes, los cuales son resultado del metabolismo de los microorganismos presentes en quesos de leche cruda (Ocak et al., 2015). Adicionalmente, en la leche cruda se encuentran bacterias ácido-lácticas que contribuyen a la inactivación de patógenos, gracias a la producción de bacteriocinas (inhibidores de crecimiento y proliferación), ácidos orgánicos y peróxido de hidrógeno, principalmente (Yoon et al., 2016). Caso contrario, al aplicar un tratamiento térmico para reducir la concentración de patógenos también se reduce la cantidad de la microbiota antagonista. Lo anterior puede resultar contraproducente, ya que tanto la leche como el queso se encuentran más vulnerables a una re-contaminación, es decir, no habría suficientes microorganismos para contrarrestar a los patógenos.

Dado a las características de la leche (a_w alta, pH con tendencia a la neutralidad y alto contenido de nutrientes) es un alimento muy susceptible a la contaminación por microorganismos causantes de enfermedades. Por lo anterior, las políticas sanitarias de muchos países exigen la pasteurización como medida para garantizar inocuidad. Los patógenos principales en leche y queso son provenientes de los animales (heces fecales, partes de su cuerpo o enfermedades), algunos de ellos son, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp.,

Escherichia coli (cepas STEC) y *Staphylococcus aureus* (Yoon et al., 2016). La problemática con los microorganismos patógenos en queso es que algunos de ellos pueden crecer en ambientes hostiles, tal es el caso de *Listeria monocytogenes*, este patógeno puede sobrevivir a temperaturas de refrigeración, bajo pH y alta concentración de salinidad (Badaoui-Najjar et al., 2007). Sin embargo, la correcta operación de las prácticas de ordeña y manufactura pueden prevenir la contaminación de estos microorganismos. Por otro lado, en caso de contaminación, la maduración en los quesos de leche cruda permite contrarrestar el efecto de estos patógenos (debido a la actividad antimicrobiana de las BAL).

2.1.7 Calidad de leche para quesería

En quesería hay dos aspectos básicos: la capacidad de la leche para generar un buen gel y experimentar una adecuada fermentación en la pasta, estando la oportunidad de dar origen a un queso fresco o a uno madurado. De acuerdo con Villegas et al. (2016) en la leche destinada a la elaboración de queso se recomienda considerar los siguientes rasgos de calidad:

1. Alta concentración de sólidos totales, principalmente de proteína total y grasa butírica.
2. Buena calidad sensorial, es decir, color, sabor y aroma característicos de la leche.
3. Baja concentración de bacterias mesófilas aerobias (BMA), ya que al ser elevada aumenta el riesgo de contener microorganismos patógenos.
4. Ausencia de inhibidores de BAL, particularmente antibióticos debido a que perturban la generación de ácido láctico.
5. Concentración de células somáticas menor de 500,000 CS/mL, una cuenta alta revela la presencia de mastitis en las vacas. Una leche mastítica inhibe la flora láctica, contamina con patógenos como *Staphylococcus aureus*, y se obtiene bajo rendimiento.
6. Acidez en un rango de 14 a 17 °D, este nivel garantiza que no han iniciado las fermentaciones lácticas antes del cuajado de la leche.

2.1.8 Evaluación instrumental de textura

La International Organization of Standardization (2008) define la textura como “Todos los atributos mecánicos, geométricos y superficiales de un producto perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles y, en su caso, visuales y auditivos”.

En los quesos el aspecto y sensación en la boca se aprecian antes que su sabor, por lo tanto, la textura es un atributo de calidad importante a considerar. Adicionalmente, la textura es una característica predominante que varía en cada tipo de queso (Hwang & Gunasekaran, 2001). Por lo anterior, analizar la textura instrumental de los quesos permite entender su evolución, cambio e incluso identificar factores externos que puedan estar afectándola, el conocimiento de esta información es fundamental para el desarrollo, innovación o detección de problemas en el proceso de elaboración (Nogales-Villalba, 2018).

El análisis de perfil de textura (TPA) se utiliza como medición instrumental común para la evaluación de la textura del queso, este análisis consiste en una compresión doble que varía entre el 25 y 90 % de la compresión de la muestra, ya que los atributos mecánicos están relacionados con la reacción del producto al estrés. Esta prueba resulta casi siempre en la ruptura del alimento, proporcionando información sobre cómo se comportan las muestras cuando se mastican (Nogales-Villalba, 2018).

Las propiedades mecánicas se dividen en dos grupos, en el primer grupo se encuentran la dureza, cohesividad, viscosidad, elasticidad y adhesividad, por otro lado, la fracturabilidad, masticabilidad y gomosidad, se derivan de las primeras. Mediante un texturómetro se obtienen datos de la doble compresión, donde se obtienen curvas de fuerza/tiempo, las cuales permiten calcular parámetros del TPA, como: la dureza que es el pico de fuerza (F) del área uno ($A1$) de la primera compresión, la adhesividad representa el trabajo necesario para retirar el disco que comprime la muestra y corresponde al área tres ($A3$). La cohesividad se define como la propiedad que permite al queso permanecer unido después de una primera compresión y se calcula como el cociente del área dos entre el área

uno ($A2/A1$). La elasticidad se refiere a la habilidad del queso para retornar a su altura original después de una primera compresión y se calcula dividiendo la distancia dos entre la uno ($D2/D1$). Finalmente, la masticabilidad se refiere al trabajo necesario para realizar una doble compresión y corresponde al producto de $F * (A2/A1) * (D2/D1)$, (Rahman et al., 2021).

2.1.9 Microestructura

El queso es un coloide alimentario complejo formado principalmente por una red de caseína en la que quedan atrapados los glóbulos de grasa y la fase acuosa (suero). Las propiedades del queso dependen de las interacciones y organización estructural de sus componentes, los cuales varían en función de las condiciones de formulación, procesamiento y almacenamiento (Dickinson, 2006).

Actualmente, el análisis de imágenes es una herramienta poderosa para evaluar estructuras de redes, analizar cambios en propiedades microestructurales y mostrar diferencias sutiles en agregados. La microestructura en productos lácteos se puede analizar y comparar transformando una imagen obtenida mediante microscopia electrónica de barrido en parámetros objetivos y cuantitativos que se pueden manejar matemática y estadísticamente. Lo anterior con el objetivo de cuantificar la forma en que se organizan los objetos o secuencias dentro de una configuración aleatoria, aunque correlacionada (Morales-Celaya et al., 2012).

2.2 Marco de referencia

2.2.1 Ubicación de Rioverde y Cd. Fernández, San Luis Potosí

La zona metropolitana RV-CDFDZ, SLP, se localiza en la Zona Media del estado, particularmente se encuentra en la microrregión Media Oeste. Sus coordenadas extremas son: al norte $100^{\circ} 01'$ y $100^{\circ} 04'$ de longitud oeste, $22^{\circ} 00'$ y $21^{\circ} 58'$ de latitud norte; al sur $99^{\circ} 55'$ y $99^{\circ} 57'$ de longitud oeste, $21^{\circ} 55'$ y $21^{\circ} 50'$. El polígono tiene una superficie de 23,005.9509 ha, de las cuales el 59.19 % pertenecen a RV, y el 40.81 % a Cd. FDFDZ (Gobierno del estado de S.L.P., 2021).

En 2020, la población de RV fue de 97,943 habitantes (48 % hombres y 52 % mujeres), creciendo un 6.55 % en esta última década. Los productos con mayor nivel de compras internacionales en 2022 fueron tomates frescos o refrigerados (Data México, 2023). Mientras que, la población en CDFDZ fue de 48,106 habitantes (48.7 % hombres y 51.3 % mujeres), creciendo un 10.5 % en esta última década. Los productos con mayor nivel de compras internacionales en 2022 fueron los artículos de plástico y artículos de otros materiales (Data México, 2023).

Más del 90 % de la superficie RV-CDFDZ se encuentra bajo el régimen de un clima semiseco-semicálido, el cual se caracteriza por lluvias en verano. En cuanto a la temperatura, generalmente en mayo y junio se registra la amplitud térmica diaria más importante del año, con un máximo de entre 32 °C y 43 °C, y un mínimo de entre 19 °C y 24 °C. La temporada de lluvia comienza en el mes de junio y termina en octubre, totalizando 580 mm de los 665 mm anuales (promedio), por lo que la zona recibe en cinco meses, más del 80 % de las precipitaciones acumuladas del año (SEDUVOP, 2011).

2.2.2 Antecedentes del queso fresco ranchero

El queso ranchero se caracteriza por ser de pasta blanda no prensada. Su presentación suele ser cilíndrica de baja altura, con un peso entre los 250 g a 1 Kg. El formato pequeño permite practicidad en manejo y consumo, debido a que es un producto que se consume en la primera semana de elaboración (Villegas, 2012).

Para la elaboración del queso ranchero se pueden emplear utensilios rústicos y no se requiere de complejos conocimientos técnicos, por lo que se produce en todo México, generalmente en pequeñas poblaciones rurales donde hay hatos lecheros o de doble propósito. Debido a su amplia producción en distintos lugares, la estandarización es escasa o nula, tanto en la materia prima como en el proceso, es decir, cada productor adapta el proceso en función de las condiciones y alcances de la región y del propio productor. Por ejemplo, se puede elaborar con leche de vaca, de cabra o mezcla; puede ser entera o parcialmente

descremada. El corte de la cuajada se realiza con distintos materiales: palas de madera, cuchillos, con la mano, etc. Sin embargo, también existen puntos comunes, como:

- Cortado de cuajada
- Secado de cuajada, primero por agitación suave y luego por compresión manual.
- Amasado o molino fino, generalmente manual.
- Salado en masa, simultaneo al molido.
- Moldeado en aros de escasa altura.

2.3 Literatura citada

- Alais, C. (1996). Quesos. In *Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera* (pp. 477–538).
- Badaoui-Najjar, M., Chikindas, M., & Montville, T. J. (2007). Changes in *Listeria monocytogenes* membrane fluidity in response to temperature stress. *Applied and Environmental Microbiology*, 6429–6435.
- Bertozzi, L. (1995). *Designation of origin: quality and specification*.
- Camacho-Vera, J. H., Cervantes-Escoto, F., Cesín-Vargas, A., & Palacios-Rangel, M. I. (2019). Los alimentos artesanales y la modernidad alimentaria. *Estudios Sociales*, 2–20.
- CANILEC. (2024). *Compendio de Estadísticas del Sector Lácteo 2013-2023*. INEGI. <https://www.canilec.org.mx/estadisticas/>
- Cervantes, F., Villegas, A., Cesín, A., & Espinoza, O. A. (2008). *Los quesos mexicanos genuinos: patrimonio cultural que debe rescatarse* (Primera Edición). Mundi-Prensa.
- Cervantes-Escoto, F., Islas-Moreno, A., & Camacho-Vera, J. H. (2019). Innovando la quesería tradicional mexicana sin perder artesanidad y genuinidad. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 29(54). <https://doi.org/10.24836/es.v29i54.794>
- Data México. (2023). *Data México*. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/rioverde#population-and-housing>
- Dickinson, E. (2006). Structure formation in casein-based gels, foams, and emulsions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 288(1–3), 3–11.
- Espejel-García, A. (2018). Caracterización de la agroindustria artesanal y atributos de la valoración en consumidores de queso bola de Ocosingo Chiapas. *Revista CIFE*, 20(33), 137–155.
- FAO, & OMS. (2022). *CXS 283-1978 Norma general para el queso*. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B283-1978%252FCXS_283s.pdf
- Gobierno del estado de S.L.P. (2021). *Programa metropolitano y de zona conurbada de Rioverde, que comprende los municipios de Rioverde y Ciudad Fernández, S.L.P. versión abreviada*. <https://slp.gob.mx/seduvop/Paginas/ProgramaMetropolitano/ProgramaMetropolitanoRioVerdeCF.aspx>

- Hwang, C. H., & Gunasekaran, S. (2001). Measuring crumbliness of some commercial Queso Fresco-type Latin American cheeses. *Milchwissenschaft*, 446–450.
- International Organization of Standardization. (2008). *Glossary of terms relating to sensory analysis*.
- Marescotti, A. (2006). Le dimensioni della tipicità dei prodotti agro-alimentari. In *Guida per la valorizzazione delle produzioni agroalimentare tipiche. Concetti, metodi, strumenti* (pp. 13–20).
- Morales-Celaya, M., Lobato-Calleros, C., Alvarez-Ramirez, J., & Vernon-Carter, E. J. (2012). Effect of milk pasteurization and acidification method on the chemical composition and microstructure of a Mexican pasta filata cheese. *Food Science and Technology*, 132–141.
- Nogales-Villalba, D. E. (2018). *Efecto de la forma y dimensión de muestras de queso fresco y velocidad de prueba sobre el análisis de perfil de textura instrumental*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Ocak, E., Javidipour, I., & Tuncturk, Y. (2015). Volatile compounds of Van Herby cheeses produced with raw and pasteurized milks from different species. *Journal of Food Science and Technology*, 4315–4323.
- Office Fédéral de l'Agriculture. (2001). *Guide pour le dépôt d'une Appellation d'Origine Protégée (AOP) ou d'une Indication Géographique Protégée (IGP)*.
- Rahman, M. S., Al-Attabi, Z. H., Al-Habsi, N., & Al-Khusaibi, M. (2021). Measurement of Instrumental Texture Profile Analysis (TPA) of Foods. In *Techniques to Measure Food Safety and Quality* (pp. 427–465).
- Secretaria de salud. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba*. <https://dof.gob.mx/normasOficiales/4156/salud2a/salud2a.htm>
- SEDUVOP, S. (2011). *Plan de Ordenación de la Zona Conurbada Intermunicipal de Rioverde y Cd. Fernández*.
- Villegas, A., Santos, A., & Cervantes, F. (2016). Los quesos tradicionales mexicanos. In *Universidad Autónoma Chapingo*.
- Villegas de Gante, A. (2012). *Los quesos mexicanos* (Universidad Autónoma Chapingo, Ed.; 2nd ed., Vol. 1).
- Villegas De Gante, A., & Cervantes Escoto, F. (2011). Genuineness and typicity in the revalorization of artisanal Mexican cheeses. *Estudios Sociales*, 19(38), 146–164.
- Villegas de Gante, A., Flores-Girón, E., Márquez-Roa, L., Rodríguez-Peralta, D., & Sandoval-Castilla, O. (2021). Capítulo 5. Sistemas Agroindustriales (SAI).

In *La agroindustria alimentaria: Un enfoque sistémico* (1st ed., Vol. 1, pp. 103–127).

Walstra, P., Wouters, J. T., & Geurts, T. J. (2006). Dairy Science and Technology. In *Dairy Science and Technology* (pp. 140–155).

Yoon, Y., Lee, S., & Choi, K. H. (2016). Microbial benefits and risks of raw milk cheese. In *Food Control* (Vol. 63, pp. 201–215). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.11.013>

3. CADENA AGROINDUSTRIAL LECHE – QUESO RANCHERO DE RIOVERDE Y CD. FERNÁNDEZ, SAN LUIS POTOSÍ

3.1 Resumen

El queso ranchero es un alimento altamente demandado en Rioverde (RV) y Cd. Fernández (CDFDZ), San Luis Potosí (SLP), debido a su consumo diario y uso en platillos típicos de esta región. Se trata de un queso fresco de pasta molida, elaborado artesanalmente con leche fluida de vaca, comercializado generalmente en piezas pequeñas envueltas en un característico papel encerado café. En ambos municipios se encuentran empresas familiares que se han dedicado a la elaboración de este queso alrededor de 30-40 años. Estas características logran catalogarlo como un queso tradicional mexicano. El presente estudio describió la Cadena Agroindustrial leche-queso ranchero, mediante visitas, encuestas y entrevistas a los actores de los tres eslabones (producción de leche, agroindustria y comercialización), con el fin de comprender el funcionamiento de la quesería en RV y CDFDZ, como parte de la caracterización integral de este alimento. Se trabajó con tres queserías locales (QA, QB y QC), para señalar las diferencias y similitudes en su articulación y operaciones del proceso. Se identificó que la demanda de leche es mayor a la oferta, por lo que algunas queserías se ven en la necesidad de abastecerse en cooperativas externas. En algunos otros casos, esta cuestión ha afectado negativamente con el declive de la empresa. Otra variable es el uso de leche cruda, aunque la mayoría de las queserías ya implementan pasteurización, hay otras que no lo hacen, y por lo general son negocios que producen en escala artesanal e implementan utensilios rústicos. En cuanto a la articulación, comúnmente es por coordinación vertical, y no existe una organización social que permita el bienestar colectivo.

Palabras clave

Queso fresco, queso molido, quesería artesanal, articulación.

MILK – RANCHERO CHEESE AGROINDUSTRIAL CHAIN FROM RIOVERDE AND CD. FERNÁNDEZ, SAN LUIS POTOSÍ

Abstract

Ranchero cheese is a highly demanded food in Rioverde (RV) and Cd. Fernández (CDFDZ), San Luis Potosí (SLP), due to its daily consumption and use in typical food of this region. It is a fresh cheese made from ground paste, handcrafted with cow's milk, generally sold in small pieces wrapped in a distinctive brown waxed paper. In both municipalities there are family businesses that have been dedicated to the production of this cheese for around 30-40 years. These characteristics make it possible to classify it as a traditional Mexican cheese. This study described the milk-ranchero cheese agroindustrial chain, through visits, surveys and interviews with the actors of the three links (milk production, agroindustry and marketing), to understand the operation of the cheese factory in RV and CDFDZ, as part of the integral characterization of this food. We worked with three local cheese factories (QA, QB and QC), to point out the differences and similarities in their articulation and process operations. It was identified that the demand for milk is greater than the supply, so some cheese factories are forced to obtain supplies from external cooperatives. In some other cases, this issue has negatively affected the decline of the company. Another variable is the use of raw milk, although most cheese factories already implement pasteurization, there are others that do not, and they are generally businesses that produce on an artisanal scale and implement rustic utensils. As for articulation, it is commonly through vertical coordination, and there is no social organization that allows for collective well-being.

Keywords

Fresh cheese, ground cheese, artisanal cheese factory, joint.

Thesis of Master Science, Program of Agro-Food Science and Technology. Universidad Autónoma Chapingo

Author: Mariana Sánchez González

Thesis Director: Ofelia Sandoval Castilla

3.1 Introducción

La agroindustria alimentaria es un conjunto de operaciones que tiene como objetivo el acondicionamiento y transformación de materias primas hasta llegar a la distribución, comercialización y consumo de alimentos terminados. En consecuencia, agricultura (A), agroindustria (AI) y mercado (M) forman una fuerte articulación (A-AI-M) (Villegas et al., 2021), donde existe una organización de actores sociales, quienes se caracterizan por su heterogeneidad sociocultural y diversidad de intereses (Fleter Ocón, 2006). Por lo tanto, los alimentos simbolizan relaciones sociales e institucionales (Gusfield & Michalowicz, 1984).

La agroindustria funciona en sistemas, los cuales definen al producto o materia prima de interés con el objetivo de interpretar la realidad agrícola-agroindustrial en un espacio geográfico y tiempo definidos (Villegas de Gante & Cervantes-Escoto, 2010). El modelo de cadena agroindustrial (CAI) permite ilustrar la articulación entre los actores socioeconómicos de los eslabones productivos, concretándose mediante el intercambio comercial (Villegas et al., 2021). Adicionalmente, en la CAI no sólo se genera valor a través de operaciones de procesamiento que modifican físicamente al producto, sino también con recursos intangibles, como la transferencia de conocimiento, el capital social y la confianza (Arras-Vota et al., 2015).

Los quesos tradicionales mexicanos (QTM) son el resultado del trabajo de una red o cadena agroalimentaria local de importancia económica, que puede contribuir al desarrollo regional y a la seguridad alimentaria (Villegas & Cervantes-Escoto, 2011). Asimismo, son alimentos asociados a un territorio, elaborados gracias a una herencia gastronómica, por lo tanto, representan cultura e identidad (Guerrero et al., 2009; Espejel-García, 2018).

Como todos los alimentos tradicionales, los quesos han venido evolucionando a través del tiempo, aunque perdure la tradición y el saber-hacer. Los productores se han adaptado a las condiciones contemporáneas, como: la disponibilidad de materia prima, las condiciones ambientales, la falta de relevo generacional, la coexistencia con pseudoquesos económicos y de fácil acceso, las limitaciones

legislativas que prohíben el uso de leche cruda, etc., aplicando innovaciones tecnológicas y sociales acordes a las necesidades de producción y demanda del mercado (Cervantes et al., 2008). Dentro de las innovaciones sociales se encuentran las protecciones jurídicas que certifican la autenticidad de un producto (Espejel-García, 2018). Cabe destacar que no todos los quesos tradicionales son candidatos a una protección, como es el caso del queso panela y el ranchero, ya que son elaborados en todo el territorio mexicano. Sin embargo, la organización social puede traer beneficios a los agentes de la cadena. El trabajo colectivo permite establecer objetivos con el fin de disminuir costos de transacción e incluso aumentar la competitividad a través de estrategias como la diferenciación (Espejel-García, 2018; Kristbergsson & Oliveira, 2016).

El queso ranchero se produce en la mayoría de los estados del país, donde dependiendo del lugar se conoce también como; molido o de aro. Su proceso de elaboración suele ser sencillo y genérico, es decir, se limita a las operaciones básicas de quesería (cuajado, corte de cuajada, desuerado, amasado, salado y moldeado), y a la molienda de la pasta. De manera que, no requiere necesariamente de fermentación, oreado o incorporación de ingredientes adicionales (chiles, especias, semillas, etc.). Por lo anterior, es posible producirlo en pequeñas rancherías con instrumentos rústicos, surgiendo el nombre de “queso ranchero” (Villegas de Gante, 2012).

En Rioverde (RV) y Cd. Fernández (CDFDZ), municipios de la zona media potosina, el queso ranchero forma parte de la alimentación diaria de la población. Sin embargo, en ambos municipios no sólo se comercializa el producto local, sino también queso elaborado en Villa de Reyes (municipio ubicado en la zona centro de San Luis Potosí), producto que tiene gran alcance ya que sus puntos de venta se encuentran dentro del mercado municipal de RV, mientras que, las queserías locales comercializan su producto en la misma planta de producción y distribuyen a algunas tiendas cercanas.

Estudiar la Cadena Agroindustrial del queso ranchero de RV y CDFDZ permitirá identificar a los agentes involucrados y conocer la relación entre ellos, así como describir y analizar sus prácticas de producción. Lo anterior como parte de la caracterización integral de este alimento.

3.2 Materiales y Métodos

3.2.1 Ubicación de la zona de estudio

Se estableció la zona conurbada RV-CDFDZ, SLP (al norte 100° 01' y 100° 04' de longitud oeste, 22° 00' y 21° 58' de latitud norte; al sur 99° 55' y 99°57' de longitud oeste, 21°55' y 21° 50'), que es el centro agrícola y económico más importante de la zona media potosina, donde el queso ranchero es un producto altamente demandado, debido a que es utilizado en platillos típicos de la región. Para la selección de las unidades de producción de estudio, primero se preguntó a los consumidores la marca de su preferencia, así se identificaron seis negocios familiares que llevan alrededor de 30 – 40 años elaborando queso ranchero. Debido a la disponibilidad y confianza de los productores, se trabajó con tres queserías: Quesilack (QA) ubicada en el centro de RV, El Jaral (QB) establecida en Ejido El Refugio, CDFDZ, y Nájera (QC) ubicada en el centro de CDFDZ.

3.2.2 Levantamiento de información

Se realizaron instrumentos de colecta para obtener información como: generalidades de la empresa, capitalización, características de la materia prima, desarrollo y precio de productos, canales de distribución y competidores. También se visitaron las instalaciones de cada quesería para observar el proceso de elaboración. Asimismo, se observó la producción de leche de la QB que cuenta con integración vertical, y se entrevistó acerca de las generalidades del hato, alimentación, proceso de ordeña, almacenamiento y precio de la leche.

Finalmente, se realizaron visitas a algunos distribuidores mayoristas y establecimientos comerciales (tiendas de abarrotes y establecimientos dedicados únicamente a la venta de queso), donde se realizaron encuestas sobre: proveedores de queso, precios de compraventa, factores que influyen en el precio, clientes, oferta y demanda; entre otros.

3.3 Resultados y discusión

3.3.1 Generalidades de las empresas

En las queserías estudiadas el conocimiento es transgeneracional, específicamente proviene de las mujeres que han aprendido el proceso en zonas rurales. En dos de los casos, al tener el conocimiento de elaboración del queso fresco decidieron dedicarse a la quesería y buscaron a los proveedores de leche, como materia prima para iniciar su negocio. Por otro lado, un caso inició con el hato lechero, y a partir de la necesidad de aprovechar la leche encontraron la solución en la quesería, lo que dio pauta para que existiera una integración vertical, es decir, la producción primaria de leche hacia la agroindustria; así como a la transformación a queso ranchero.

3.3.2 Cadena Agroindustrial

La Cadena Agroindustrial Leche-Queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP, se ilustra en la Figura 3, donde se observa la articulación de los eslabones: producción primaria (productores de leche), agroindustria (productores de queso) y mercado (comercializadores), hasta llegar al consumidor final. Se limita en un espacio determinado que está bajo la influencia de factores externos, como la Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COEPRIS) que se encarga del control sanitario de alimentos, asegurándose que se cumplan las especificaciones establecidas en: la ley general de salud, el reglamento de control sanitario de productos y servicios, la NOM-251-SSA1-2009 y en estos casos la NOM-243-SSA1-2010, aplicable a leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos (COFEPRIS, 2016).

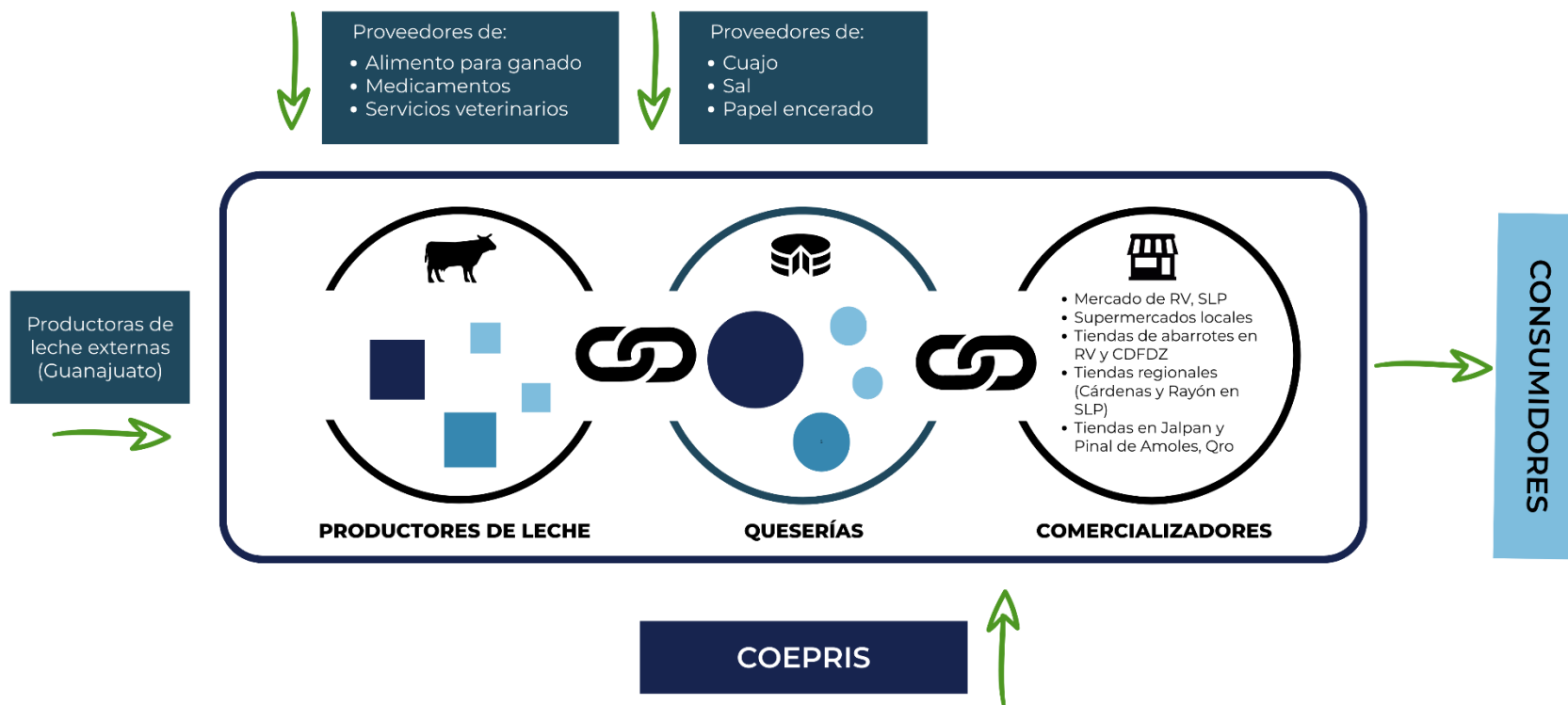


Figura 3. Cadena Agroindustrial leche– queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP.

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Primer eslabón: Producción de leche

En RV-CDFZ no se produce suficiente leche para abastecer a todas las queserías de la región, las cuales en su mayoría están articuladas por coordinación vertical, es decir, existe un acuerdo comercial con los productores de leche ya sean independientes u organizados en cooperativa.

Generalmente, las queserías, catalogadas como medianas empresas se enfrentan a la necesidad de buscar alternativas fuera de la zona, ya que demandan más de 2000 L de leche al día. Por lo anterior, la QA se provee con la productora agropecuaria Payes S.A de C.V ubicada en San Felipe, Guanajuato, donde hay un contrato de compraventa. Sin embargo, la confianza entre actores también permite establecer acuerdos informales, como la QC que se abastece con dos productores locales. En ambos casos hay dependencia bilateral (Villegas et al., 2021).

Por otro lado, en la QB, que es una empresa familiar, tiene integración vertical; se encarga desde la producción de leche, por lo que el volumen y calidad de la materia prima son responsabilidad de la misma familia. Debido al clima seco, el sistema de producción se asemeja al descrito por López Andrade (2018) en la zona periurbana de la ciudad de SLP. Es un sistema semiestabulado, el cual se lleva a cabo en un corral de 400 m² donde se mantienen alrededor de 24 cabezas de ganado para la ordeña diaria. El hato se conforma en su mayoría por vacas Holstein (Figura 4), aunque también se encuentran razas como: Jersey, Simmental, Angus y Pardo Suizo, algunas de ellas de doble propósito. Su alimentación consta de forraje (alfalfa y ensilado que se prepara en la misma unidad productiva), alimento concentrado que contiene salvado (43.95 %), maíz (43.95 %), soja (11 %) y carbonato (1.1%). La ordeña se lleva a cabo por la mañana y por la tarde con la ordeñadora mecánica que se muestra en la Figura 5, obteniendo de 10 a 15 L de leche por vaca al día.



Figura 4. Sistema de producción de leche en la QB

Fuente: Elaboración propia

La eliminación de impurezas en la leche se realiza mediante filtración, ya que son factores de riesgo físicos e incluso biológicos porque funcionan como vehículos de contaminación. En las unidades de producción lechera por lo general no se analizan los parámetros de calidad, únicamente se realiza la exploración de características sensoriales propias de la leche: color, aroma y sabor.

La leche se transporta a temperatura ambiente en recipientes de acero inoxidable o plástico cuando el trayecto es corto, y tarda entre 30 - 90 min desde que se ordeña hasta que se recibe en la quesería. Mientras que, la leche que proviene de fuera de la región se transporta en pipas con refrigeración ($2 - 4^{\circ}\text{C}$), para detener la proliferación de microorganismos, por ende, evitar acidificación y deterioro en la leche.

Cervantes-Escoto et al. (2019) realizaron un análisis de conglomerados con 32 quesos mexicanos, donde se formaron tres grupos a partir de tres variables: tipo de proveeduría, clase de ganado de donde viene la materia prima e integración organizacional. De acuerdo con esta clasificación el queso ranchero de RV-CDFZ

podría encontrarse dentro del grupo 1, la leche proviene de unidades de lechería familiar con ganado Holstein y no se cuenta con una asociación.

3.3.4 Segundo eslabón: Agroindustria (Producción de queso)

En las queserías, la leche debe cumplir con ciertos rasgos de calidad, principalmente la capacidad de formar una cuajada firme y resistente para el proceso de elaboración del queso. Por lo anterior, al llegar el lote de leche a la quesería se miden parámetros como: temperatura, densidad y acidez, ya que son indicadores de que la materia prima se encuentra en una calidad adecuada para su transformación a queso fresco.

De primera instancia, en toda quesería se observa la calidad sensorial, es decir, color, aroma y sabor característicos de la leche. Sin embargo, cuando el proceso implica pasteurización es necesario realizar una prueba de estabilidad térmica, la cual se lleva a cabo añadiendo alcohol al 68 %, en caso de observar coagulación no se puede someter a un tratamiento térmico. La pasteurización es parte del acondicionamiento de la materia prima, se trata de preparar la leche para iniciar el proceso de elaboración, esta operación no se realiza en todas las queserías de la región dedicadas a la elaboración de queso ranchero. De las tres queserías estudiadas, QA y QC son las dos unidades de producción de queso que aplican pasteurización en la leche (Cuadro 1).

Cada quesería tiene un procedimiento para elaborar queso ranchero, sin embargo, comparten operaciones que hacen característico a este producto, como: molienda de la pasta, moldeado y empaque. En el Cuadro 1 se enlistan las operaciones generales para la elaboración de queso ranchero para las tres queserías.

Cuadro 1. Proceso de elaboración del queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP.

Operación	QA	QB	QC
Pasteurización	63 °C, 30 min	NA	65 °C, 30 min
Cuajado	Enzimático, 1 h	Enzimático, 2 h	Enzimático, 30 min
Corte de cuajado	Rastrillo de acero inoxidable	Palas de madera	Palas de acero inoxidable
Trabajo del grano	NA	Agitación manual lenta, 10 min	NA
Desuerado	Rejillas de acero inoxidable y manta	Coladores de plástico, costales de lienzo y centrifugación por 10 min.	En manta, y se exprime manualmente
Reposo de pasta	Almacenamiento en costales de manta, dentro de cubetas de plástico, 1- 3 °C, 24 h	NA	NA
Trabajo de pasta y salado	Mezcla mecánica por 5 min mientras se incorpora la sal	Mezcla manual, incorporación de sal y pasta de un día anterior (1:1)	Mezcla manual e incorporación de sal
Molienda	Molino eléctrico de acero inoxidable		
Moldeado	Manual con apoyo de moldes de acero inoxidable. Forma cilíndrica en la parte inferior y terminado abultado en la parte superior.		
Empacado y etiquetado	Envoltura con papel encerado color café		

NA: No aplica

Como se observa en el cuadro anterior, la operación del moldeado se realiza por corto tiempo, casi inmediato se desmolda, no requiere de tiempo de reposo en el molde o prensado, a diferencia de otras regiones del país. Por ejemplo, en el caso del queso ranchero Jarocho la pasta se prensa por mínimo 2 h en moldes de plástico (Juárez-Barrientos et al., 2021). Esta diferencia en el proceso puede afectar distintos aspectos del producto final, como el contenido de humedad y la textura, asimismo la pieza puede perder su forma fácilmente después de pocas horas fuera del almacenamiento refrigerado principalmente.

En la QB se pudieron observar algunos elementos de contraste en el proceso de elaboración en comparación con las otras queserías, como lo es, la adición de un cultivo láctico indirecto. Este último se prepara de la siguiente manera: la leche obtenida en la ordeña de la tarde, sin tratamiento de pasteurización, se procesa y se cuaja hasta obtener la pasta molida y salada, posteriormente se cubre con una tela y se deja fermentar por aproximadamente 16 h a temperatura ambiente. La fermentación de esta pasta promueve el crecimiento de microorganismos mesófilos, que posteriormente al queso le puede conferir características de acidez, sabor y aroma de una fermentación natural. Esta pasta se mezcla con pasta fresca en una proporción 1:1, y finalmente se moldean y empaacan los quesos. Otra característica es el material de los instrumentos, ya que es la única de las tres que emplea palas de madera, lo cual puede tener una implicación hacia la contaminación del queso con la microbiota de lotes anteriores o incluso microbiota patógena.

En los quesos frescos como el ranchero se debe tener especial cuidado, ya que debido al alto contenido de humedad favorece la proliferación de microorganismos entre ellos algunos patógenos importantes como: *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Streptococcus aureus*, etc. La presencia de estos microorganismos representa un factor de riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos, gran problema de salud pública. Al ser un proceso donde hay alto grado de manipulación en el producto y empleo de utensilios que pueden almacenar microorganismos, es importante identificar los

puntos críticos, así como llevar a cabo prácticas preventivas de contaminación (buenas prácticas de manufactura), ya que esta puede ocurrir en cualquier punto de la cadena (Merchán et al., 2019; Vinicio et al., 2019; Arteaga-Solórzano et al., 2012).

En el Cuadro 2 se encuentran algunas especificaciones que se distinguen entre la producción en las queserías, donde cabe señalar que el volumen de leche procesado por día varía considerablemente, principalmente el de la QA, que al procesar más de 2000 L / día ya se considera mediana empresa (Villegas et al., 2016). Mientras que, las QB y QC aún se encuentran en una escala de producción artesanal.

Cuadro 2. Especificaciones de queserías

Quesería	Ubicación	Volumen procesado de leche al día	Frecuencia de producción de queso
QA	Centro de RV	5000 a 7000 L	Diario
QB	Ejido El Refugio, CDFDZ	250 a 300 L	Diario
QC	Centro de CDFDZ	350 a 400 L	3 veces por semana

QA, QB y QC, hace referencia a las queserías estudiadas en el proyecto.

De acuerdo con Cervantes-Escoto et al. 2019 mediante un análisis canónico discriminante distinguieron tres grupos de quesos mexicanos a través de cuatro variables significativas: tipo de pasta, pH, alcance de mercado y macrorregión. El queso ranchero de RV-CDFDZ podría estar dentro del primer grupo, que se caracteriza por quesos de pasta blanda, pH alrededor de 5.6, mercado local y regional, y producción en planicies templadas. Estas condiciones son poco favorecedoras en comparación con el tercer grupo, que se caracteriza por quesos de pH alrededor de 4.7, esto debido a que su producción se encuentra en los trópicos donde el clima propicia la acidificación de la leche. Los quesos del grupo tres de este estudio cuentan con innovación tecnológica y social que han logrado entrar a mercados regionales e incluso internacionales.

Las innovaciones tecnológicas y sociales están relacionadas con el alcance de mercado. Las primeras controlan el contenido de humedad, manteniéndolo bajo, así como el pH, estas características favorecen la estabilidad microbiológica, ya que no son condiciones óptimas para la proliferación de microorganismos, permitiendo que se conserven durante más tiempo, lo que posibilita su comercialización en mercados nacionales e internacionales. Por otro lado, las innovaciones sociales como la integración organizativa permiten poner en práctica estrategias que logran mayor visibilidad y reconocimiento a los quesos artesanales (Cervantes-Escoto et al., 2019).

3.3.5 Tercer eslabón: Comercialización de queso

El producto llega al consumidor final principalmente por tres canales: compra directa en la quesería, compra en el mercado municipal o en tiendas de abarrotes. En el mercado municipal de RV principalmente se encuentran queserías que venden queso ranchero de Villa de Reyes (municipio de la zona centro de SLP). Cada negocio tiene sus distintos proveedores que llevan el producto hasta su locación, algunos de ellos llevan hasta 40 años dedicándose únicamente a la venta de queso. Usualmente, los proveedores visitan las queserías 5 días de la semana, y son quienes establecen el precio de compra, posteriormente los intermediarios (queserías del mercado) fijan el precio de venta en base al margen de utilidad que desean ganar (alrededor del 20 %). El precio no varía por cliente ni temporada. Por otro lado, las queserías locales venden sus productos en su establecimiento y distribuyen a tiendas de abarrotes, como en el caso anterior se llega a un acuerdo donde las queserías fijan el precio y los comerciantes aumentan el porcentaje de utilidad.

De manera habitual los consumidores compran queso ranchero en promedio tres veces por semana. Sin embargo, la demanda aumenta en temporada vacacional, principalmente por las personas que visitan la región. Otro mercado importante es el de nostalgia, es decir, personas que crecieron consumiendo el queso, pero cambiaron de residencia y el producto no está a su alcance, por lo que al visitar

su lugar de origen buscan los alimentos (en este caso el queso ranchero) que comían.

El queso ranchero de RV y CDFDZ llega a ser comercializado en tiendas regionales, como en Cárdenas y Rayón (municipios aledaños) e incluso en el estado de Querétaro. Considerando que existe una demanda importante en estos puntos, las queserías con mayor capacidad económica y productiva pueden ofertar el producto extra localmente. Debido a este alcance de mercado la COEPRIS mantiene constante supervisión en el proceso de elaboración de los quesos, asegurando buenas prácticas de manufactura donde destacan: la aplicación de tratamiento térmico y la implementación de pruebas de calidad en leche.

A pesar de que las QB y QC procesan un volumen parecido, sólo la QC se encuentra regulada por COEPRIS, lo cual puede deberse a la ubicación de la quesería, ya que la QC se encuentra en la región céntrica de CDFDZ, mientras que la QB se ubica en una zona rural del mismo municipio.

3.3.6 Consumo de queso en Rioverde y Ciudad Fernández

En la zona conurbada RV-CDFDZ el queso ranchero se consume diario, principalmente en el desayuno. Este queso forma parte de la gastronomía tradicional de esta región, ya que se incluye desmoronado encima de las “enchiladas rioverdenses”, platillo típico de ambos municipios. Adicionalmente, el municipio de Rioverde se reconoce por la preparación de sus elotes, donde también se utiliza el queso ranchero, sin embargo, para estos últimos el queso se deja orear para disminuir el contenido de humedad.

3.4 Conclusiones

La Cadena Agroindustrial Leche-Queso fresco de Rioverde y Cd. Fernández, San Luis Potosí, muestra rasgos de articulación a través de coordinación vertical, por lo general se establecen acuerdos formales e informales con productores de leche o cooperativas externas para cubrir la demanda de la región. Sin embargo, no existe una organización social entre productores, lo cual dificulta la implementación de estrategias colectivas, como la diferenciación con otros quesos tipo.

En las queserías estudiadas se identificaron diferencias tanto en su capacidad de procesamiento, como en las condiciones del proceso. Sin embargo, siguen siendo queserías a escala artesanal que utilizan herramientas rudimentarias, el proceso lleva más tiempo, y emplean eventualmente leche cruda. Las queserías que trabajan bajo estas condiciones deben tener las precauciones necesarias para producir quesos de calidad, específicamente hablando en términos de inocuidad. Las buenas prácticas de manufactura y la implementación de innovaciones tecnológicas permiten tener bajo control estas cuestiones que pueden afectar la reputación del producto.

Por otro lado, el déficit de leche como materia prima para el procesamiento de quesos, ha afectado negativamente a algunas queserías, ocasionando su declive, desmotivación y falta de relevo generacional. Las innovaciones sociales podrían contribuir a estas problemáticas, siempre y cuando se establezcan objetivos colectivos.

3.5 Literatura citada

- Arras-Vota, A. M., López-Díaz, J. C., Aguilar-Valdés, A., Hernández-Rodríguez, O. A., & Bustillos- Nuñez, G. (2015). Procesos humanos y productivos en microempresas rurales casos: Productos Juvelin y Hacienda San Miguel. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 36, 1220–1229.
- Arteaga-Solórzano, R. A., Armenteros-Amaya, M., Quintana-García, D., & Martínez-Vasallo, A. (2021). Evaluación de las buenas prácticas en la elaboración de queso artesanal en Manabí. *Revista de Salud Animal*, 43(2).
- Cervantes, F., Villegas, A., Cesín, A., & Espinoza, O. A. (2008). *Los quesos mexicanos genuinos: patrimonio cultural que debe rescatarse* (Primera Edición). Mundi-Prensa.
- Cervantes-Escoto, F., Islas-Moreno, A., & Camacho-Vera, J. H. (2019). Innovando la quesería tradicional mexicana sin perder artesanidad y genuinidad. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 29(54). <https://doi.org/10.24836/es.v29i54.794>
- COFEPRIS. (2016, octubre 25). *Marco normativo para alimentos*. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/marco-normativo-para-alimentos#:~:text=Ley%20General%20de%20Salud%E2%80%8B.%20Reglamento%20de%20Control%20Sanitario,el%20proceso%20de%20alimentos%2C%20bebidas%20o%20suplementos%20alimenticios>.
- Espejel-García, A. (2018). Caracterización de la agroindustria artesanal y atributos de la valoración en consumidores de queso bola de Ocosingo Chiapas. *Revista CIFE*, 20(33), 137–155.
- Fleter Ocón, H. B. (2006). Cadenas, redes y actores de la agroindustria en el contexto de la. *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad*, XIII (37).
- Guerrero, L., Guàrdia, M. D., Xicola, J., Verbeke, W., Vanhonacker, F., Zakowska-Biemans, S., Sajdakowska, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Contel, M., Scalvedi, M. L., Granli, B. S., & Hersleth, M. (2009). Consumer-driven definition of traditional food products and innovation in traditional foods. A qualitative cross-cultural study. *Appetite*, 52(2), 345–354.
- Gusfield, J. R., & Michalowicz, J. (1984). Secular Symbolism: Studies of Ritual, Ceremony, and the Symbolic Order in Modern Life. *Annual Review of Sociology*, 10, 417–435.
- Juárez-Barrientos, J. M., Díaz-Rivera, P., de Jesús Ramírez-Rivera, E., Rodríguez-Miranda, J., Martínez-Sánchez, C. E., Carmona-García, R., & Herman-Lara, E. (2021). Traditional rancho Jarocho cheese: A multidisciplinary study from a typicity approach. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 12(2), 353–369. <https://doi.org/10.22319/RMCP.V12I2.5230>

- Kristbergsson, K., & Oliveira, J. (2016). *Traditional foods: General and Consumer Aspects*. Springer.
- López Andrade, M. (2018). *Análisis económico y de la sustentabilidad de la ganadería lechera periurbana en la ciudad de San Luis Potosí* [Tesis maestría]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Merchán, N. A. C., Gómez, L. M. P., Cárdenas, A. K. P., Rodríguez, N. C. O., & Sánchez, Y. N. (2019). Microorganismos comúnmente reportados como causantes de enfermedades transmitidas por el queso fresco en las Américas, 2007-2016. *Revista cubana de higiene y epidemiología*, 56(1).
- Villegas, A., Santos, A., & Cervantes, F. (2016). Los quesos tradicionales mexicanos. En *Universidad Autónoma Chapingo*.
- Villegas de Gante, A. (2012). *Los quesos mexicanos* (Universidad Autónoma Chapingo, Ed.; 2a ed., Vol. 1).
- Villegas De Gante, A., & Cervantes Escoto, F. (2011). Genuineness and typicity in the revalorization of artisanal Mexican cheeses. *Estudios Sociales*, 19(38), 146–164.
- Villegas de Gante, A., & Cervantes-Escoto, F. (2010). Marco conceptual para el desarrollo de la agroindustria mexicana. En *Agricultura, ciencia y sociedad rural* (pp. 23–48).
- Villegas de Gante, A., Flores-Girón, E., Márquez-Roa, L., Rodríguez-Peralta, D., & Sandoval-Castilla, O. (2021). Capítulo 5. Sistemas Agroindustriales (SAI). En *La agroindustria alimentaria: Un enfoque sistémico* (1a ed., Vol. 1, pp. 103–127).
- Vinicio, J., Solórzano, S., Javier, B., & Martínez, A. (2019). Diagnóstico de la inocuidad del queso fresco en pequeñas empresas locales mediante el sistema HACCP. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 27(48), 3–26. <https://www.researchgate.net/publication/3438379>

4. CARACTERIZACIÓN INTEGRAL DEL QUESO RANCHERO DE RIOVERDE Y CD. FERNÁNDEZ, SAN LUIS POTOSÍ

4.1 Resumen

La caracterización integral de un queso permite evaluar su calidad en diferentes disciplinas, con el fin de reconocer el impacto del saber-hacer de los productores, y definir el futuro del producto. El queso ranchero de Rioverde (RV) y Cd. Fernández (CDFDZ), San Luis Potosí (SLP), es un queso tradicional mexicano, elaborado por distintos productores que se han enfrentado al déficit de leche en la zona, y que han heredado el conocimiento de hacerlo, por lo tanto, existen variables que diferencian a estos negocios familiares. Este estudio evaluó la calidad del queso fresco de tres queserías locales (QA, QB, y QC), determinando la composición química proximal (humedad, proteína, extracto etéreo, carbohidratos y cenizas), los parámetros fisicoquímicos (pH y a_w), la carga microbiana (BMA, CT, HL, BAL, *Salmonella* spp. y *Listeria* spp.), las propiedades texturales (firmeza, cohesividad, elasticidad y masticabilidad), la distribución de moléculas (microestructura) y el perfil sensorial. Los resultados de todos los análisis fueron estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$) entre queserías, donde la QA se caracterizó por su alto contenido de humedad y carbohidratos, carga microbiana menor, presencia de *Listeria* spp., textura blanda y cremosa, y asociación con sabor a leche. Por otra parte, el QB destacó el contenido graso, pH y a_w menores, alta carga microbiana, textura poco cohesiva, y complejidad sensorial atribuida principalmente al uso de leche cruda. Mientras que, el QC se caracterizó por elevado contenido proteico, textura firme, y al posible uso de aditivos en su formulación, ya que no se le asociaron atributos sensoriales. Sin embargo, los quesos presentaron similitudes como: pH alrededor de 6, y a_w mayor de 0.92, favoreciendo el desarrollo de microorganismos, que, aunque predominantemente son BAL, también se identificó la presencia de presuntos patógenos. En general, se sugiere la implementación de buenas prácticas de manufactura, con el fin de mejorar la calidad higiénica del queso ranchero.

Palabras clave

Queso fresco, queso molido, calidad integral, calidad higiénica, composición química, textura, microestructura.

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

Autor: Mariana Sánchez González

Directora de Tesis: Ofelia Sandoval Castilla

INTEGRAL CHARACTERIZATION OF RIOVERDE AND CD. FERNÁNDEZ, SAN LUIS POTOSI, RANCH CHEESE

Abstract

The integral characterization of a cheese allows its quality to be evaluated in different disciplines, in order to recognize the impact of the producers' know-how, and to define the future of the product. The rancho cheese from Rioverde (RV) and Cd. Fernández (CDFDZ), San Luis Potosí (SLP), is a traditional Mexican cheese, made by different producers who have faced the milk shortage in the area, and who have inherited the knowledge of how to do it, therefore, there are variables that differentiate these family businesses. This study evaluated the quality of fresh cheese from three local cheese factories (QA, QB, and QC), determining the proximate chemical composition (moisture, protein, ether extract, carbohydrates, and ash), the physicochemical parameters (pH and a_w), the microbial load (BMA, CT, HL, BAL, *Salmonella* spp. and *Listeria* spp.), the textural properties (firmness, cohesiveness, elasticity, and chewiness), the distribution of molecules (microstructure), and the sensory profile. The results of all analyses were statistically different ($p \leq 0.05$) between cheese factories, where QA was characterized by its high moisture and carbohydrate content, lower microbial load, presence of *Listeria* spp., soft and creamy texture, and association with milk flavor. On the other hand, QB stood out for its fat content, lower pH and a_w , high microbial load, loose texture, and sensory complexity attributed mainly to the use of raw milk. Meanwhile, QC was characterized by high protein content, firm texture, and the possible use of additives in its formulation, since no sensory attributes were associated with it. However, the cheeses presented similarities such as: pH around 6, and a_w greater than 0.92, favoring the development of microorganisms, which, although predominantly BAL, the presence of presumed pathogens was also identified. In general, the implementation of good manufacturing practices is suggested in order to improve the hygienic quality of rancho cheese.

Keywords

Fresh cheese, ground cheese, integral quality, hygienic quality, chemical composition, texture, microstructure.

Thesis of Master Science Program of Agro-Food Science and Technology, Universidad Autónoma Chapingo

Author: Mariana Sánchez González

Thesis Director: Ofelia Sandoval Castilla

4.2 Introducción

El queso ranchero de Rioverde (RV) y Cd. Fernández (CDFDZ), San Luis Potosí (SLP), es un alimento tradicional, ya que se ha elaborado durante décadas en el mismo territorio, mediante métodos tradicionales que se han heredado generación tras generación (Villegas et al., 2016). La caracterización de quesos tradicionales mexicanos (QTM) consiste en el estudio de sus calidades parciales: composicional, nutricional, higiénica, funcional, simbólica, económica, sensorial, etc. (Villegas et al., 2021), lo que permite su comercialización formal en el mercado (Espejel-García, 2018). Por lo tanto, definir las características de los QTM es necesario para el desarrollo de la quesería artesanal, ya que es la actividad más importante del sector lácteo en términos económicos (SIAP, 2023), predominando las pequeñas y medianas empresas, como es el caso de este queso en estudio.

El proceso de elaboración de los QTM determina la composición química y la concentración de microorganismos (Bansal & Veena, 2024), influyendo directamente en las demás características del producto, como: la textura, microestructura y perfil sensorial, construyendo la esencia del queso. Sin embargo, en su mayoría no se tienen las medidas adecuadas para su elaboración (Díaz Candida, 2006). Por lo anterior, existen métodos de prueba para asegurar la estabilidad de los quesos, principalmente: contenido de proteína, contenido de grasa, concentración de coliformes totales, concentración de hongos y levaduras, así como la presencia de *Salmonella* spp. y *Listeria* spp. (Secretaría de Salud, 2010).

En los quesos frescos como el ranchero potosino, hay un alto grado de manipulación en el proceso, por lo tanto, es susceptible a contaminación por microorganismos patógenos. Sin embargo, la presencia de microorganismos antagonistas como las bacterias ácido-lácticas (BAL), desempeñan un papel importante en este ecosistema, como: la inhibición de patógenos y el desarrollo de características deseables por el consumidor (Yoon et al., 2016). Adicionalmente, la implementación de buenas prácticas de ordeño y manufactura

son suficientes para la producción de quesos de calidad (Costa Dias et al., 2012), independientemente de la pasteurización de la leche.

Finalmente, conocer y comprender las características del queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP, permitirá identificar los puntos críticos en la cadena de producción para mejorar la calidad el producto, con el fin de facilitar su comercialización en caso de que los productores quieran ampliar el mercado.

4.3 Materiales y métodos

4.3.1 Material experimental

La colecta de muestras se realizó en tres queserías de estudio, ubicadas en Rioverde y Cd. Fernández, San Luis Potosí (al norte 100° 01' y 100° 04' de longitud oeste, 22° 00' y 21° 58' de latitud norte; al sur 99° 55' y 99°57' de longitud oeste, 21°55' y 21° 50'), durante marzo del 2024. Se adquirieron piezas de queso de aproximadamente 400 g, las cuales se almacenaron en bolsas sellables y se etiquetaron, para después transportarlas en condiciones de refrigeración (2 - 4 °C).

4.3.2 Análisis químico proximal

Se determinó la composición química de cada queso, siguiendo las metodologías descritas por la Asociación Estándar de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, 2019) para humedad, proteína y cenizas. Mientras que, la concentración de extracto etéreo se cuantificó mediante el método Van Gulik descrito en la norma ISO 3432 (2008). Para el caso de los carbohidratos se calcularon por diferencia del resto de componentes. El pH se midió con un potenciómetro HI2020-01 (Hanna Instruments, Woonsocket RI, USA), calibrado con amortiguadores de pH 4 y 7, de acuerdo con la metodología descrita en la NOM-F-317-S-1978 (SEGOB, 1978). Finalmente se utilizó un medidor de actividad de agua (a_w) 4TE (AquaLab, Pullman WA, USA), para conocer el contenido de agua libre en los quesos. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado en cada pieza queso.

4.3.3 Análisis microbiológico

Los quesos se analizaron en el Laboratorio de Microbiología del Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo a los tres días de ser elaborados. Cada análisis se realizó por triplicado en cada pieza de queso, y consistió en la cuantificación de bacterias mesófilas aerobias (BMA), coliformes totales (CT), bacterias ácido-lácticas (BAL), hongos y levaduras (HL), *Salmonella* spp. y *Listeria* spp.

Todo el material utilizado se preparó y esterilizó como lo establece la NOM-110-SSA1-1994 (Secretaría de Salud, 1993), así como la preparación de las muestras. Se pesaron 25 g de queso en condiciones asépticas y se trituraron con 225 mL de agua peptonada al 0.1 % (m/v) en una licuadora MBRLY07-Z00 (Oster, Miami FL, USA) a velocidad máxima por 1 min. Posteriormente, se prepararon las diluciones necesarias para el análisis (Cuadro 3), las cuales se establecieron con una prueba preliminar.

Las siembras se realizaron por medio de la técnica vaciado en placa, descrita para cada grupo de microorganismos en la NOM-243-SSA1-2010 (Secretaría de salud, 2010), a excepción de la prueba para *Listeria* spp., en la cual se siguieron las instrucciones del fabricante de las placas Petrifilm™ 3M™ (3M Health care, St. Paul MN, USA). Las placas se incubaron en una incubadora 9162 (ECOSHEL®, Pharr TX, USA) en posición invertida de acuerdo con los periodos que se indican en el Cuadro 3. Finalmente, el conteo se realizó con un contador de colonias, y los resultados se expresaron en $\text{Log}_{10} \text{ UFC} \cdot \text{g}^{-1}$.

Cabe señalar que para el análisis de *Salmonella* spp. y *Listeria* spp. únicamente se cuantificaron las posibles bacterias patógenas, con base en la descripción de las colonias señaladas por los fabricantes del medio de cultivo para el caso de *Salmonella* spp., y de las placas Petrifilm™ 3M™ para *Listeria* spp.

Cuadro 3. Condiciones para los análisis microbiológicos del queso fresco de RV-CDFDZ, SLP.

Análisis	Medio de cultivo	Incubación
BMA	Agar para cuenta estándar (Difco™)	35 ± 2 °C, 48 h
CT	Agar bilis rojo violeta (BD Bioxon)	35 ± 2 °C, 24 h
BAL	Agar MRS (Difco™)	35 ± 2 °C, 5 d
HL	Agar papa dextrosa (BD Bioxon)	25 ± 2 °C, 5 d
Salmonella spp.	Agar Salmonella-Shigella (Difco™)	35 ± 2 °C, 24 h
Listeria spp.	Placa de monitoreo (Petrifilm™ 3M™)	35 ± 1 °C, 28 h.

BMA: Bacterias mesófilas aerobias. **CT:** Coliformes totales. **BAL:** Bacterias ácido-lácticas. **HL:** Hongos y levaduras.

Fuente: NOM-243-SSA1-2010 (Secretaría de salud, 2010)

4.3.4 Prueba de fosfatasa residual

Se realizó la prueba de fosfatasa residual en los quesos elaborados con leche pasteurizada, de acuerdo con la metodología descrita en la NOM-243-SSA1-2010, con algunas modificaciones. Primero se construyó una curva estándar con soluciones patrón: 0, 0.5, 1, 3, 10, 20, 30 y 40 µg de fenol/ mL (unidades de fenol (UF)/ mL), y se midió la absorbancia en un espectrofotómetro DR5000 (HACH, Ames Iowa, USA) a una longitud de onda de 610 nm, al igual que las muestras previamente preparadas. Finalmente se calculó la concentración de UF/ mL de las muestras mediante el método de mínimos cuadrados.

4.3.5 Análisis de perfil de textura

El análisis de perfil de textura se realizó en el laboratorio de evaluación sensorial del Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo. Se siguió la metodología propuesta por Hernández-Morales et al. (2010), mediante una prueba de doble compresión en un analizador de textura (Stable Micro Systems - XT2i), calibrado con una celda de carga de 5 kg. Para la preparación de muestras se introdujo un sacabocados en el centro de la pieza de queso, obteniendo un cilindro de 20 mm de diámetro, del cual se hicieron cortes con una navaja para obtener pequeños cilindros de 10 mm de altura. Las muestras se colocaron en una caja Petri de vidrio y se mantuvieron en

refrigeración ($4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) hasta su análisis. Las muestras se sometieron a una doble compresión uniaxialmente con un porcentaje de deformación del 40 %, utilizando una sonda cilíndrica de aluminio de 50 mm de diámetro, a velocidades de 5.0, 0.5 y 5.0 mm/s en pre-ensayo, ensayo y post-ensayo, respectivamente. Cada medición se realizó por triplicado para evaluar los parámetros de firmeza, cohesividad, elasticidad y masticabilidad.

4.3.6 Análisis de microestructura

La microestructura se analizó mediante microscopia electrónica de barrido; donde las muestras se prepararon a los 3 días de elaboración de los quesos, siguiendo la metodología descrita por Sandoval-Castilla et al. (2004). Primero se fijaron las proteínas con glutaraldehído al 2 % (v/v) (Agar Scientific) en una solución amortiguadora de fosfatos (PBS) a una concentración 0.1 M y pH 7.2, durante 2 h a temperatura ambiente ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$), para después repetir la inmersión en la misma solución, por 24 h en refrigeración ($4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Una vez que se fijaron las proteínas, las muestras se lavaron con la solución PBS. Posteriormente, se utilizó tetraóxido de osmio al 1 % (m/v) en solución PBS durante 2 h para la fijación de lípidos, después del tiempo se hicieron lavados con la solución de PBS. Finalmente, las muestras se deshidrataron en una serie gradual de soluciones de etanol al 30 %, 50 %, 70 %, 80 % y 90 % (cada uno en 1 h) y luego en etanol absoluto durante 24 h.

Las muestras se secaron a punto crítico con dióxido de carbono en un equipo Samdri -780 A (Tousimis, Rockville, MD, USA), se fragmentaron y se montaron en portamuestras para ser recubiertas con oro al vacío en un metalizador Q150R ES (Quorum Technologies, UK). Finalmente, las muestras se examinaron en un microscopio electrónico de barrido FEI/Quanta 450 (Hillsboro, Oregón, USA) a 10 kV.

4.3.7 Evaluación sensorial

La descripción de atributos sensoriales se llevó a cabo en el Laboratorio de Evaluación Sensorial del Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo, siguiendo la metodología de Perfil Flash,

descrita por Dairou & Sieffermann (2002). En una primera sesión se realizó el consenso de atributos con un grupo focal de 10 consumidores de queso fresco, posteriormente, en la segunda sesión se ponderó la intensidad de las muestras por cada atributo seleccionado de la primera sesión, para esta parte se reunieron a 15 panelistas quienes eran consumidores habituales de queso fresco.

Las muestras se mantuvieron en refrigeración (4 ± 0.5 °C) hasta su evaluación, y se cortaron en piezas de forma prismática, de 3 cm de largo, por 1 cm de ancho y 1 cm de alto. Las muestras se codificaron y presentaron aleatoriamente a los panelistas.

4.3.8 Análisis estadístico

El diseño experimental consistió en analizar las diferencias entre queserías, por lo que, para el análisis químico proximal, las determinaciones microbiológicas y el análisis de perfil de textura se empleó un diseño completamente al azar. Posteriormente se aplicó la prueba de Tukey de comparación de medias ($p \leq 0.05$), usando el programa estadístico RStudio® versión 2022.07.2 Build 576 (Posit PBC, Boston MA, USA).

Mientras que, los datos de Perfil Flash se evaluaron mediante un análisis procrusteano generalizado (APG) con el programa XLSTAT®, versión 2023 (Lumivero, Denver CO, USA); obteniendo el mapa de perfil descriptivo de cada quesería.

4.4 Resultados y discusión

4.4.1 Análisis químico proximal

En el Cuadro 4 se presentan los resultados del análisis químico proximal, en donde se observa que existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre queserías, donde el QA exhibe mayor ($p \leq 0.05$) contenido de humedad, carbohidratos y cenizas en comparación con los valores para los productos de las otras queserías. Por otro lado, el QB se caracterizó por su contenido graso elevado ($p \leq 0.05$), incluso por encima del contenido proteico. Mientras que en el caso del QC, presentó alta concentración de proteína ($p \leq 0.05$). Los resultados de composición para los quesos de este estudio se asemejan con la composición

química proximal en lo general para un queso ranchero, reportado por Torres-Llanez et al. (2006), de la misma manera que los valores reportados en el queso ranchero jarocho de Veracruz (Villegas et al., 2016; Juárez-Barrientos et al., 2021).

Los resultados obtenidos en la composición química del queso fresco de RV-CDFDZ, SLP permiten clasificarlo como firme/semiduro y semigraso, debido al contenido de humedad y extracto etéreo, respectivamente (FAO & OMS, 2013). Asimismo, se cumplen las especificaciones de la NMX-F-713-COFOCALEC-2014 (COFOCALEC, 2015) correspondientes a la concentración de humedad (máximo 80.0 % m/m), proteína (mínimo 10.0 % m/m) y grasa (2.0 % m/m).

Cuadro 4. Composición químico proximal del queso fresco de RV-CDFDZ, SLP

Muestra	Humedad*	Proteína	Extracto etéreo	Carbohidratos	Cenizas
		g / 100 g de queso base seca			
QA	54.82 ± 0.03 ^a	39.11 ± 1.14 ^b	38.53 ± 0.21 ^b	12.77 ± 1.32 ^a	9.58 ± 0.06 ^a
QB	46.44 ± 0.05 ^c	38.13 ± 0.68 ^b	45.63 ± 0.02 ^a	6.82 ± 0.66 ^b	9.41 ± 0.05 ^b
QC	47.03 ± 0.34 ^b	44.65 ± 1.26 ^a	40.20 ± 1.51 ^b	6.21 ± 0.75 ^b	8.93 ± 0.05 ^c

*g de agua/ 100 g de queso

Medias en la misma columna con letras distintas (a, b y c), exhiben diferencias estadísticamente significativas, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

Cabe destacar que, los productores de QA y QC señalaron aplicar pasteurización como parte del acondicionamiento de la leche; sin embargo, se ha reportado que este tratamiento térmico, modifica la estabilidad y comportamiento tecnofuncional de los componentes químicos de la leche, ocasionando la reducción de la tasa de expulsión de suero (Morales-Celaya et al., 2012). Por lo anterior, los quesos elaborados a partir de leche pasteurizada pueden retener mayor contenido de agua en la matriz proteica del queso en comparación con los elaborados con leche cruda. Adicionalmente, el trabajo mecánico durante el proceso de elaboración es otra variable que contribuye a la expulsión del suero (Hernández-Morales et al., 2010), mientras que, realizar operaciones como las

implementadas en el QB (agitación del grano, desuerado en lienzo aplicando fuerza y centrifugación mecánica de la pasta), conlleva a la mayor deshidratación de la pasta y del queso en sí. Por lo tanto, las operaciones descritas anteriormente afectan significativamente el contenido de humedad en la pasta del queso, como lo reflejaron los valores de humedad obtenidos (Cuadro 4).

Dado que ninguna de las queserías añade grasa y/o proteína en su formulación, la concentración de ambos componentes depende solamente de las variables del hato: raza, edad, número de partos, alimentación, etapa de lactancia, etc. (Priyashantha & Lundh, 2021). Posiblemente debido a lo anterior es que el QB tiene mayor extracto etéreo de los tres, ya que la leche utilizada para su elaboración proviene de vacas de distintas razas, principalmente Holstein, seguido de la Jersey, Pardo Suizo y Simmental, cuya leche posee mayor contenido de grasa, particularmente aquella derivada de la raza Jersey con un promedio de 5.46 % (m/v) (Stocco et al., 2017). Adicionalmente, la alimentación con forrajes permite la síntesis de triglicéridos (Hazard, 1997), aunque el sistema es semiestabulado y no consta de pastoreo, su alimentación se complementa con alfalfa y ensilado elaborado en la misma unidad productiva.

En quesos artesanales la concentración de carbohidratos representa principalmente a la lactosa, la cual suele ser mínima (1 - 2 % (m/m)) debido a que la mayor parte se elimina en el desuerado (Bansal & Veena, 2024). Sin embargo, el contenido de lactosa en los quesos de estudio llega a superar hasta 7 veces el valor habitual. A pesar de que son concentraciones aproximadas porque se calcularon con diferencia de componentes, esto puede indicar la incorporación de algún aditivo, como: leche en polvo, caseinatos, gomas, entre otros.

La lactosa residual del queso es metabolizada por los microorganismos presentes en la matriz del queso, principalmente BAL, para sintetizar ácido láctico (Tekin & Hayaloglu, 2023), ocasionando el descenso del pH.

El pH es uno de los parámetros más importantes en la elaboración de queso, debido a que regula procesos químicos, bioquímicos y microbiológicos que están

presentes durante todo el proceso contribuyendo a la calidad del producto final (Bansal & Mishra, 2020).

Los resultados obtenidos de pH (Cuadro 5) indican que el QB posee los valores más bajos tanto de esta variable como de a_w , mientras que, el QA presenta los mayores. El descenso del pH se debe al uso de leche cruda, ya que al conservar la microbiota heterogénea se incrementa la actividad metabólica, por ende, la producción de ácido láctico (Torres-Vitela et al., 2012; Ruvalcaba, 2020).

Trmčić et al. (2017) agrupan a los quesos en función del pH. De acuerdo con los resultados de este estudio, los quesos elaborados con leche pasteurizada (QA y QC) se encuentran dentro de la categoría que va de pH 5.81 a 6.20, donde se encuentran variedades de maduración suave, maduración con moho o maduración con salmuera. Mientras que, el queso elaborado con leche cruda (QB) se podría agrupar en el rango de 5.41 a 5.80, en este se encuentran quesos semiblandos y algunos con formación de ojos.

Cuadro 5. Parámetros fisicoquímicos del queso fresco de RV-CDFDZ, SLP.

Muestra	pH	a_w	EE/P
QA	6.09 ± 0.07 ^a	0.963 ± 0.002 ^a	0.98 ± 0.02 ^b
QB	5.71 ± 0.01 ^c	0.945 ± 0.003 ^c	1.20 ± 0.02 ^a
QC	5.92 ± 0.01 ^b	0.956 ± 0.001 ^b	0.90 ± 0.06 ^b

EE= Extracto etéreo, **P=** Proteína

Medias en la misma columna con letras distintas (a, b y c), exhiben diferencias estadísticamente significativas, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

Los valores de pH y a_w son indicadores fundamentales que permiten conocer la estabilidad de un alimento, principalmente para su conservación, ya que ambos parámetros están ligados al desarrollo de microorganismos y la actividad enzimática. En quesos artesanales se ha reportado que valores de pH por debajo de 5.0, y a_w por debajo de 0.92 contribuyen al control de patógenos (Fox et al., 2017; Ruvalcaba, 2020).

Los quesos frescos por su alto contenido de humedad pueden llegar a ser el ecosistema idóneo de microorganismos. Sin embargo, el contenido total de agua no está a su completa disposición, ya que, algunas moléculas de agua se adhieren a las proteínas de modo que no pueden ser utilizadas. En los resultados presentados en el Cuadro 5 se puede observar que los valores de a_w de este tipo de queso se encuentran por encima de 0.92, es decir, existe suficiente cantidad de agua disponible para que los microorganismos sigan reproduciéndose (Fox et al., 2017).

4.4.2. Determinaciones microbiológicas

Los quesos artesanales son alimentos que se componen por una parte biótica; los microorganismos. A diferencia de los quesos industriales, su microflora es más diversa, ya que muchos de los quesos artesanales son elaborados con leche cruda, además de que en su proceso hay un alto grado de manipulación (desde la ordeña) y uso de herramientas rusticas, sin mencionar que en algunos casos se utiliza leche fermentada. Todas estas prácticas enriquecen la microbiota de la leche y, por ende, del queso (Yoon et al., 2016).

La diversidad microbiana contribuye al desarrollo de aromas, sabores y texturas deseables en los quesos tradicionales, sin embargo, también existe el riesgo del crecimiento de microorganismos que causan deterioro en el alimento (Villegas et al., 2016). Por lo tanto, la calidad microbiológica debe cuidarse con buenas prácticas de ordeño y manufactura.

Existen grupos de microorganismos que funcionan como indicadores de que un queso se elaboró con las medidas de higiene requeridas; concentración de mesófilos aerobios (BMA), coliformes totales (CT), hongos y levaduras (HL), *Salmonella* spp. y *Listeria* spp. (Vásquez et al., 2012; Picon, 2017). Adicionalmente, las bacterias ácido-lácticas (BAL) ya sean nativas o adicionadas a través de su metabolismo confieren características sensoriales deseables, así como algunos compuestos con actividad biológica que han demostrado potencial probiótico (de Sant'Anna et al., 2017; Nami et al., 2019; Shi et al., 2019).

En la Figura 5 se observan los resultados correspondientes a las concentraciones de los grupos de microorganismos anteriormente descritos. Cabe señalar que existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) muy particulares entre las queserías. En general el QB contiene una carga microbiana mayor ($p \leq 0.05$), mientras que el QA es menor ($p \leq 0.05$), a pesar de que las condiciones (pH y a_w) de este último son más favorables para el crecimiento microbiano. Sin embargo, los valores de pH y a_w del QB, también crean un medio habitable para los microorganismos.

En la NOM-243-SSA1-2010 se establecen los límites de CT (< 100 UFC /g) y de HL (500 UFC/g) permitidos en quesos frescos. Mientras que, *Salmonella* spp. y *Listeria* spp. debe ser ausente en 25 g de queso. Sin embargo, ninguna de las queserías cumple con estas especificaciones, a excepción de *Listeria* spp. donde estuvo ausente en las muestras QB y QC.

La mayoría de los quesos tradicionales mexicanos (QTM) estudiados han presentado concentraciones de BMA superiores a 5 Log_{10} UFC/g (Bansal & Veena, 2024). En el Cuadro 6 se comparan los resultados obtenidos con otros quesos ranchero de diferentes estados del país, los cuales son semejantes a excepción del queso de Veracruz que han reportado concentraciones menores, incluso cuando es elaborado con leche cruda. Aunque las BMA se encuentran por naturaleza en los quesos, una concentración elevada puede sugerir prácticas sanitarias inadecuadas durante cualquier parte del proceso (Azcarate-Peril et al., 2019).

En lo que respecta a las CT, las concentraciones obtenidas oscilaron en 4.10 y 7.23 Log_{10} UFC/g (Figura 5B). Bansal & Veena (2024) reportan que en la mayoría de los QTM se han encontrado concentraciones superiores a 4 Log_{10} UFC/g. Sin embargo, los niveles de CT en este queso son superiores a los de otras zonas del país (Cuadro 4), principalmente al ranchero de Chihuahua. Esto puede deberse a diferentes causas, como el uso de leche proveniente de animales con mastitis (Raygosa et al., 2018; Sosa-Castañeda et al., 2022), contaminación por heces, utensilios de ordeño y agua contaminada. Por lo anterior, el alto nivel de

CT se asocia a la necesidad de implementar buenas prácticas de manufactura (Solís et al., 2009).

En el caso de HL los niveles se encuentran por encima de lo establecido en la NOM-243-SSA1-2010, ya que oscilan entre 6.56 y 8.45 Log₁₀ UFC/g de queso, asimismo, estas concentraciones rebasan a las reportadas por distintos autores (Cuadro 6). Sin embargo, cabe señalar que los quesos tanto crudos como pasteurizados son demasiado propensos a la contaminación de HL, debido a que estos microorganismos se encuentran en el aire y en el entorno de la quesería (Marín et al., 2015; Kure & Skaar, 2019; Pitt & Hocking, 2022). La presencia de HL en los quesos puede llegar a ocasionar un deterioro excesivo, afectando negativamente las propiedades sensoriales (Kure & Skaar, 2019), e incluso algunas especies podrían producir micotoxinas perjudiciales para el consumidor (Dobson, 2017; Awasti & Anand, 2020), aunque esta probabilidad se considera casi nula (Cuevas-González et al., 2024).

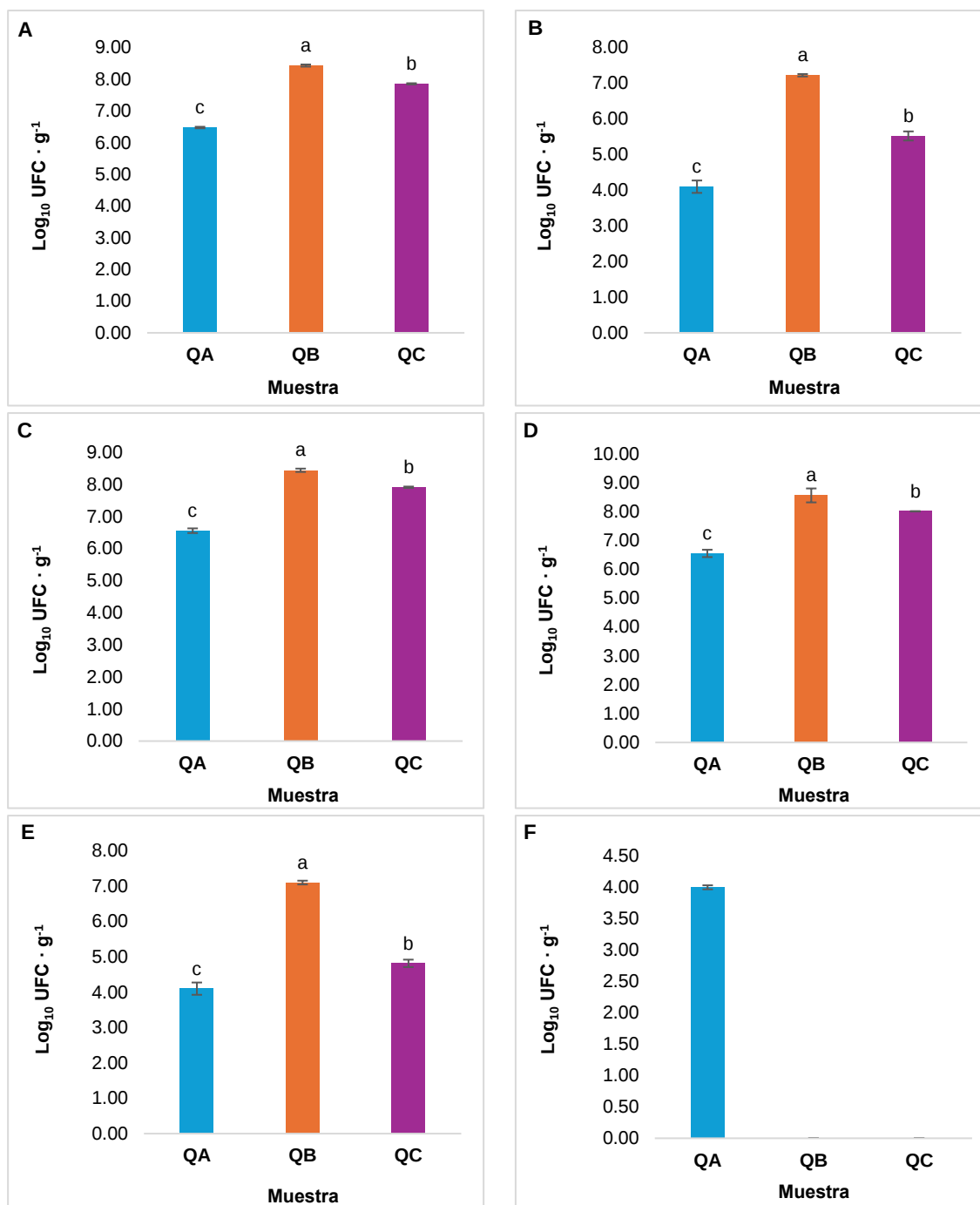


Figura 5. Análisis microbiológico del queso fresco de RV-CDFDZ, SLP.

A: Bacterias mesófilas aerobias. **B:** Coliformes totales. **C:** Hongos y levaduras. **D:** Bacterias ácido-lácticas. **E:** *Salmonella* spp. **F:** *Listeria* spp.

Medias con letras distintas (a, b y c), exhiben diferencias estadísticamente significativas, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

Entre los patógenos más comunes en quesos frescos se encuentran *Salmonella* spp. y *Listeria monocytogenes* (Merchán et al., 2019), los cuales contaminan el producto por medio de materia fecal, uso de utensilios rústicos, agua contaminada y manipulación inadecuada (Soria-Herrera et al., 2021). En la Figura 5E se muestran las concentraciones de *Salmonella* spp., donde la QB presentó hasta 7 Log₁₀ UFC/g, esto podría atribuirse al uso de herramientas como palas de madera durante la agitación del grano (falta de sanitización de utensilios o procedimientos ineficientes de sanitización). Soria-Herrera et al. (2021) identificaron *Salmonella* spp. en la pala de madera utilizada en la elaboración del queso adobera. Por otro lado, la presencia de estos microorganismos en quesos pasteurizados indica que el tratamiento térmico se realizó inadecuadamente. Pese a que el análisis se limitó a un recuento en placa con un medio selectivo, la alta concentración de este microorganismo aumenta la probabilidad de la presencia de especies patógenas.

Cuadro 6. Concentración de microorganismos indicadores en quesos rancheros mexicanos

Estado	Leche	BMA	CT	HL	Referencia
		(Log ₁₀ UFC · g ⁻¹)			
San Luis Potosí	C, P	6.48 - 8.44	4.10 - 7.23	6.56 - 8.45	Experimental
Chihuahua	C	7.90	2.38 - 4.93	2.44 - 5.63	Chávez-Martínez et al. (2019)
Sonora	C	6.73 - 10.22	NR	3.23 - 7.29	Gallegos-Acevedo et al. (2019)
Veracruz	C	5.50 - 6.15	4.15 - 4.95	3.20 - 3.91	Méndez-Romero et al. (2021)
Michoacán	C	4.44 - 7.63	2.00 - 7.56	3.84 - 7.65	Juárez-Barrientos et al. (2021)
					Soria-Herrera et al. (2021)

C: Cruda. **P:** Pasteurizada; **BMA:** Bacterias mesófilas aerobias, **CT:** Coliformes totales, **HL:** Hongos y levaduras. **NR:** No reportado

En lo que respecta a *Listeria* spp., únicamente hubo presencia en el QA (Figura 5F). A diferencia de *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* puede sobrevivir y crecer en temperaturas de refrigeración (4 °C), así como en pH 5.0 (D'Amico et al., 2008). Sin embargo, la contaminación por este microorganismo suele darse en las prácticas post-pasteurización, ya que suele encontrarse en el ambiente de la quesería, así como en el piso y tanques de leche (Moreno-Enriquez et al., 2007; Rosas-Barbosa et al., 2014).

La pasteurización es un proceso térmico que reduce la microbiota mesófila y psicrófila indeseable en la leche, sin embargo, aplicar este tratamiento térmico no garantiza la inocuidad del queso, ya que sólo tiene una reducción de 5 Log; asimismo, también se eliminan microorganismos benéficos como las BAL que desempeñan el papel de antagonista contra los patógenos que pueden inocularse durante el proceso post-pasteurización (Johnson, 2017).

Para que la pasteurización lenta cumpla su objetivo debe cumplir estrictamente el tiempo y temperatura adecuados; 63 °C durante 30 min (Secretaría de salud, 2010), para confirmarlo, se realizó una prueba de fosfatasa residual, la cual permite verificar la correcta aplicación del tratamiento térmico a la leche a partir de la cual se elaborarán los quesos. De acuerdo con la NOM 243-SSA1-2010 el límite máximo de fosfatasa residual es de 12 UF/ g en quesos frescos, sin embargo, ninguno de los quesos analizados de las tres queserías cumple con esta especificación (Cuadro 7).

Cuadro 7. Fosfatasa residual del queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP.

Muestra	UF/ g de queso
QA	17.24
QB	40.24
QC	15.53

UF: Unidades de fenol

Los valores mayores a 12 UF/ g en quesos frescos puede indicar que si bien se le aplica un tratamiento térmico a la leche, este no tiene la suficiente intensidad para lograr la inactivación de la enzima fosfatasa al nivel pertinente para considerar que este sea equivalente a una pasteurización lenta; o bien, que posterior al tratamiento térmico, durante el proceso de elaboración del queso no se cumplen de manera adecuada las Buenas Prácticas de Manufactura, y la leche, la pasta o el queso son expuestos a una re-contaminación o contaminación cruzada con leche cruda.

Finalmente, en la Figura 5D se reportan los resultados de las BAL, el cual es el grupo predominante en la microbiota de los tres quesos, donde sus concentraciones oscilan entre 6.55 y 8.56 Log₁₀ UFC/ g. En general, se puede precisar que el predominio de BAL en el ecosistema de un queso garantiza la producción de ácido láctico (Fox et al., 2017), el cual participa en tres funciones importantes: favorece la coagulación, provoca la expulsión del suero en el gel, y previene la proliferación de microorganismos patógenos (Crow et al., 2002; Beresford & Williams, 2004; Fox et al., 2017; Blaya et al., 2018).

Las BAL se encuentran naturalmente en la leche cruda, ya que desde que la leche es expulsada del pezón de la vaca se inocula con estos microorganismos y, se van concentrando por medio del contacto con el entorno, ya sea a través de los instrumentos o equipos utilizados durante el proceso (Somers et al., 2001). Principalmente se han estudiado los géneros *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp., *Streptococcus* spp., *Lactococcus* spp., *Enterococcus* spp. y *Bacillus* spp. (Santamarina-García et al., 2020) y, se les han atribuido efectos biológicos positivos a ciertas especies, como la actividad antimicrobiana debido a la producción de bacteriocinas, por lo que estas especies podrían funcionar como cepas antagonistas de patógenos como *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* spp. (SHAH, 2000; Ramiah et al., 2009; Shobharani et al., 2015; Van Zyl et al., 2016; Kumar et al., 2018).

Por lo anterior, ésta podría ser la razón porqué a pesar de los altos niveles de microorganismos patógenos encontrados en el queso ranchero de RV-CDFDZ,

SLP, no hay reportes de daño significativo a la salud del consumidor asociadas por consumo de queso ranchero, al contrario, la demanda del queso incrementa paulatinamente, de acuerdo con la información generada en las entrevistas en los puntos de venta.

4.4.3 Análisis de Perfil de textura

El Análisis de Perfil de Textura (TPA) del queso fresco de RV-CDFDZ, SLP, se ilustra en la Figura 6, donde se reportan los resultados de firmeza, cohesividad, elasticidad y masticabilidad. Para los quesos evaluados de las tres queserías se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en los cuatro parámetros evaluados. Estas diferencias están directamente asociadas a las variaciones en la composición química de los quesos (Ruvalcaba, 2020), y al proceso de elaboración (Aguilar-Toalá et al., 2022).

El QA se caracterizó por mostrar valores más altos ($p \leq 0.05$) de cohesividad (0.41 ± 0.02) y elasticidad (0.87 ± 0.06), parámetros que se han asociado al contenido de humedad, ya que, a mayor concentración de humedad, aumenta la fuerza ejercida en los enlaces internos de la matriz del queso (Álvarez et al., 2007). Por otro lado, este queso obtuvo la menor firmeza ($p \leq 0.05$), es decir, es el queso ranchero más blando de los tres, esto podría deberse a dos variables; el pH y contenido de humedad. Un pH mayor a 5.6 en el queso mantiene a las caseínas con carga negativa, por lo tanto, su nivel de agregación es débil, ocasionando una textura pastosa (Watkinson et al., 2001) (Liu et al., 2008; Bansal & Veena, 2024).

Por otro lado, el QB exhibió los valores menores de cohesividad y elasticidad ($p \leq 0.05$), asimismo se trata del queso más graso de los tres, incluso la concentración de extracto etéreo es mayor ($p \leq 0.05$) que el contenido proteico. De acuerdo con algunos autores, entre mayor sea el contenido de grasa en el queso, la elasticidad disminuirá (Álvarez et al., 2007; Hernández-Morales et al., 2010). Caso contrario el QA contiene la menor concentración humedad ($p \leq 0.05$), afectando negativamente su cohesividad.

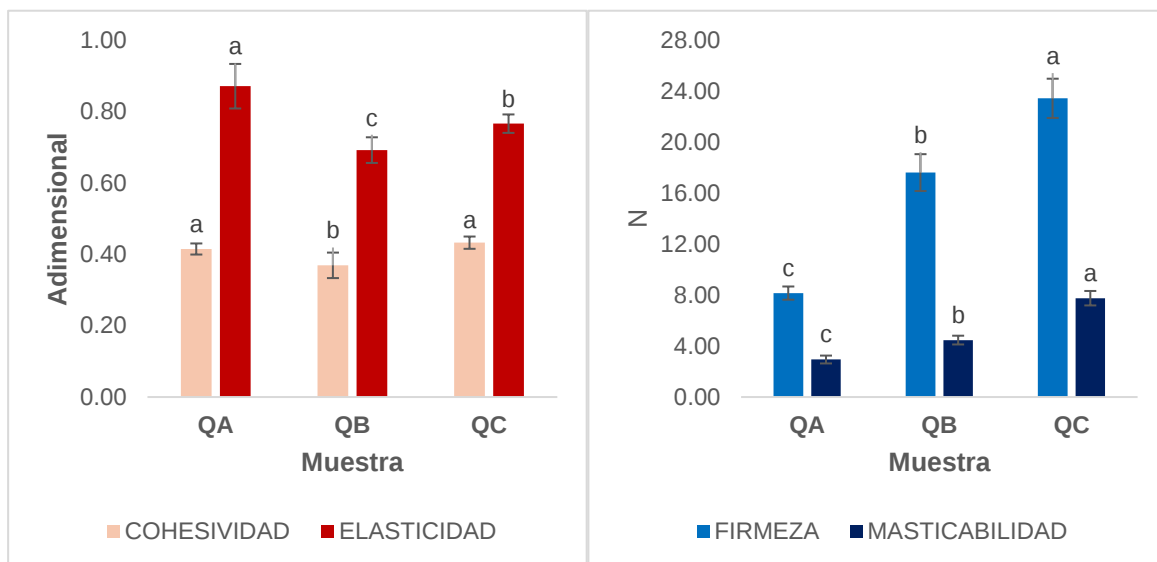


Figura 6. Análisis de Perfil de Textura del queso fresco de RV-CDFDZ, SLP. Medias con letras distintas (a, b y c), exhiben diferencias estadísticamente significativas, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).
Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

Por último, el queso de la QC destacó por ser el queso con mayor firmeza (23.43 ± 1.54 N) y masticabilidad (7.75 ± 0.57 N) ($p \leq 0.05$) de los tres, así como por ser el queso con mayor contenido proteico ($p \leq 0.05$) (Cuadro 2). Diversos autores han asociado la firmeza y masticabilidad del queso con su contenido de proteína, ya que, al ser el compuesto estructural principal, la matriz del queso es más densa y presenta mayor grado de reticulación (Lawlor et al., 2001; Hernández-Morales et al., 2010; Enab et al., 2012; Torres-Salas et al., 2023), resultando quesos firmes, por ende, se requiere mayor energía al masticarlos.

4.4.4 Análisis de microestructura

La microestructura de un queso permite analizar la organización y las interacciones de sus componentes, las cuales rigen las propiedades del producto (Morales-Celaya et al., 2012). En la Figura 7 se observa la micrografía correspondiente a la red de proteínas del QA, donde se distinguen abundantes aglomerados de proteína, y a su vez espacios que contenían agua libre, los cuales interrumpen a la red de proteína. Este comportamiento es característico de quesos elaborados con leche en polvo, ya que indica que no se hidrató el

tiempo suficiente para disolver los solutos, por ende, se forman aglomerados de proteína que impiden la distribución homogénea del agua. La presencia de aglomerados daría como resultado un queso firme, sin embargo, como se vio en el TPA, el QA es el menos firme de los tres, y esto se puede deber al exceso de agua libre en la matriz, por lo tanto, al ejercer fuerza sobre este queso es muy probable que ocurra expulsión de suero.



Figura 7. Microestructura de QA.

En la Figura 8 se encuentra el QB, donde se observa una red de proteína hidratada, es decir, hay una distribución homogénea de huecos que almacenaron la fase acuosa, por lo tanto, representa una matriz característica de un queso elaborado en su totalidad con leche fluida. Asimismo, la matriz del QC (Figura 9) se percibe hidratada, aunque en menor grado que el QB, ya que existe porosidad distribuida en toda la red de proteína. Cabe señalar que la hidratación a la que se hace referencia corresponde a la distribución del agua en matriz del queso, no al contenido del agua, por lo tanto, aunque el QB tiene menor concentración de agua en comparación del resto, su distribución es más homogénea, resultando en una red más hidratada.

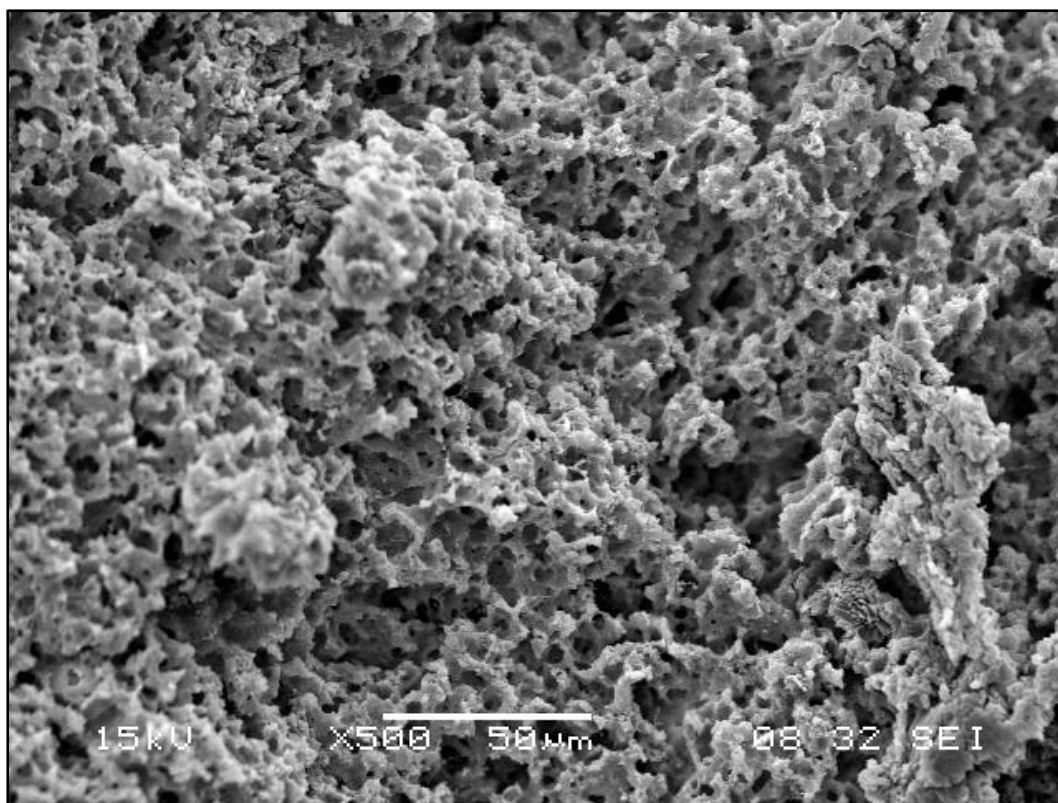


Figura 8. Microestructura de QB.

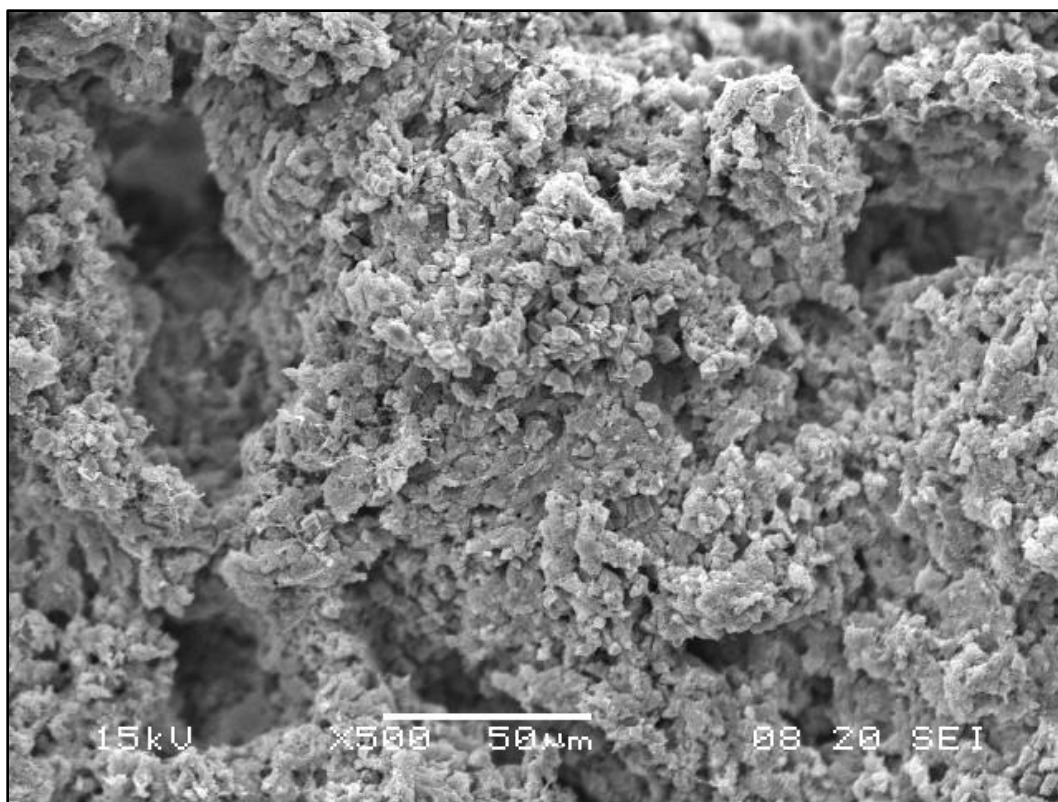


Figura 11. Microestructura de QC.

En la Figura 10 se identificaron los componentes predominantes del queso; las porosidades donde se encontraron los glóbulos de grasa y en otras la fase acuosa, al igual que se observan algunos cristales, los cuales corresponden a las sales minerales. Por otro lado, en la Figura 11 se logran apreciar partes de la circunferencia de los glóbulos de grasa, encontrándose diámetros de hasta 15 μm , así como cavidades irregulares donde estuvo contenida el agua y los solutos solubilizados en ella. De acuerdo con Walstra (1995), el diámetro promedio de los glóbulos de grasa es de 4 μm , sin embargo, en su estado nativo el tamaño es heterogéneo, llegando a medir hasta 20 μm .

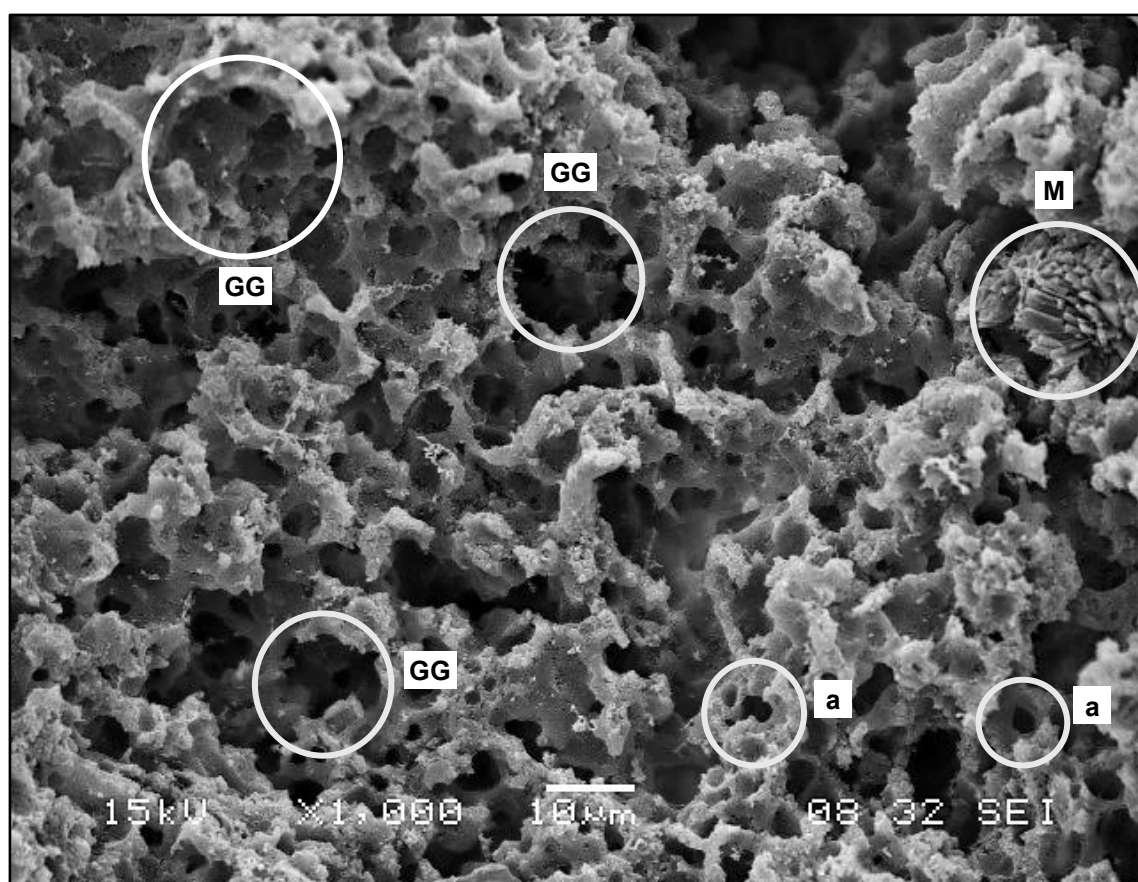


Figura 10. Distribución de moléculas del queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP. **GG:** Glóbulos de grasa. **a:** Fase acuosa. **M:** Minerales.

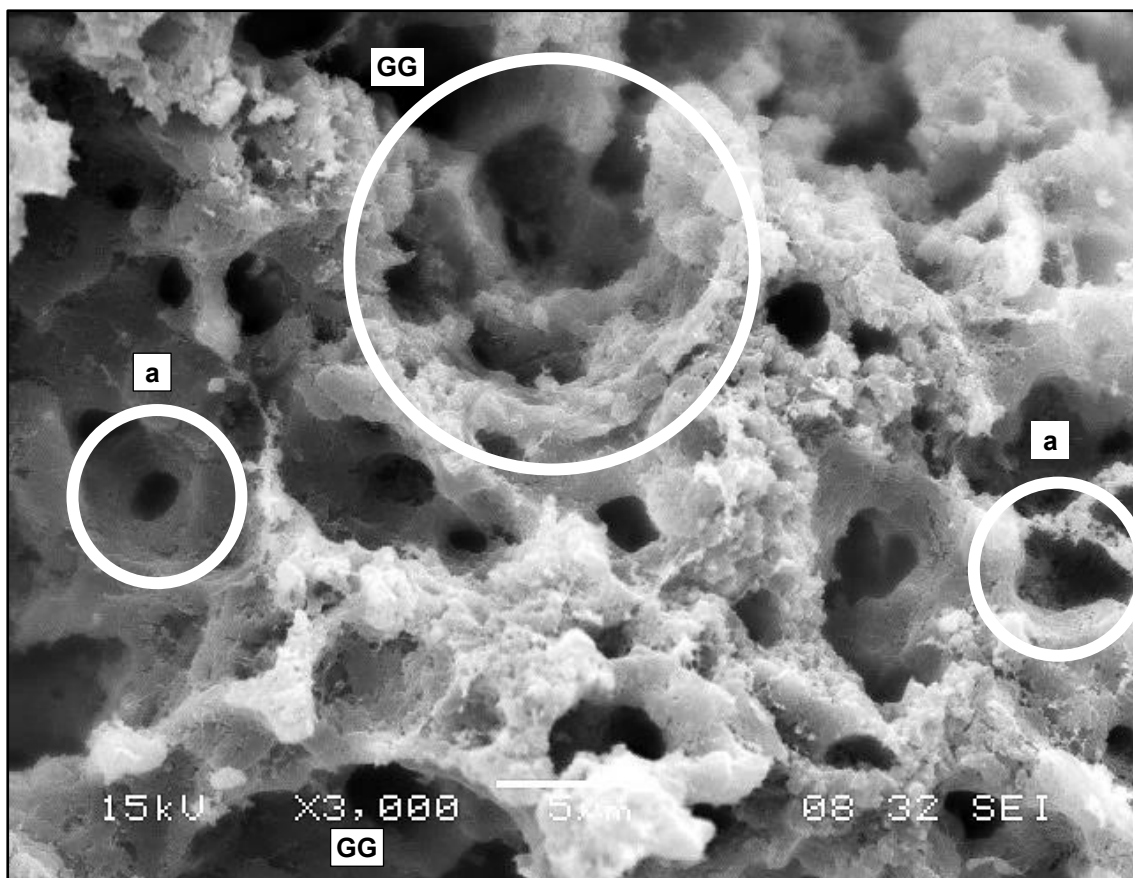


Figura 11. Glóbulos de grasa y fase acuosa en queso de RV-CDFDZ, SLP
GG: Glóbulos de grasa. **a:** Fase acuosa.

La red de proteína (caseínas) es el componente estructural base, el cual atrapa a los glóbulos de grasa y al agua, en su mayor parte. Sin embargo, también existen minerales, los cuales generalmente son de origen cálcico; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, y CaCO_3 , observándose como cristales insertados en el interior del queso. De acuerdo con Tansman et al. (2017), el fosfato de calcio se presentó como brushita, y el carbonato de calcio se ha identificado como calcita e ikaita (Polowsky et al., 2018), semejantes a los presentados en la Figura 12. La presencia abundante de minerales podría indicar la adición de aditivos como neutralizantes y conservadores en la formulación del queso, los cuales no se solubilizaron correctamente.

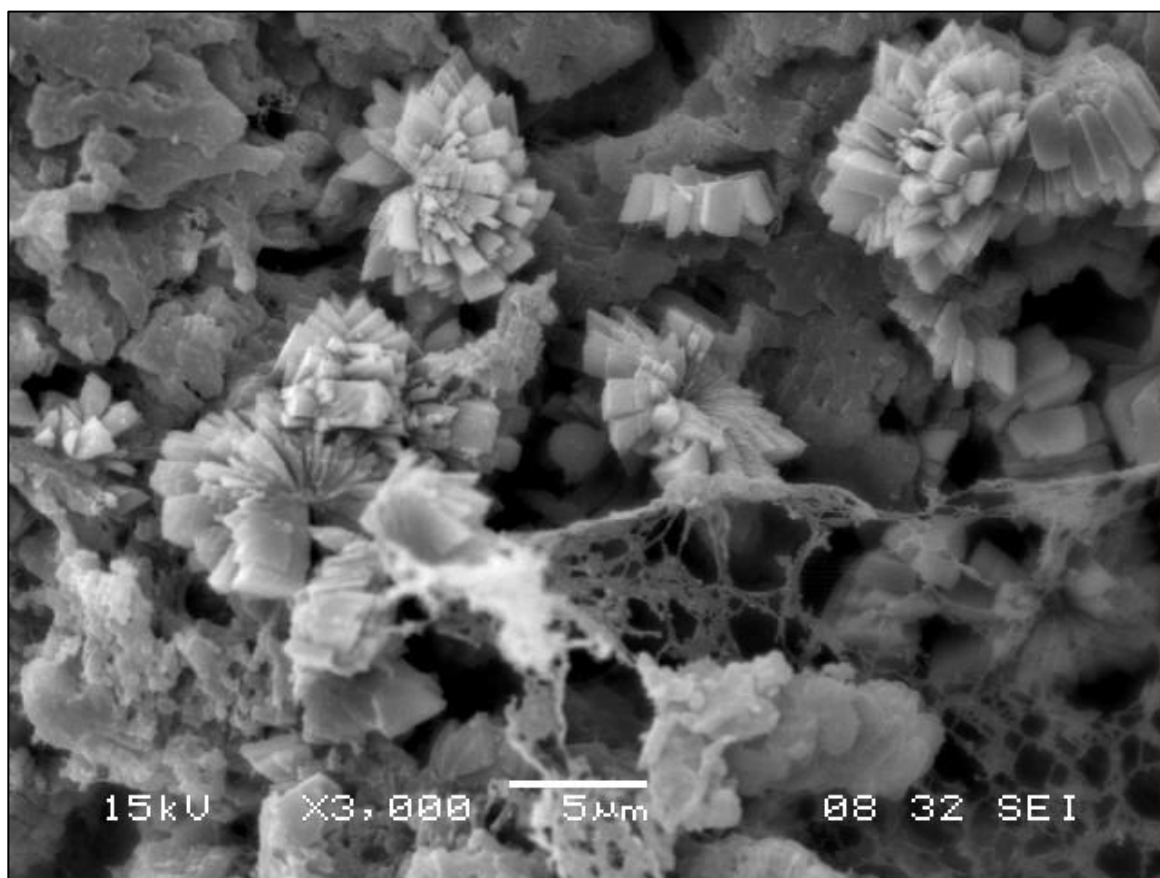


Figura 12. Cristales de sales minerales en queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP.

La cristalización en quesos depende de diversas variables, como: pH, contenido de lactosa, BAL nativas, bolsas de suero residual, incluso por el empaque (Kindstedt & Polowsky, 2020). Cuando un queso posee un pH mayor a 5.6, la solubilización del calcio coloidal en la cuajada disminuye (Bansal & Veena, 2024), por lo tanto, permanecen en forma cristalina. La adición de leche en polvo descremada también promueve la cristalización, debido a que contiene aproximadamente 51 % de lactosa (Kindstedt & Polowsky, 2020). Asimismo, algunas BAL nativas se han asociado a la síntesis de pentahidrato de lactato de calcio de menor solubilidad (Kindstedt & Polowsy, 2020). Por otro lado, los empaques ajustados a la superficie del queso pueden ayudar a disminuir la cristalización, ya que evitan las rugosidades de la superficie que promueven la formación de cristales (Rajbhandari & Kindstedt, 2014).

Debido a lo anterior, cabe señalar que el queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP, cuenta con algunas características que favorecen la cristalización, como: pH

alrededor de 6, concentración de carbohidratos por encima del valor habitual en quesos elaborados únicamente con leche fluida, empaque con papel encerado, el cual no elimina las rugosidades de la superficie. Dado que la abundancia, el tamaño, la forma y la dureza de los cristales afectan significativamente la textura del queso (Morris, 2007), es importante considerar las condiciones del proceso para no perjudicar sus propiedades.

Adicionalmente, en la Figura 13 se encontraron algunos microorganismos (mos) identificados como cocos, pudiéndose tratar de *Streptococcus* spp., debido a que es un género común en quesos frescos (Santamarina-García et al., 2020). Asimismo, se observan unas redes más finas con respecto a la red de proteína, las cuales podrían tratarse de polisacáridos (PS), ya que suelen utilizarse como estabilizantes en este tipo de productos (Morris, 2007).

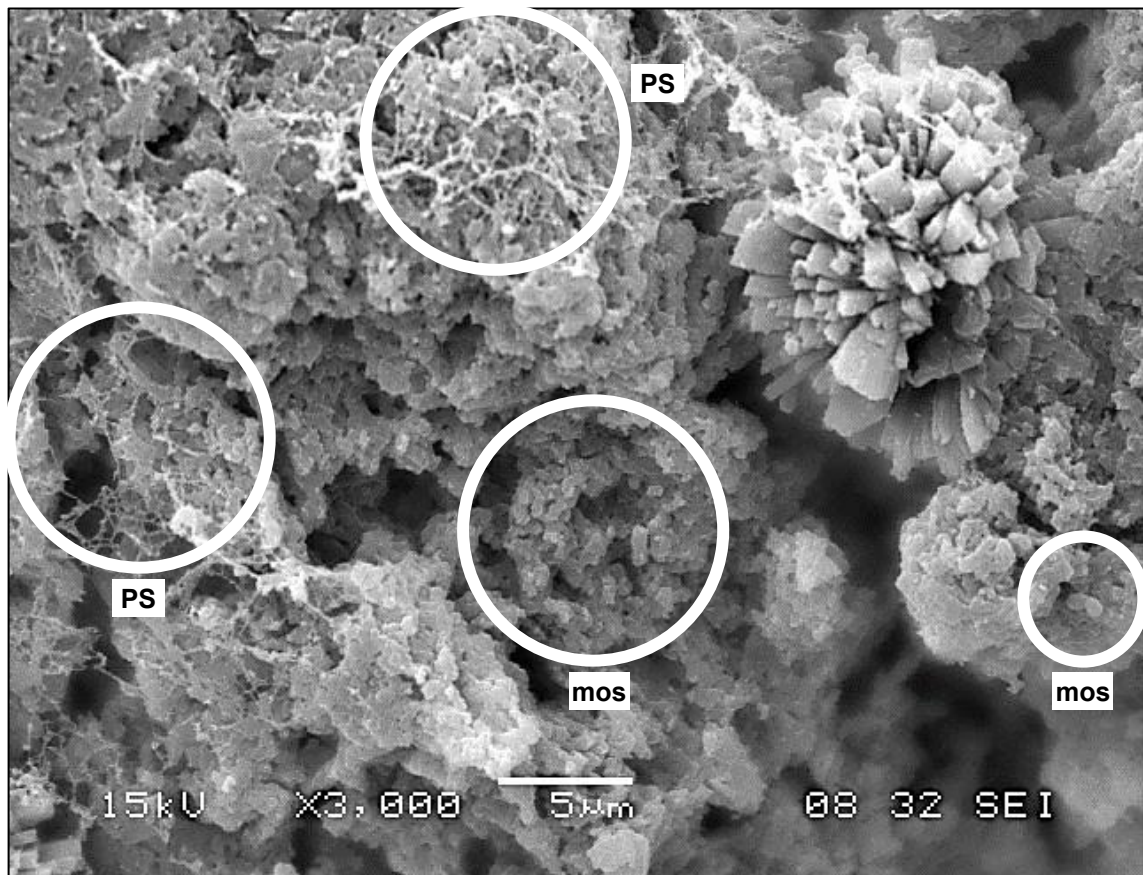


Figura 13. Microorganismos y polisacáridos en queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP.

PS: Polisacáridos. **mos:** Microorganismos

Finalmente, se puede decir que el QA se caracterizó por la presencia de aglomerados y grandes espacios de fase acuosa. En adición a lo anterior, el alto contenido de carbohidratos encontrado en este queso podría indicar el uso de leche en polvo en la formulación. Aunque el QA posee mayor contenido de humedad que el resto de las muestras, la red de proteína se muestra deshidratada, ya que el agua se encuentra libre en la fase acuosa, resultando una estructura heterogénea blanda, como lo indicó el análisis de perfil de textura (TPA).

En el QB destacó la red de proteína homogénea, porosa, y por lo tanto altamente hidratada. La distribución de moléculas es característica de un queso genuino (Villegas et al., 2016). Asimismo, este queso se caracterizó por su contenido graso, el cual aumenta su firmeza, sin embargo, el contenido de proteína tiene mayor influencia en este parámetro. Adicionalmente, al no aplicar en la leche tratamiento térmico u homogenización, se podría decir que los glóbulos de grasa se encuentran en su estado nativo, variando en gran medida su tamaño.

La hidratación de la red del QC fue menor que la del QB, sin embargo, se mostró mayor que la del QA. Este queso destacó por su contenido de proteína; el cual constituye el principal elemento estructural que aporta firmeza, lo cual se reflejó en el TPA. Pese a que la microestructura del QC se asemeja a la del QB, en este queso predominó la presencia de cristales en comparación a las otras muestras, lo cual también puede estar relacionado con su firmeza.

4.4.5 Análisis sensorial

Al análisis sensorial se realizó a través del Perfil Flash con consumidores de queso en general, los cuales no encontraron diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) entre los quesos evaluados. En la Figura 14 se encuentra el mapa de atributos, donde los QA, QB y QC se pudieron diferenciar de acuerdo con los atributos que los panelistas asociaron a cada uno de ellos.

De acuerdo con la distribución de los atributos, al QA se le otorgaron los atributos de: sabor a leche, cremosidad, humedad y humedad visible. Por otro lado, el QB

destacó por la complejidad de atributos sensoriales, ya que se le asoció con: aroma a leche, porosidad, arenosidad, sabor salado, color mantequilla, sabor ácido y sabor fermentado. Caso contrario, los panelistas no lograron identificar atributos característicos del QC.

La complejidad sensorial del QB se puede atribuir principalmente al uso de leche cruda, ya que contiene una población bacteriana más heterogénea en comparación con los quesos elaborados con leche pasteurizada (Torres-Vitela et al., 2012; Ruvalcaba, 2020), estos microorganismos a través de su metabolismo pueden sintetizar compuestos que contribuyen al desarrollo de aromas y sabores deseables en el queso (Villegas et al., 2016). Asimismo, el alto contenido graso en este queso también podría estar influyendo en la percepción sensorial, debido a que las grasas tienen la capacidad disolvente de sustancias sápidas y aromáticas (Farrán-Codina, 2020). Por otro lado, la coloración amarilla está relacionada al contenido de carotenoides, compuestos que se encuentran en la leche en función de dos elementos: la alimentación que reciba el ganado y el contenido de humedad presente en el queso; entre más seco sea, mayor será la coloración amarilla (Paredes Pita et al., 2022).

El QA al ser el más húmedo y tener un pH de 6.09, sus atributos se centraron en la percepción de la humedad, tanto en el paladar como a la vista. Por otro lado, su pH casi neutro indica que no hubo acidificación significativa, por lo tanto, el sabor a leche es predominante en comparación de los otros quesos. La abundante fase acuosa observada en la microestructura del QA fue percibida por los consumidores, y aunque su contenido graso no fue el más alto, se le asoció con cremosidad. Sin embargo, este atributo podría estar haciendo referencia a la percepción del deslizamiento del queso en el paladar, ocasionado por el alto contenido de humedad.

En el caso del QC los panelistas tuvieron complicaciones para asociarle atributos. Esto pudo deberse a que este queso se elaboró días antes que los otros dos, ya que en esta quesería no hay producción diaria de queso, y debido a la dificultad a la que se enfrentan con la proveeduría de leche, se sospecha el uso de leche

en polvo o concentrados de proteína y/o caseinatos, lo cual coincide con el alto contenido proteico y de carbohidratos en su composición química. Los concentrados y caseinatos son derivados de leche, pero al ser ultra procesados, pierden el perfil sensorial hacia el queso. Por lo tanto, el almacenamiento en refrigeración por más tiempo, y el posible uso de aditivos pudieron perturbar el perfil sensorial del queso.

Aunque este análisis permitió perfilar los quesos de forma simbólica, se requiere de otra evaluación que se lleve a cabo en la zona de consumo, de modo que los resultados sean significativos para el estudio.

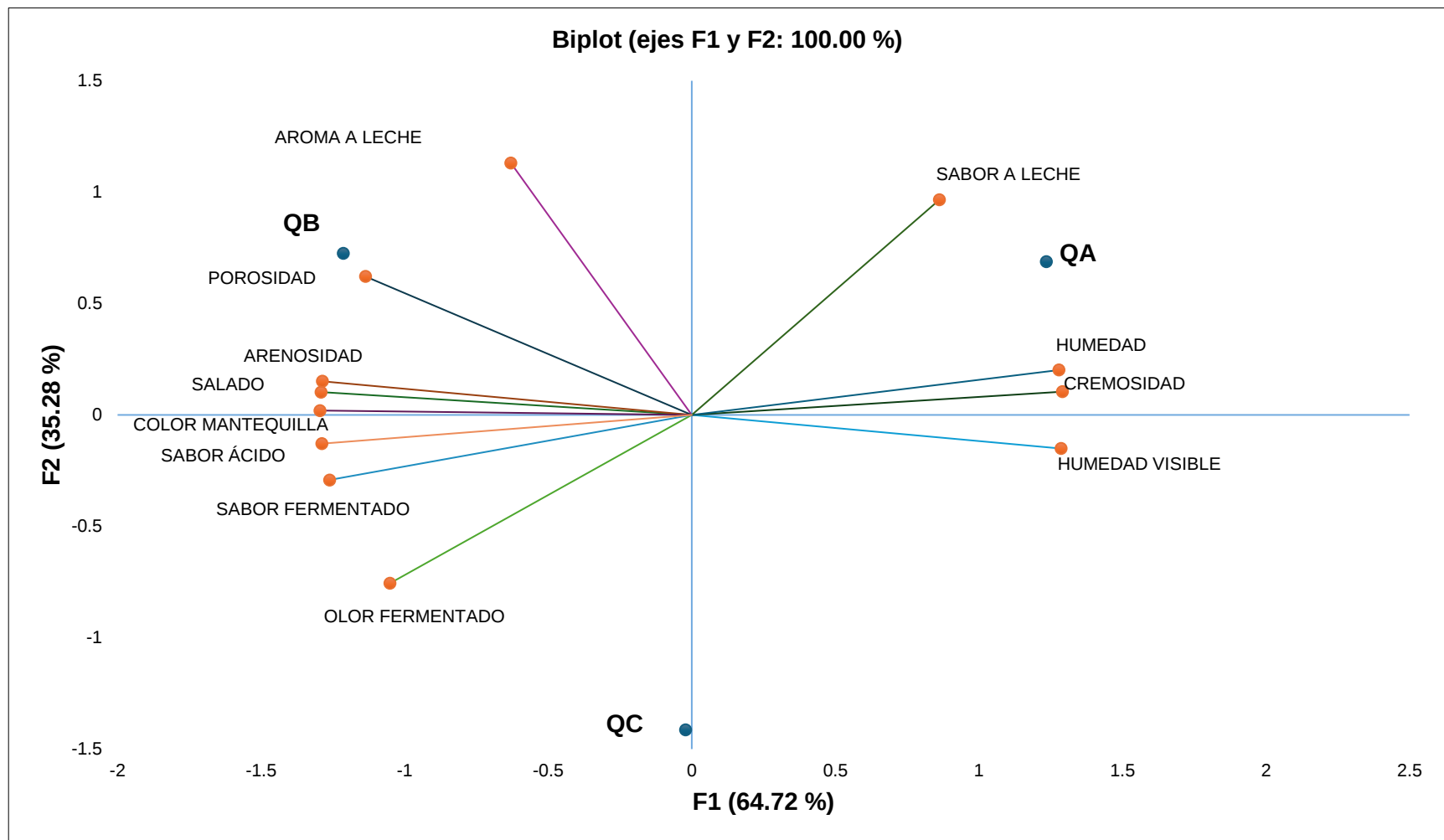


Figura 14. Análisis sensorial del queso ranchero de RV-CDFDZ, SLP. Distribución de QA, QB y QC de acuerdo con los atributos consensuados.

4.5 Conclusiones

Las características del queso fresco de Rioverde y Cd. Fernández, San Luis Potosí, son el resultado de las variaciones en los procesos de elaboración, la calidad de la leche y las operaciones que realizan los productores. La calidad integral de este queso mostró diferencias significativas entre queserías, entre las que destacaron la composición química proximal, la carga microbiana, las propiedades texturales, las características microestructurales y el perfil sensorial.

Este queso se puede elaborar con leche pasteurizada o leche cruda, proveniente de vacas Holstein, Jersey, y algunas de doble propósito. La pasta debe ser molida, y moldeada en aros de acero inoxidable. Los quesos rancheros tienen un alto contenido de humedad (entre 46.44 y 54.82 g de agua/ 100 g de queso), y pH alrededor de 6, es decir, se genera un ambiente adecuado para la reproducción de microorganismos.

A pesar de que los microorganismos predominantes sean las BAL (entre 6.55 y 8.56 Log₁₀ UFC/ g de queso), y se manifieste que se aplica pasteurización a la leche, sus cargas microbianas se encuentran por encima de las permitidas por la normatividad mexicana. Adicionalmente, existe la presunta presencia de microorganismos patógenos como *Salmonella* spp. y *Listeria* spp., por lo que se requiere la implementación de buenas prácticas de ordeño y manufactura para reducir la carga microbiana patógena, ya que puede presentar un peligro de salud pública, principalmente en consumidores ocasionales.

En función de su composición química, pH y microestructura de cada queso, los quesos exhibieron propiedades texturales características de los quesos frescales, una firmeza que oscilo en 8.15 y 23.43 N, la cohesividad en 0.37 y 0.43, la elasticidad en 0.66 y 0.87, y la masticabilidad entre 2.94 y 7.75 N. En consecuencia, con el análisis de perfil de textura, el queso fresco de RV-CDFDZ, SLP, se clasifica como firme, de alta humedad y elasticidad.

En análisis de microestructura del queso ranchero mostró como característica, matrices proteicas homogéneamente hidratadas, correspondientes con quesos genuinos elaborados con leche fluida y en uno de los quesos, se presentaron

aglomerados en la red proteica, indicando la presunta incorporación de leche en polvo con bajo grado de hidratación. Se identificaron bacterias de cocos asociados a *Streptococcus* spp., cristales de sales minerales, entre otros. El uso de leche cruda en la elaboración del queso ranchero de RV-CDFDZ proporciona complejidad al perfil sensorial, le confiere diversidad de aromas y sabores, que en leche pasteurizada o en polvo no están presentes.

Esta investigación identificó problemas a los que se enfrentan actualmente los quesos tradicionales mexicanos, principalmente la contaminación de microorganismos patógenos por implementar prácticas poco higiénicas en la ordeña y en el proceso de elaboración del queso ranchero; así como el uso de ingredientes derivados de la leche debido a la falta de leche fluida como materia prima. Por lo tanto, con base a los resultados y análisis de este trabajo se pueden desarrollar soluciones que puedan aplicar los productores de queso con el fin de no afectar significativamente la calidad de su producto final. La participación de instituciones gubernamentales mexicanas como la Secretaría de Salud es crucial para regular los aspectos sanitarios.

4.6 Literatura citada

- Aguilar-Toalá, J. E., Torres-Llenez, M. J., Hernández-Mendoza, A., Reyes-Díaz, R., Vallejo-Cordoba, B., & González-Córdova, A. F. (2022). Antioxidant capacity and identification of radical scavenging peptides from Crema de Chiapas, Fresco and Cocido cheeses. *Journal of Food Science and Technology*, 59(7). <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05291-2>
- Álvarez, S., Rodríguez, V., Ruiz, M. E., & Fresno, M. (2007). Correlaciones de textura y color instrumental con la composición química de quesos de cabra canarios* Correlations between instrumental texture and colour with chemical composition of canarian goat cheeses. In *Arch. Zootec* (Vol. 56, Issue 1).
- AOAC. (2019). *Official Methods of Analysis* (21st ed.).
- Awasti, N., & Anand, S. (2020). The role of yeast and molds in dairy industry: An update. In *Dairy Processing: Advanced Research to Applications*. https://doi.org/10.1007/978-981-15-2608-4_12
- Azcarate-Peril, M. A., Arnold, R. R., & Bruno-Bárcena, J. M. (2019). How fermented foods feed a healthy gut microbiota: A nutrition continuum. In *How Fermented Foods Feed a Healthy Gut Microbiota: A Nutrition Continuum*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-28737-5>
- Bansal, V., & Mishra, S. K. (2020). Reduced-sodium cheeses: Implications of reducing sodium chloride on cheese quality and safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(2). <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12524>
- Bansal, V., & Veena, N. (2024). Understanding the role of pH in cheese manufacturing: general aspects of cheese quality and safety. In *Journal of Food Science and Technology* (Vol. 61, Issue 1). <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05631-w>
- Beresford, T., & Williams, A. (2004). The Microbiology of Cheese Ripening. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (Vol. 1, Issue C). [https://doi.org/10.1016/S1874-558X\(04\)80071-X](https://doi.org/10.1016/S1874-558X(04)80071-X)
- Blaya, J., Barzideh, Z., & LaPointe, G. (2018). Symposium review: Interaction of starter cultures and nonstarter lactic acid bacteria in the cheese environment¹. *Journal of Dairy Science*, 101(4). <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13345>
- Chávez-Martínez, A., Paredes-Montoya, P., Rentería-Monterrubio, A. L., Corral-Luna, A., Lechuga-Valles, R., Dominguez-Viveros, J., Sánchez-Vega, R., & Santellano-Estrada, E. (2019). Microbial quality and prevalence of foodborne pathogens of cheeses commercialized at different retail points in

Mexico. *Food Science and Technology (Brazil)*, 39.
<https://doi.org/10.1590/fst.30618>

COFOCALEC. (2015). *NMX-F-713-COFOCALEC-2014*.

Costa Dias, M. A., Sant'Ana, A. S., Cruz, A. G., Faria, J. de A. F., Fernandes de Oliveira, C. A., & Bona, E. (2012). On the implementation of good manufacturing practices in a small processing unity of mozzarella cheese in Brazil. *Food Control*, 24(1–2).
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.09.028>

Crow, V., Curry, B., Christison, M., Hellier, K., Holland, R., & Liu, S. Q. (2002). Raw milk flora and NSLAB as adjuncts. *Australian Journal of Dairy Technology*, 57(2).

Cuevas-González, P. F., Reyes-Díaz, R., Santiago-López, L., Vallejo-Cordoba, B., Hernández-Mendoza, A., Beltrán-Barrientos, L. M., & González-Córdova, A. F. (2024). Microbiological quality and native lactic acid bacteria diversity of artisanal Mexican cheeses: A review. *Food Research International*, 194.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114876>

Dairou, V., & Sieffermann, J. M. (2002). A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the Flash Profile. *Journal of Food Science*, 67(2). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10685.x>

D'Amico, D. J., Druart, M. J., & Donnelly, C. W. (2008). 60-day aging requirement does not ensure safety of surface-mold-ripened soft cheeses manufactured from raw or pasteurized milk when *Listeria monocytogenes* is introduced as a postprocessing contaminant. *Journal of Food Protection*, 71(8).
<https://doi.org/10.4315/0362-028X-71.8.1563>

de Sant'Anna, F. M., Acurcio, L. B., Alvim, L. B., de Castro, R. D., de Oliveira, L. G., da Silva, A. M., Nunes, Á. C., Nicoli, J. R., & Souza, M. R. (2017). Assessment of the probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from Minas artisanal cheese produced in the Campo das Vertentes region, Brazil. *International Journal of Dairy Technology*, 70(4).
<https://doi.org/10.1111/1471-0307.12422>

Diaz Candida, G. D. G. B. (2006). *Staphylococcus aureus* en queso blanco fresco y su relación con diferentes microorganismos indicadores de calidad sanitaria. *Revista Salud Publica y Nutricion*, 2(3).

Dobson, A. D. W. (2017). Mycotoxins in Cheese. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Fourth Edition* (Vol. 1). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00023-5>

Enab, A. K., Hassan, F. A. M., & Abd El. Gawad, M. A. M. (2012). Effect of manufacture steps on cheese structure (review). *International Journal of Academic Research*, 4(6). <https://doi.org/10.7813/2075-4124.2012/4-6/a.11>

- Espejel-García, A. (2018). Caracterización de la agroindustria artesanal y atributos de la valoración en consumidores de queso bola de Ocosingo Chiapas. *Revista CIFE*, 20(33), 137–155.
- FAO & OMS. (2013). Norma General Del Codex para el queso. *CODEX Alimentarius*.
- Farrán-Codina, A. (2020). Las grasas en la alimentación. *Pediatría Integral*, 24(3).
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2017). Fundamentals of Cheese Science. In *Fundamentals of Cheese Science*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9>
- Gallegos-Acevedo, M. A., Chávez-Martínez, A., Corral-Luna, A., Rentería-Monterrubio, A. L., Burrola-Barraza, M. E., Lechuga-Valles, R., Domínguez-Viveros, J., Castillo-González, A. R., & Sánchez-Vega, R. (2019). Microbial characterization and diversity of artisanal Ranchero cheese with emphasis in *Lactococcus* strains. *Food Science and Technology (Brazil)*, 39(1). <https://doi.org/10.1590/fst.28217>
- Hazard, S. (1997). *Variación de la composición de la leche* (Carillanca).
- Hernández-Morales, C., Hernández-Montes, A., Aguirre-Mandujano, E., & De Gante, A. V. (2010). Physicochemical, microbiological, textural and sensory characterisation of Mexican Añejo cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 63(4), 552–560. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2010.00615.x>
- ISO 3432. (2008). Cheese - Determination of fat content - Butyrometer for Van Gulik method. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Johnson, M. E. (2017). A 100-Year Review: Cheese production and quality. *Journal of Dairy Science*, 100(12). <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12979>
- Juárez-Barrientos, J. M., Díaz-Rivera, P., de Jesús Ramírez-Rivera, E., Rodríguez-Miranda, J., Martínez-Sánchez, C. E., Carmona-García, R., & Herman-Lara, E. (2021). Traditional rancho Jarocho cheese: A multidisciplinary study from a typicity approach. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 12(2), 353–369. <https://doi.org/10.22319/RMCP.V12I2.5230>
- Kindstedt, P. S., & Polowsky, P. J. (2021). Invited review: Crystals in cheese: More than a curiosity. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 104, Issue 2). <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19119>
- Kumar, A., Kundu, S., & Debnath, M. (2018). Effects of the probiotics *Lactococcus lactis* (MTCC-440) on *Salmonella enteric* serovar Typhi in co-culture study. *Microbial Pathogenesis*, 120. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.04.045>

- Kure, C. F., & Skaar, I. (2019). The fungal problem in cheese industry. In *Current Opinion in Food Science* (Vol. 29). <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.07.003>
- Lawlor, J. Ben, Delahunty, C. M., Wilkinson, M. G., & Sheehan, J. (2001). Relationships between the sensory characteristics, neutral volatile composition and gross composition of ten cheese varieties. *Lait*, 81(4). <https://doi.org/10.1051/lait:2001147>
- Liu, H., Xu, X. M., & Guo, S. D. (2008). Comparison of full-fat and low-fat cheese analogues with or without pectin gel through microstructure, texture, rheology, thermal and sensory analysis. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(9). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01616.x>
- Marín, P., Palmero, D., & Jurado, M. (2015). Occurrence of moulds associated with ovine raw milk and cheeses of the Spanish region of Castilla La Mancha. *International Journal of Dairy Technology*, 68(4). <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12208>
- Méndez-Romero, J. I., Reyes-Díaz, R., Santiago-López, L., Hernández-Mendoza, A., Vallejo-Cordoba, B., Sayago-Ayerdi, S. G., Gómez-Gil, B., & González-Córdova, A. F. (2021). Artisanal Fresco cheese from Sonora: Physicochemical composition, microbial quality, and bacterial characterization by high-throughput sequencing. *International Journal of Dairy Technology*, 74(2). <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12751>
- Merchán, N. A. C., Gómez, L. M. P., Cárdenas, A. K. P., Rodríguez, N. C. O., & Sánchez, Y. N. (2019). Microorganismos comúnmente reportados como causantes de enfermedades transmitidas por el queso fresco en las Américas, 2007-2016. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 56(1).
- Morales-Celaya, M., Lobato-Calleros, C., Alvarez-Ramirez, J., & Vernon-Carter, E. J. (2012). Effect of milk pasteurization and acidification method on the chemical composition and microstructure of a Mexican pasta filata cheese. *Food Science and Technology*, 132–141.
- Moreno-Enriquez, R. I., Garcia-Galaz, A., Acedo-Felix, E., Gonzalez-Rios, H., Call, J. E., Luchansky, J. B., & Diaz-Cinco, M. E. (2007). Prevalence, types, and geographical distribution of *Listeria monocytogenes* from a survey of retail Queso Fresco and associated cheese processing plants and dairy farms in Sonora, Mexico. *Journal of Food Protection*, 70(11). <https://doi.org/10.4315/0362-028X-70.11.2596>
- Morris, H. A., Brookert, B. E., Holt, C., Banks, J. M., & Manson, W. (1988). Inorganic constituents of cheese analysis of juice from a one-month-old Cheddar cheese and the use of light and electron microscopy to characterize the crystalline phases. *Journal of Dairy Research*, 55(2). <https://doi.org/10.1017/S002202990002608X>

- Morris, V. J. (2007). Microstructural elements and their interactions. In D. J. McClements (Ed.), *Understanding and controlling the microstructure of complex foods* (1st ed., Vol. 1, pp. 3–86).
- Nami, Y., Bakhshayesh, R. V., Jalaly, H. M., Lotfi, H., Eslami, S., & Hejazi, M. A. (2019). Probiotic properties of *Enterococcus* isolated from artisanal dairy products. *Frontiers in Microbiology*, 10(FEB). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00300>
- Paredes Pita, C. A., Cadena Mafla, V. E., & Bolaños Fuel, C. K. (2022). Caracterización del perfil sensorial del queso amasado de la provincia del Carchi. *Tierra Infinita*, 8(1). <https://doi.org/10.32645/26028131.1151>
- Picon, A. (2017). Cheese microbial ecology and safety. In: Papademas P, Bintsis T (eds) *Global cheese making technology: Cheese quality and characteristics*. In *John Wiley & Sons Ltd., Hoboken, USA*.
- Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (2022). Fungi and Food Spoilage: Fourth Edition. In *Fungi and Food Spoilage: Fourth Edition*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-85640-3>
- Polowsky, P. J., Kindstedt, P. S., & Hughes, J. M. (2018). Size, shape, and identity of surface crystals and their relationship to sensory perception of grittiness in soft smear-ripened cheeses. *Journal of Dairy Science*, 101(12). <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15165>
- Priyashantha, H., & Lundh, Å. (2021). Graduate Student Literature Review: Current understanding of the influence of on-farm factors on bovine raw milk and its suitability for cheesemaking. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 104, Issue 11). <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20146>
- Rajbhandari, P., & Kindstedt, P. S. (2014). Surface roughness and packaging tightness affect calcium lactate crystallization on Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 97(4). <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7204>
- Ramiah, K., ten Doeschate, K., Smith, R., & Dicks, L. M. T. (2009). Safety Assessment of *Lactobacillus plantarum* 423 and *Enterococcus mundtii* ST4SA Determined in Trials with Wistar Rats. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 1(1). <https://doi.org/10.1007/s12602-009-9010-2>
- Raygosa, J. B., Torres, J. P., Valencia, G. L., Hori-Oshima, S., Ramírez, J. C. H., Manríquez, L. C. P., Valadez, C. E. A., Evangelista, T. B. R., & Basulto, G. E. M. (2018). Molecular identification and frequency of isolated pathogens from bovine mastitis in dairy herds from Baja California Peninsula, Mexico. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 9(4). <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i4.4365>
- Rosas-Barbosa, B. T., Morales, A. L., O, R. A., Ramírez-, A., Soltero-ramos, J. P., Mora-Quiroz, R. De, & Martin, P. (2014). Presence and persistence of *Listeria* in four artisanal cheese plants in Jalisco, Mexico. *E-CUCBA*, 2.

- Ruvalcaba, J. (2020). Estudio de la microbiota asociada a la producción de queso adobera artesanal y sus perspectivas biotecnológicas [Instituto Politécnico Nacional].
<http://rdcb.cbg.ipn.mx/bitstream/20.500.12273/745/1/JOSE%20MARTIN%20RUVALCABA%20GOMEZ%20%20DCB.pdf>
- Sandoval-Castilla, O., Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E., & Vernon-Carter, E. J. (2004). Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *International Dairy Journal*, 14(2). [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00166-3](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00166-3)
- Santamarina-García, G., Fresno, J. M., Virto, M., Amores, G., & Aranceta, J. (2020). La microbiota del queso y su importancia funcional. *Rev Esp Nutr Comunitaria*, 26(4).
- Secretaria de salud. (1993). Norma Oficial Mexicana Nom-110-Ssa1-1994. *Secretaria de Salud*.
- Secretaria de salud. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba*. <https://dof.gob.mx/normasOficiales/4156/salud2a/salud2a.htm>
- SEGOB. (1978). Norma Oficial Mexicana “Determinación de pH en Alimentos” NOM-F-317-S-1978. *Diario Oficial de La Federación*.
- SHAH, N. P. (2000). Some Beneficial Effects of Probiotic Bacteria. *Bioscience and Microflora*, 19(2). <https://doi.org/10.12938/bifidus1996.19.99>
- Shi, Y., Cui, X., Gu, S., Yan, X., Li, R., Xia, S., Chen, H., & Ge, J. (2019). Antioxidative and Probiotic Activities of Lactic Acid Bacteria Isolated from Traditional Artisanal Milk Cheese from Northeast China. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 11(4). <https://doi.org/10.1007/s12602-018-9452-5>
- Shobharani, P., Padmaja, R. J., & Halami, P. M. (2015). Diversity in the antibacterial potential of probiotic cultures *Bacillus licheniformis* MCC2514 and *Bacillus licheniformis* MCC2512. *Research in Microbiology*, 166(6). <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2015.06.003>
- SIAP. (2023). *Anuario Estadístico de la Productividad Ganadera*. Anuario Estadístico de La Productividad Ganadera.
- Solís, A., Yong, G., Estrada, J., & Castelán, O. (2009). Retos de la producción artesanal de los quesos mexicanos para ingresar al concepto limpio, verde y ético. *Agrociencia*, 13(3).
- Somers, E. B., Johnson, M. E., & Wong, A. C. L. (2001). Biofilm formation and contamination of cheese by nonstarter lactic acid bacteria in the dairy environment. *Journal of Dairy Science*, 84(9). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74634-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74634-6)

- Soria-Herrera, R. J., Dominguez-Gonzalez, K. G., Rumbo-Pino, R., Piña-Lazaro, A., Alvarez-Perez, J. J., Rivera-Gutierrez, S., Ponce-Saavedra, J., Ortiz-Alvarado, R., Gonzalez-Y-Merchand, J. A., Yahuaca-Juarez, B., & Cerna-Cortes, J. F. (2021). Occurrence of nontuberculous Mycobacteria, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, and *Staphylococcus aureus* in artisanal unpasteurized cheeses in the State of Michoacan, Mexico. *Journal of Food Protection*, 84(5). <https://doi.org/10.4315/JFP-20-286>
- Sosa-Castañeda, J., Guadalupe Manzanarez-Quin, C., Valdez-Domínguez, R. D., Ibarra-Zazueta, C., Osuna-Chávez, R. F., Rueda-Puente, E. O., Hernández-Moreno, C. G., Santos-Espinosa, A., Epigmenio-Chávez, A., García-Baldenegro, C. V., González-Soto, T. E., Armenta-Calderón, A. D., & Castro, P. Y. H. (2022). Antimicrobial activity of plants native to Sonora, Mexico, against pathogenic bacteria isolated from milk from cows diagnosed with mastitis. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 13(2). <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.6017>
- Stocco, G., Cipolat-Gotet, C., Bobbo, T., Cecchinato, A., & Bittante, G. (2017). Breed of cow and herd productivity affect milk composition and modeling of coagulation, curd firming, and syneresis. *Journal of Dairy Science*, 100(1). <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11662>
- Tansman, G. F., Kindstedt, P. S., & Hughes, J. M. (2017). Crystallization and demineralization phenomena in washed-rind cheese. *Journal of Dairy Science*, 100(11). <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13067>
- Tekin, A., & Hayaloglu, A. A. (2023). Understanding the mechanism of ripening biochemistry and flavour development in brine ripened cheeses. In *International Dairy Journal* (Vol. 137). <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105508>
- Torres-Llanez, M. J., Vallejo-Cordoba, B., Díaz-Cinco, M. E., Mazorra-Manzano, M. A., & González-Córdova, A. F. (2006). Characterization of the natural microflora of artisanal Mexican Fresco cheese. *Food Control*, 17(9), 683–690.
- Torres-Salas, V., Hernández-Montes, A., & Hernández-Rodríguez, B. E. (2023). Análisis sensorial, textural y actividad antioxidante de queso añejo de Zacazonapan durante la maduración. *Biotechnia*, 25(2), 204–213. <https://doi.org/10.18633/biotechnia.v25i2.1897>
- Torres-Vitela, M. R., Mendoza-Bernardo, M., Castro-Rosas, J., Gomez-Aldapa, C. A., Garay-Martinez, L. E., Navarro-Hidalgo, V., & Villarruel-López, A. (2012). Incidence of *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* o157:h7, and *Staphylococcal enterotoxin* in two types of mexican fresh cheeses. *Journal of Food Protection*, 75(1), 79–84. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-11-258>
- Trmčić, A., Ralyea, R., Meunier-Goddik, L., Donnelly, C., Glass, K., D'Amico, D., Meredith, E., Kehler, M., Tranchina, N., McCue, C., & Wiedmann, M. (2017).

- Consensus categorization of cheese based on water activity and pH—A rational approach to systemizing cheese diversity. *Journal of Dairy Science*, 100(1). <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11621>
- van Zyl, W. F., Deane, S. M., & Dicks, L. M. T. (2016). *Enterococcus mundtii* ST4SA and *Lactobacillus plantarum* 423 excludes *Listeria monocytogenes* from the GIT, as shown by bioluminescent studies in mice. *Beneficial Microbes*, 7(2). <https://doi.org/10.3920/BM2015.0082>
- Vásquez, N., Duran, L., Sánchez, C., & Acevedo, I. (2012). Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso blanco a nivel de distribuidores, estado Lara, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 30(3).
- Villegas, A., Santos, A., & Cervantes, F. (2016). Los quesos tradicionales mexicanos. In *Universidad Autónoma Chapingo*.
- Villegas de Gante, A., Flores-Girón, E., Márquez-Roa, L., Rodríguez-Peralta, D., & Sandoval-Castilla, O. (2021). Capítulo 5. Sistemas Agroindustriales (SAI). In *La agroindustria alimentaria: Un enfoque sistémico* (1st ed., Vol. 1, pp. 103–127).
- Walstra, P. (1995). Physical chemistry of milk fat globules. In *Advanced Dairy Chemistry* (Vol. 2, pp. 131–178).
- Watkinson, P., Coker, C., Crawford, R., Dodds, C., Johnston, K., McKenna, A., & White, N. (2001). Effect of cheese pH and ripening time on model cheese textural properties and proteolysis. *International Dairy Journal*, 11(4–7). [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00070-X](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00070-X)
- Yoon, Y., Lee, S., & Choi, K. H. (2016). Microbial benefits and risks of raw milk cheese. In *Food Control* (Vol. 63, pp. 201–215). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.11.013>

5. CONCLUSIONES GENERALES

La calidad del queso fresco de RV-CDFDZ, SLP, es heterogénea, debido a las variaciones en el proceso, la calidad de la leche, la tecnología utilizada en su elaboración, y las condiciones en las que se produce.

Las prácticas realizadas por cada productor son distintas, principalmente en las posteriores al desuerado. Asimismo, la leche al provenir de vacas de distinta raza, e incluso de distinto lugar, afecta significativamente su calidad.

La cadena productiva se ha enfrentado a la falta de proveeduría de leche en la zona de RV-CDFDZ, afectando la producción de queso en algunos establecimientos, optando por abastecerse de cooperativas ubicadas en estados como Guanajuato.

Por lo anterior, existe la sospecha de adición de leche en polvo; práctica realizada para cumplir con la demanda de queso en la región. Sin embargo, la incorporación de estos aditivos (en caso de ser necesario) debe ser adecuada para no perjudicar las propiedades texturales y sensoriales del queso.

Las condiciones higiénicas con las que se elabora este queso parecen ser insuficientes, debido al contacto con el ambiente, herramientas y manipulación de operadores, las cuales representan vehículos de patógenos que pueden inocular al alimento.

Actualmente, en el queso fresco de RV-CDFDZ, SLP, es importante atender las causas que están originando alta proliferación de microorganismos no deseables, principalmente de las condiciones y procesos con los que se elabora este queso. La incorporación de buenas prácticas de manufactura y buenas prácticas de ordeño han demostrado disminuir significativamente estos parámetros, sin perjudicar las cualidades sensoriales características del queso ranchero.

Adicionalmente, la implementación de actividades colectivas como estrategia de bien común podría beneficiar a los productores a enfrentar las problemáticas de déficit de leche y falta de relevo generacional, así como las que en un futuro se puedan presentar.

El poder colectivo es un arduo trabajo que conlleva múltiples variables; tiempo, dinero, confianza, valores, aptitudes de liderazgo, cultura, etc. Aunque es una estrategia de alta complejidad, no es imposible aterrizarla en los actores de la Cadena Agroindustrial Leche-Queso fresco de RV-CDFDZ, SLP.

