

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL



Facultad de Ingeniería Química-Facultad de Ciencias Veterinarias



**Trabajo Final Integrador presentado como parte de los requisitos de la
Universidad Nacional del Litoral, para la obtención del Grado Académico de
“Especialista en Ciencia y Tecnología de la Leche y los Productos Lácteos”**

TITULO

“QUESO FETA: ORIGEN, TECNOLOGÍA, CARACTERÍSTICAS”

AUTOR:

ING. BELIS, ELIANA ELISABET

DIRECTORA:

DRA. PEROTTI, MARIA CRISTINA

CO-DIRECTOR:

ING. GEORGE, GUILLERMO ANDRÉS

Agradecimientos

A mi familia y amigos que me acompañaron y motivaron a cumplir este gran objetivo.

A la Facultad de Ingeniería Química (FIQ), perteneciente a la Universidad Nacional del Litoral (UNL), por los conocimientos transmitidos a lo largo de la carrera.

A mi directora y co-director María C. Perotti y Guillermo A. George, quienes me guiaron y acompañaron de manera constante en la realización del presente trabajo, gracias por los conocimientos transmitidos, la enorme paciencia y dedicación.

A la Universidad de Ciencias Aplicadas de Karlovac (VUKA), Croacia, que a través del Departamento de Tecnología de Alimentos me permitió ampliar mis conocimientos en tecnologías de producción quesera, equipamientos de análisis y variedades de quesos. Especialmente a la profesora Marijana Blažić, por su gran predisposición y vocación.

Índice

1.Introducción.....	4
1.1.Producción de leche a nivel mundial.....	4
1.2.Situación de la lechería vacuna en Argentina.....	9
1.3.Consumo de lácteos a nivel mundial y en Argentina.....	11
1.4.Producción y consumo de quesos a nivel mundial y en Argentina.....	14
1.5.Mercado de quesos a nivel mundial y en Argentina.....	17
1.6.Situación de las lecherías caprina y ovina en Argentina.....	19
1.6.1.Lechería caprina.....	19
1.6.2.Lechería ovina.....	22
1.7.Producción de quesos de cabra y oveja a nivel mundial y en Argentina.....	23
1.7.1.Quesería caprina.....	23
1.7.2.Quesería ovina.....	25
1.8.Queso: definición, origen y clasificación.....	27
2.Objetivos del Trabajo Integrador.....	31
3.Queso Feta. Definición, características y producción.....	32
3.1.Producción de Queso Feta en Argentina.....	35
4.Tecnología de elaboración.....	36
4.1.Método tradicional (artesanal) para la elaboración de Queso Feta.....	38
4.2.Método industrializado a baja escala para la elaboración de Queso Feta.....	41
4.3.Método mecanizado (industrializado a gran escala) para la elaboración de Queso Feta.....	47
4.4.Nuevas tecnologías. Uso de membranas de ultrafiltración.....	51
5.Antecedentes de investigación en queso Feta.....	58
6.Experiencias llevadas a cabo en una Universidad de Croacia.....	67
7.Conclusiones.....	72
8.Bibliografía.....	74

1. Introducción

1.1. Producción de leche a nivel mundial

La producción mundial de leche procede casi en su totalidad del ganado vacuno, y en menor medida de búfalas, cabras y ovejas, entre otros. La presencia e importancia de cada especie varía considerablemente entre regiones y países. Esto depende de factores tales como la disponibilidad de alimentos y de agua, el clima, la demanda del mercado, las tradiciones alimentarias y las características socioeconómicas (*Food and Agriculture Organization of the United Nations -FAO-*, 2025, <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/es>).

Aunque el ganado vacuno se cría en una amplia variedad de entornos, otras especies hacen posible la producción de leche en entornos adversos que a menudo no pueden sostener ningún otro tipo de producción pecuaria. Por ejemplo, las ovejas producen leche en las regiones semiáridas del Mediterráneo, las cabras en las regiones de suelos pobres de África, los camellos en las tierras áridas y semiáridas de África y Asia, y los búfalos en la región tropical húmeda de la India (FAO, 2025, <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/es>).

La *International Dairy Federation* (IDF) analiza la situación del sector lácteo internacional (*World Dairy Situation*), y en Argentina el Observatorio de la Cadena Láctea Argentina (OCLA) compila los datos de esta fuente. En 2023 el ganado vacuno aportó el 81 % de la producción lechera mundial, seguido por las búfalas con el 15 %, las cabras con el 2 % y las ovejas con el 1 %. La parte restante procedió de otras especies lecheras, como los camellos, equinos y yaks. La producción mundial total de leche en dicho año fue de 964 millones de toneladas (2,1% mayor respecto a 2022) (**Figura 1.1**). Aproximadamente un tercio de la producción lechera de los países en desarrollo procede de los búfalas, cabras, camellas y ovejas, mientras que, en los países desarrollados, casi toda la leche procede del ganado vacuno (FAO, 2025).



Figura 1.1. Producción mundial total de leche en el año 2023. Elaborado por el OCLA en base a datos de la IDF.

En la **Tabla 1.1** se presentan los datos de producción total de leche vacuna por región/país en 2023 y la variación respecto a 2022. La Unión Europea (UE) es la principal región productora de leche, seguido por la India y Estados Unidos. En 2023 se registró un crecimiento en la producción de leche de vaca en Asia superior al 5%, lo que acompaña a un incremento en la demanda de leche y productos lácteos que se viene observando en los últimos años en esta región. Las demás regiones del mundo mostraron un crecimiento por debajo de la media (Canadá +1,4%, México +1,7%, Nueva Zelanda +0,9%, Australia +3,1%, África +1,6%, Brasil +3,2%, Uruguay +1,5%), mientras que la UE fue la única región en la que los volúmenes disminuyeron (-0,2%) (OCLA, 2024, <https://www.ocla.org.ar/noticias/31685654>).

Bloques/Países	2023 miles de millones de kgs. de leche	Variación 2023/2022
UNION EUROPEA 27 (*)	154,1	-0,2%
INDIA	128,6	7,4%
USA	102,7	0,0%
CHINA	42,0	6,8%
BRASIL	36,8	3,2%
RUSIA	33,6	2,5%
NUEVA ZELANDA	21,3	0,9%
PAKISTAN	20,9	3,8%
TURQUIA	20,0	0,2%
REINO UNIDO	15,5	0,0%
MEXICO	13,7	1,7%
ARGENTINA	11,7	-2,0%

Tabla 1.1. Producción total de leche en 2023 y variación respecto al año anterior, discriminado por región/país. Elaborado por el OCLA en base a datos de la IDF.

En particular, la producción mundial de leche de vaca alcanzó 782 millones de toneladas en 2023 (**Figura 1.2**), observándose un aumento del 2,0% respecto a 2022. Asia representa la región de mayor producción seguido por la UE y América del Norte y Central, mientras que América del Sur se ubica en la quinta posición (OCLA, 2024, <https://www.ocla.org.ar/noticias/31685654>).

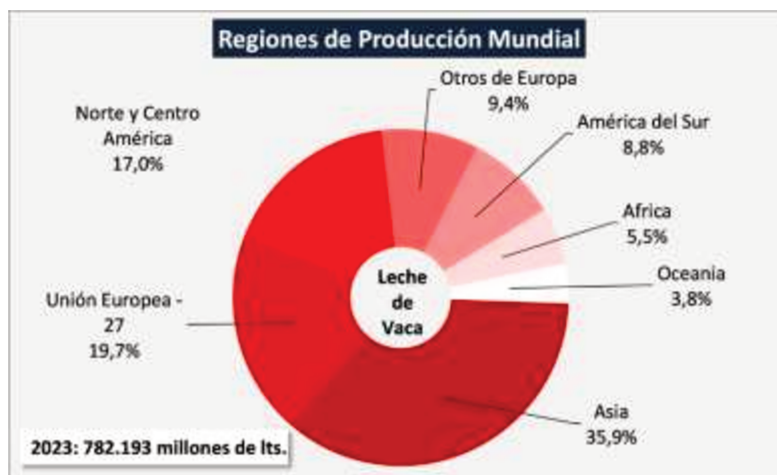


Figura 1.2. Producción de leche vacuna a nivel mundial, discriminado por región/país. Elaborado por el OCLA en base a datos de la IDF.

Por otro lado, la leche procedente de las otras especies lecheras diferentes del ganado vacuno representa el 38% de la producción lechera en Asia, el 22% en África, el 3% en Europa, el 0,5% en las Américas y es casi inexistente en Oceanía. La región del Cercano Oriente registra la mayor producción de leche de oveja y cabra per cápita (FAO, 2025, <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/es>). La leche de búfala se ubica en segunda posición por su volumen de producción a nivel mundial (147 millones de toneladas en 2023), mientras que el nivel de producción registrado en 2023 para las leches de cabra y oveja es bastante inferior: 21 y 10 millones de toneladas, respectivamente (OCLA, 2024, <https://www.ocla.org.ar/noticias/31685654>).

Dado que el tema de trabajo se ocupa del queso Feta, elaborado con leche de oveja y cabra, además de leche de vaca, es que a continuación se profundizará en la situación de las lecherías caprina y ovina.

Las leches de oveja y de cabra se transforman casi exclusivamente en quesos, destacándose por su sabor y aroma distintivos. Las diferencias composicionales de estas leches respecto a la leche de vaca, principalmente en proteínas y lípidos, son responsables de las características sensoriales particulares de los quesos de oveja y de cabra (Medina y Nuñez, 2017).

Para la lechería caprina, se destaca lo siguiente:

- La producción mundial de leche de cabra se concentra, principalmente, en pocos países caracterizados por rentas bajas y condiciones ambientales poco favorables para la explotación de otro tipo de rumiantes; es decir, áreas tropicales o muy áridas (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola, AACREA, 2005).
- El 51% de la población mundial de cabras se encuentra en Asia, y el resto en África y América Latina (FAO, 2025, <https://www.fao.org/dairy-production-products/dairy/small-ruminants/en>).

- Los principales productores de leche de cabra son India, Sudán y Pakistán (FAO, 2025, <https://www.fao.org/dairy-production-products/dairy/small-ruminants/en>; Martínez y Suarez, 2018).
- Los rendimientos lecheros medios de las cabras varían ampliamente entre los principales países productores: India, 189 kg/año y Sudán, 61 kg/año (FAO, 2025, <https://www.fao.org/dairy-production-products/dairy/small-ruminants/en>).
- En la UE, a pesar de no ser uno de los principales productores de leche de cabra, se tienen altos rendimientos por animal, incluso mayores que los rendimientos registrados en los principales países productores (Martínez y Suarez, 2018). El principal destino de la leche caprina es la elaboración de diferentes tipos de quesos, siendo productos muy demandados a nivel mundial (principalmente los quesos de cabra de origen francés) (AACREA, 2005).
- La UE y América se ubican en tercero y cuarto lugar en volumen de producción de leche de cabra, respectivamente. En particular, Francia, España, Grecia y Turquía son los países líderes dentro de la UE (Medina y Nuñez, 2017; Pulina et al., 2018). Estos países son los que presentan el mayor desarrollo en cuanto a su transformación a quesos, las tecnologías de producción, y la calidad de los productos (Martínez y Suarez, 2018).

En cuanto a la lechería ovina, se puede remarcar lo siguiente:

- Más de la mitad de la población de ovejas del mundo se encuentra en los países en desarrollo, siendo las ovejas más frecuentes que las cabras en climas más fríos.
- La cría de ovejas no sólo se destina a la producción lechera, sino que también tiene otros destinos como carne, piel, fibra y estiércol.
- La mayoría de las razas de ovejas lecheras se encuentran en la región mediterránea y en Cercano Oriente (región ubicada en el suroeste de Asia y noreste de África, bordeada por el mar Mediterráneo, el mar Negro, el mar Caspio, el golfo Pérsico y el mar Rojo; región histórica donde surgieron las primeras civilizaciones, la agricultura, el pastoreo y la escritura).
- Los principales países productores de leche de oveja son China, Sudán, Turquía y Argelia (FAO, 2025, <https://www.fao.org/dairy-production-products/dairy/small-ruminants/en>).

ruminants/en). Asimismo, Grecia, Rumania, España, Italia y Francia son importantes productores de leche de oveja. Por el contrario, en América la producción de leche de oveja es muy baja, aunque se estima que aumente en los próximos años (Pulina et al., 2018).

1.2. Situación de la lechería vacuna en Argentina

Argentina se ubica entre los 15 principales productores de leche de vaca (**Tabla 1.1**).

En términos generales, desde 1970 se ha producido un incremento en la producción de leche con algunos altibajos en determinados momentos (**Figura 1.3**). En 2023 se produjeron 11.325 millones de litros, 2% menos que en 2022 (**Tabla 1.1**) (OCLA, 2024, <https://www.ocla.org.ar/noticias/31685654>). En 2024, el volumen de leche producida fue de 10.590 millones de litros, 6,5% menos respecto a 2023, atribuido principalmente, a la escasez de alimento debido a las condiciones climáticas (sequía) (OCLA, 2025).



Figura 1.3. Evolución de la producción de leche en Argentina. Elaborado por el OCLA en base a datos de la Dirección Nacional de Lechería de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (DNL, SAGyP).

A su vez se realizó una estimación de la producción de leche vacuna para el 2025, a partir de la información aportada por 15 industrias lácteas que reciben y procesan alrededor del 49% de la leche de Argentina. Se estima un incremento del 5,7% respecto a 2024, lo que representaría una producción de 11.190 millones de litros (**Figura 1.4**) (OCLA, 2025, <https://www.ocla.org.ar/noticias/32196164>).

	Producción Total Anual - en millones de litros de leche -	Variación Interanual - en millones de litros -	Variación Interanual Relativa
2024	10.584,8	-741	-6,5%
2025	11.190,2	+605	+5,7%

Figura 1.4. Estimación de la producción nacional de leche vacuna para el 2025.

Por último, se muestra la producción de leche en 2024 discriminado por provincia (**Figura 1.5**), pudiéndose observar que Córdoba aportó el 35,1%, Santa Fe el 31% y Buenos Aires el 26,2% (OCLA, 2025, <https://www.ocla.org.ar/portafolio/12/#cbp=/grafico/25610587>).



Figura 1.5. Producción de leche vacuna en Argentina discriminado por provincia en 2024. Elaborado por el OCLA en base a datos de la DNL, SAGyP, Tambos por Cuenca SIGLeA-LUME y Caracterización de Tambos Bovinos – SENASA.

1.3. Consumo de lácteos a nivel mundial y en Argentina

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que más de 6.000 millones de personas en el mundo consumen leche y productos lácteos. (<https://www.fao.org/dairy-production-products/products/es/>).

El consumo mundial de lácteos per cápita promedio en 2023 fue de 119 L (**Figura 1.6**) (<https://www.ocla.org.ar/noticias/31685654>). Como se puede apreciar, el incremento del consumo de alimentos lácteos acompaña el crecimiento poblacional mundial (aprox. 8.000 millones de personas en 2023). El nivel de consumo de leche y productos lácteos es mayor en los países desarrollados que en los países en vías de desarrollo, pero esta diferencia se está reduciendo. De hecho, el aumento de los ingresos, el crecimiento demográfico, la urbanización y los cambios en los regímenes alimentarios que se está produciendo en los países en desarrollo, motivan el crecimiento de la demanda de leche y productos lácteos. Esta tendencia es más pronunciada en Asia, especialmente en países muy poblados como China, Indonesia y Vietnam.

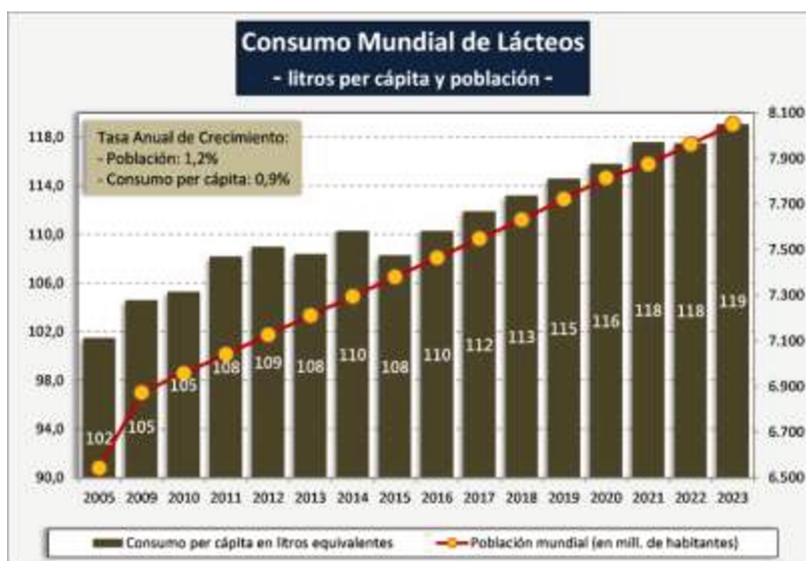


Figura 1.6. Consumo mundial de lácteos per cápita y población mundial. Elaborado por el OCLA en base a datos de la FAOSTAT y la IDF (OCLA, 2023).

Tradicionalmente, la demanda de leche es mayor en los centros urbanos y la de leche fermentada (por ej. yogur) en las zonas rurales. Los productos lácteos procesados están adquiriendo una creciente importancia en muchos países (<https://www.fao.org/dairy-production-products/products/es/>). En la **Figura 1.7** se muestra el consumo mundial en 2023 discriminado por productos lácteos. Se puede observar que el queso es el segundo alimento lácteo más consumido a nivel mundial (14,7%), luego de la manteca (15,7%).



Figura 1.7. Consumo mundial de productos lácteos. Elaborado por el OCLA en base a datos de la IDF (2023).

Las proyecciones basadas en el análisis de datos del Banco Mundial, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la Oficina de Estadística de las Comunidades Europeas (Eurostat) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), indican que en 2030 el mayor mercado para los lácteos será China, con más de mil millones de consumidores (se define consumidor como aquel que destina más de U\$S12 por día), con un aumento del 15% respecto a 2024. India ocupa el segundo lugar, con 773 millones de consumidores estimados para 2030. Esto pone en relieve la importancia que asumirá esta zona geográfica en los próximos años con dos mil millones de habitantes. Estados Unidos se ubica en tercer lugar con 348 millones de

consumidores, y Brasil en quinto lugar con 136 millones de consumidores. El primer país europeo es Alemania, situándose en el duodécimo lugar de este ranking.

De este análisis se desprende que la dinámica de crecimiento es interesante para el sector lácteo. Se vislumbra una tendencia de crecimiento muy acentuada en los países emergentes (por ej., Vietnam con un +34%) y moderada en Estados Unidos (+4%), mientras que no se proyectan cambios en Rusia y Alemania, y se espera una caída del consumo en Italia y Japón atribuido a la caída demográfica que experimentan estos países (OCLA, 2024, <https://www.ocla.org.ar/noticias/29276258>). Por otro lado, en Argentina, se registró en 2024 un consumo de lácteos per cápita de 171 L, 10 % menos respecto al año anterior (190 L) (**Tabla 1.2** y **Figura 1.8**); estos valores están expresados en litros de leche equivalente. A pesar de esta disminución observada, se puede apreciar que el consumo se mantuvo prácticamente estable en los últimos 20 años (promedio 195 L/habitante/año) (**Figura 1.8**).

BALANCE LACTEO Año 2024	2024 en millones de litros de leche	2023 en millones de litros de leche	Variación Relativa	Variación Absoluta
EXISTENCIAS INICIALES	1.060	1.019	4,0%	41
PRODUCCIÓN	10.590	11.326	-6,5%	-735
IMPORTACIONES	57	53	7,5%	4
OFERTA TOTAL	11.707	12.398	-5,6%	-690
EXPORTACIONES	2.662	2.489	7,0%	173
OFERTA DOMÉSTICA	9.046	9.909	-8,7%	-864
EXISTENCIAS FINALES	1.004	1.060	-5,3%	-56
CONSUMO TOTAL	8.042	8.849	-9,1%	-808
Consumo per cápita anual (lts./hab.)	170,9	189,7	-9,9%	-19
Exportaciones s/Producción	25,1%	22,0%	14,4%	-----
Consumo per cápita (lts./hab./día)	0,467	0,520	-10,2%	-0,053

Tabla 1.2. Balance lácteo nacional en 2023 y 2024 (millones de litros de leche equivalente). Elaborado por el OCLA en base a datos de la DNL, SAGyP y el INDEC.

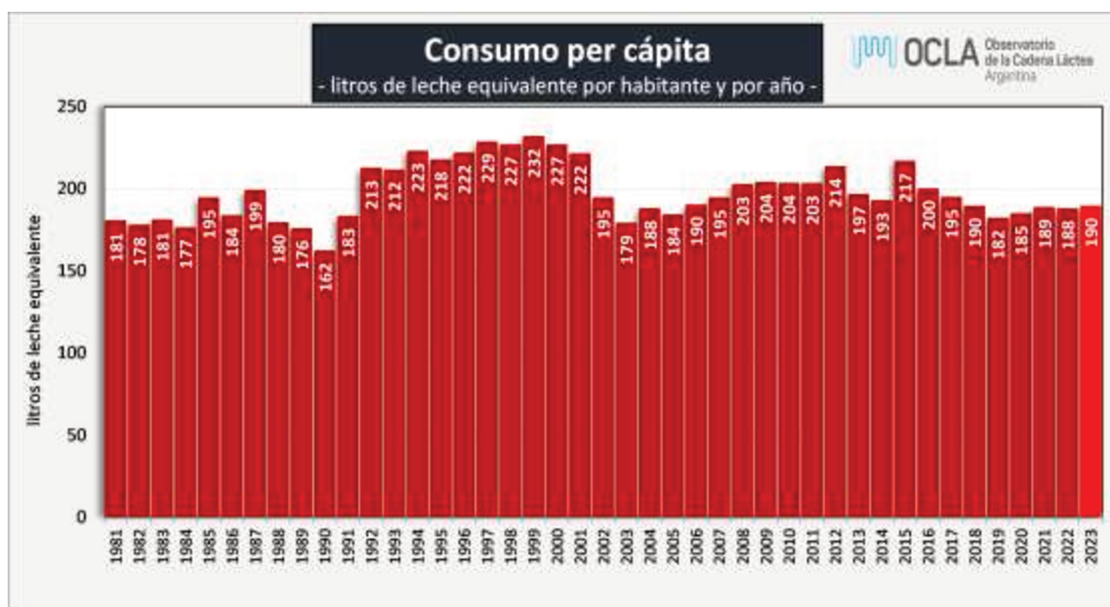


Figura 1.8. Evolución del consumo de leche en Argentina. Elaborado por el OCLA en base a datos de la DNL, SAGyP.

1.4. Producción y consumo de quesos a nivel mundial y en Argentina

El queso es uno de los principales *commodities*, con una demanda creciente en Asia y un mercado estable en el resto del mundo. A nivel mundial se producen aproximadamente 22 millones de toneladas de queso por año, siendo Estados Unidos el mayor productor. En la **Tabla 1.3** se transcribe el ranking publicado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (*United States Department of Agriculture* -USDA-) en diciembre de 2024; se puede observar que Argentina se posiciona dentro de los 10 principales países productores de queso (USDA, 2024).

Con una producción de aprox. 500.000 toneladas por año, nuestro país es el principal consumidor de quesos de América del Sur (INTI, 2023).

En 2024, del total de litros de leche producidos en Argentina, el 50,3% fue destinado a la producción de quesos (**Figura 1.9**), registrándose entre enero y marzo de 2025 una producción de quesos de aprox. 110.000 litros de leche equivalentes, entre quesos de baja, mediana, alta y muy alta humedad y otros tipos de quesos (queso rallado, en polvo, fundidos, etc.), representando un aumento interanual del 6% (enero-marzo 2025 respecto a enero-marzo 2024) (**Tabla 1.4**) (OCLA, 2024).

Producción de Queso						
X 1000 tn	2020	2021	2022	2023	2024	Proyec. 2025
Estados Unidos	6005	6242	6389	6446	6498	6600
Unión Europea	10362	10401	10340	10500	10700	10750
Rusia	1059	1075	1085	1100	1115	1125
Brasil	790	790	745	770	775	790
Canadá	523	522	517	522	530	535
Reino Unido	488	503	515	520	525	530
Argentina	488	530	535	520	455	500
México	446	448	455	465	474	480
Australia	379	393	400	425	435	440
Nueva Zelandia	350	380	375	400	375	400
Bielorrusia	346	355	370	380	380	385
Otros	289	296	267	254	262	259
Total	21525	21935	21993	22302	22524	22794

Tabla 1.3. Ranking de producción de queso a nivel mundial (USDA, 2024).

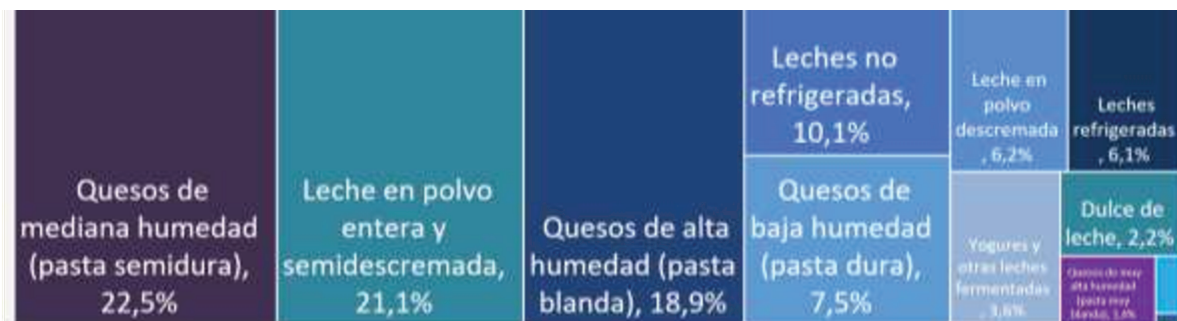


Figura 1.9. Destino de la producción lechera en Argentina en el año 2024 (OCLA, 2024).

ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS en toneladas o miles de litros	ene-mar 24	ene-mar 25	Variación
Leches no refrigeradas	137.496	146.845	6,8%
Leches refrigeradas	87.344	101.076	15,7%
Leche en polvo entera y semidescremada	30.406	30.880	1,6%
Leche en polvo descremada	7.620	11.882	55,9%
Quesos de baja humedad (pasta dura)	9.775	8.881	-9,2%
Quesos de mediana humedad (pasta semidura)	35.940	39.294	9,3%
Quesos de alta humedad (pasta blanda)	40.551	43.227	6,6%
Quesos de muy alta humedad (pasta muy blanda)	9.673	11.591	19,8%
Otros quesos (rallados, en polvo, fundidos, etc.)	7.740	6.807	-12,1%
Crema	13.303	15.238	14,5%
Dulce de leche	21.083	24.060	14,1%
Leches chocolatadas o saborizadas	8.578	7.856	-8,4%
Manteca	6.039	7.005	16,0%
Postres lácteos y flanes	1.639	2.990	82,4%
Yogures y otras leches fermentadas	81.582	101.219	24,1%
TOTALES	498.769	558.850	12,0%
Elaboración de Productos Lácteos en litros de leche equivalentes (estimación OCLA)			9,7%

Tabla 1.4. Elaboración de productos lácteos en los períodos enero-marzo 2024 y enero-marzo 2025. Elaborado por el OCLA en base a datos de la DNL, SAGyP.

En nuestro país el consumo de quesos en el año 2023 fue de 10 kg/hab. Este nivel de consumo nos ubica entre los mayores consumidores por habitante (**Tabla 1.5**) (OCLA, 2023, <https://www.ocla.org.ar/noticias/31685654>).

Países-Bloques seleccionados 2023	Leche	Manteca	Queso
Francia	41,9	8,2	27,7
Alemania	45,8	5,6	23,7
Lituania	36,6	5,7	23,5
Unión Europea	48,3	4,0	20,2
Estados Unidos	56,3	2,9	17,7
Irlanda	98,6	2,4	13,1
Australia	93,0	2,5	13,0
Nueva Zelanda	91,2	3,9	8,5
Bielorusia	79,2	4,9	7,7
Uruguay	62,5	1,6	9,5
Rusia	39,8	2,8	9,8
Argentina	30,6	0,5	10,0
Chile	25,4	1,6	9,3
Brasil	36,1	0,4	5,3
México	21,1	0,4	4,9
Japón	30,3	0,7	2,4
Sudafrica	22,4	0,3	1,3
China	16,8	0,1	0,2
Zimbabwe	2,2	0,0	0,5

Tabla 1.5. Consumo per cápita de los principales productos lácteos por país/región.
Elaborado por el OCLA en base a datos de la IDF (2023).

1.5. Mercado de quesos a nivel mundial y en Argentina

En lo que respecta al comercio mundial de quesos, en 2023 volvió a crecer (+1,3%) pero a un ritmo más rápido que el año anterior (OCLA, 2024, <https://www.ocla.org.ar/noticias/31685654>). En la **Tabla 1.6** se muestran los principales países importadores y exportadores de quesos en el período enero-septiembre 2024; notar que Argentina se posicionó en el octavo lugar como exportador (<https://www.ocla.org.ar/portafolio/8/#cbp=/grafico/11581572>).

Rank.	IMPORTADORES	Toneladas de Quesos	Rank.	EXPORTADORES	Toneladas de Quesos
1	Reino Unido	338.830	1	Unión Europea - 27	1.036.715
2	Japón	195.107	2	Estados Unidos	389.052
3	Arabia Saudí	169.651	3	Nueva Zelanda	269.725
4	Estados Unidos	154.877	4	Reino Unido	150.170
5	México	146.438	5	Australia	120.524
6	Unión Europea - 27	137.050	6	Irán	82.075
7	China	130.850	7	Arabia Saudí	77.402
8	Irak	101.327	8	Argentina	71.296
9	Corea del Sur	90.148	9	Bahrain	52.505
10	Australia	75.797	10	Egipto	47.591

Tabla 1.6. Principales importadores y exportadores de quesos en el período enero-septiembre 2024 (OCLA, 2024).

La exportación de quesos, en sus diferentes pastas, en 2024 correspondió al 32,4% de las exportaciones totales de productos lácteos (382.664 toneladas), lo que indica un total de 124.000 toneladas de quesos exportados (<https://www.ocla.org.ar/noticias/32390364>). Además, sabiendo que la producción total de quesos en Argentina en dicho año fue de 455.000 toneladas (**Tabla 1.3**) se puede afirmar que se exportó el 27%. De este total exportado en 2024, el 58% correspondió a queso Mozzarella, el 25% para quesos de pasta semidura y el 17% a quesos de pasta dura (**Figura 1.10**) (<https://www.ocla.org.ar/noticias/32718687>).

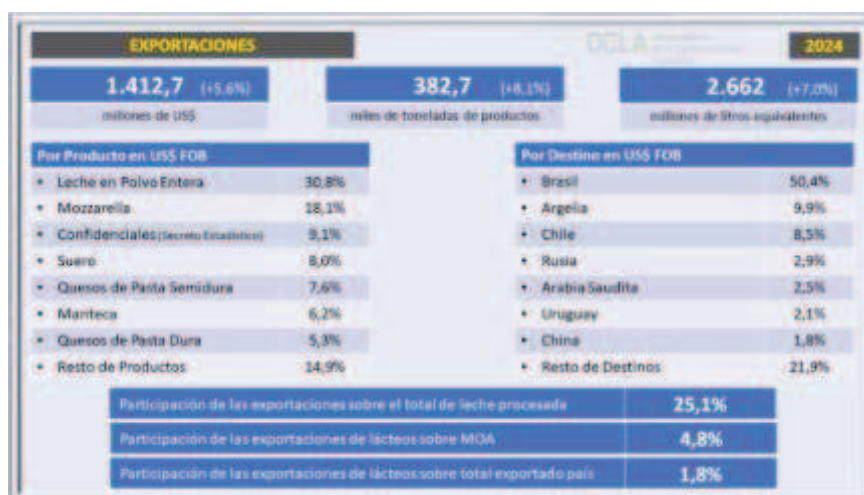


Figura 1.10. Distribución de las exportaciones de productos lácteos en el año 2024 en Argentina (OCLA, 2025).

1.6. Situación de las lecherías caprina y ovina en Argentina

A diferencia de lo que sucede en otras partes del mundo donde la producción de leches de cabra y de oveja son prácticas milenarias y muy arraigadas, como en los países del Mediterráneo y en Asia, en Argentina estas actividades son recientes, y en ocasiones presentan baja rentabilidad por falta de conocimientos e infraestructura adecuada. En muchos casos se asocian a economías regionales; es decir, pequeñas escalas de elaboración artesanal de productos con baja calidad (Rebechi et al., 2022). Los establecimientos de producción de leche son, en su mayoría, sistemas extensivos de majadas mixtas. El ordeño se realiza, en la mayoría de los casos, en corrales de tierra con infraestructura escasa y baja mecanización (RSA-CONICET, 2018-2019).

1.6.1. Lechería caprina

De acuerdo al Sistema de Gestión Sanitaria del SENASA y los datos que recogen las distintas provincias, el *stock* caprino se ha mantenido estable en los últimos años en alrededor de 4,8 millones de cabezas en aproximadamente 75.500 unidades productivas (UP) pertenecientes a 47.000 establecimientos (**Tabla 1.7**) (RSA-CONICET, 2018-2019). Cinco provincias (Santiago del Estero, Neuquén, Mendoza, Chaco, Catamarca) concentran más de la mitad del total de caprinos (56%). En general, los sistemas productivos se encuentran en manos de pequeños productores (Contreras et al., 2022).

Desde el punto de vista económico, la producción de leche de cabra tiene una gran relevancia en los valles y quebradas de las zonas semiáridas y áridas del Noroeste Argentino (NOA). Sumando a esta región Formosa, Chaco, Santiago del Estero y el Noroeste de Córdoba, se configura un territorio donde se localiza el 60% de los animales dedicados a esta actividad, siendo la cuenca del Río Dulce (Santiago del Estero), la más importante del país. Aproximadamente el 30 % de las explotaciones poseen entre 70 y 120 cabras con una producción de 40 L por cabra al año (**Tabla 1.8**) y la transformación a quesos es la prioridad productiva (Martínez y Suarez, 2018).

Distribución de existencias caprinas por categoría – Marzo 2017						
Provincia	CHIVOS	CABRAS	CABRITOS	CAPONES	CABRILLAS/ CHIVITOS	TOTAL CAPRINOS
BUENOS AIRES	9.955	26.219	14.479	1.531	10.286	62.470
CAPITAL FEDERAL	80	112	3	-	-	195
CATAMARCA	24.678	80.855	9.461	1.127	6.448	122.569
CHACO	94.815	331.979	102.245	16.262	40.961	586.262
CHUBUT	47.374	53.811	11.992	5.118	12.183	130.478
CORDOBA	13.893	114.776	54.240	974	5.431	189.314
CORRIENTES	13.413	26.461	7.271	1.602	6.186	54.933
ENTRE RIOS	4.479	17.107	9.287	81	359	31.313
FORMOSA	30.019	159.474	30.335	8.333	18.518	246.679
JUJUY	37.484	46.461	10.262	6.361	15.982	116.550
LA PAMPA	10.206	53.934	16.943	1.278	5.403	87.764
LA RIOJA	24.098	109.421	30.295	146	699	164.659
MENDOZA	62.805	441.666	148.741	24.845	80.503	758.560
MISIONES	780	2.365	478	148	410	4.181
NEUQUEN	82.084	561.081	37.079	15.732	239.843	935.819
RIO NEGRO	30.468	98.638	18.209	5.055	20.200	172.570
SALTA	90.560	168.721	69.726	7.041	12.428	348.476
SAN JUAN	15.377	31.722	4.359	52	1.060	52.570
SAN LUIS	12.031	80.110	14.392	1.911	3089	111.533
SANTA CRUZ	282	183	30	4	62	561
SANTA FE	13.147	60.404	17.490	2.767	8.251	102.059
SANTIAGO DEL ESTERO	60.230	339.446	117.164	10.130	41.952	568.922
TUCUMAN	3.100	9.246	1.362	458	1.291	15.457
TOTAL	681.358	2.814.192	725.843	110.956	531.545	4.863.894

Tabla 1.7. Existencias caprinas por categoría y provincias.

Sistemas productivos	N.º total de caprinos	% de UPF que ordeñan	N.º de caprinos según % que ordeñan	% de caprinos en ordeño	N.º de caprinos en ordeño	Litros por cabra	Días en ordeño	Total de litros de leche/año
Valles y quebradas áridas del NOA	239.805	65	155873	50	77.937	0,5	120	4.676.198
Región Chaqueña y noroeste Córdoba	1.776.676	30	533003	35	186.551	0,5	90	8.394.794
Región Cuyana norte	412.183	3	12365	20	2.473	0,5	70	86.558
Emprendimientos semiintensivos	2.800	100	2800	65	1.820	1,1	200	400.400
Total	2.431.464		703.062		268.781			13.557.950

Tabla 1.8. Estimación de la producción de leche de cabra total y de las unidades productivas familiares (UPF) de las diferentes regiones y de los emprendimientos semiintensivos de Argentina.

Independientemente de la zona, la producción de leche por animal es en promedio de 0,75 L/ día. La producción de leche es estacional entre los meses de diciembre y abril. Las explotaciones lecheras que destinan su producción a la elaboración de quesos artesanales, son mayoritariamente familiares (siguiendo una tradición familiar) y de baja escala productiva (entre 5 y 60 L diarios). Otro perfil de producción de leche caprina que se distribuye más uniformemente a lo largo del país, son las explotaciones intensivas, de 50 a 200 animales en ordeño, que elaboran quesos y derivados. Sin embargo, el número de estas explotaciones ha disminuido notablemente en los últimos 15 años (RSA-CONICET, 2018-2019).

1.6.2. Lechería ovina

Las ovejas fueron uno de los primeros animales que el hombre domesticó, para proveerse de carne, piel, lana y leche (Del Dago et al., 2022).

Según datos reportados en 2021, en nuestro país el ganado ovino se concentra principalmente en Chubut y Santa Cruz, y le siguen en importancia Buenos Aires, Río Negro, Corrientes y Entre Ríos. En la Patagonia se destina principalmente a la producción de lana, mientras que en el resto del país los establecimientos se dedican principalmente a la producción de carne (<https://www.todoagro.com.ar/panorama-del-negocio-ganadero-ovino/>). Existen los esquemas de cuencas, en donde la industrialización se concentra en un establecimiento que procesa la leche proveniente de otros establecimientos, ya que los mismos no pueden invertir en la infraestructura necesaria (Dulce, 2005). Según Mueller (2013), el volumen de leche producido se estimó en 500.000 L para 2012.

En 1962, Argentina realizó la primera importación de ovejas lecheras desde Alemania. Sin embargo, recién en las décadas del '80 y '90 la actividad cobró mayor importancia (Bain, 2007). En 1995 se registraban solo 10 tambos y en 2002 este número había ascendido a 56 establecimientos. Los mismos poseían menos de 150 ovejas, ubicados mayormente en Buenos Aires (50%) y en menor medida en la Patagonia (38%). La raza lechera más utilizada es la Frisona del Este o sus cruzamientos, incluyendo la raza sintética Pampinta. Específicamente, la raza Pampinta es un biotipo que se creó en el INTA Anguil (La Pampa), por el cruzamiento entre la raza Frisona del Este (oveja lechera de gran porte y de elevada prolificidad) con la raza Corriedale, en procura de incorporar rusticidad a la raza importada, y al mismo tiempo conservar sus aptitudes lecheras y de prolificidad (3/4 Frisón y 1/4 Corriedale) (Suárez y Busetti, 2004, <https://www.agrositio.com.ar/noticia/38558-lecheria-ovina-y-productividad-de-la-raza-pampita.html>).

La lechería ovina viene creciendo en nuestro país, y se está enfocando en nuevos desafíos, mercados y estrategias de marketing. Argentina cuenta con características agroecológicas sumamente favorables y con un mercado con demanda creciente (Del Dago et al., 2022).

1.7. Producción de quesos de cabra y oveja a nivel mundial y en Argentina

1.7.1. Quesería caprina

A nivel mundial, se registran discrepancias entre el volumen de leche de cabra producido y el volumen de quesos elaborados, lo que se puede deber a la elaboración de quesos a partir de mezclas de leche (cabra con otras especies), y también a que la leche se destina a otros productos (leche UHT, leches fermentadas) (Medina y Nuñez, 2017).

En 2012 la producción de quesos de cabra en Europa alcanzó 187.551 toneladas. Francia es uno de los principales productores (47,1 %), le siguen Grecia (21,3 %) y España (20,3 %), y finalmente Ucrania (3,3 %) y Portugal (1 %) (Medina y Nuñez, 2017).

La característica textural de la cuajada de leche de cabra difiere de la cuajada de leche de vaca obtenida en las mismas condiciones. Las desventajas tecnológicas de la leche de cabra se deben a su bajo contenido de α 1-caseína y alto contenido de β -caseína, lo que conduce a obtener una cuajada menos firme y menor rendimiento quesero. Esto limita la diversidad de quesos que se producen exclusivamente a partir de leche de cabra (Medina y Nuñez, 2017). A nivel mundial, se identifican varios tipos de quesos de cabra, muchos de ellos con denominación de origen protegido (PDO, *Protected Designation of Origin*).

Entre los quesos de cabra franceses se pueden citar: Chevrotin, Crottin de Chavignol, Pouligny Saint Pierre, Rigotte de Condrieu, Rocamadour, Sainte-Maure de Touraine. En Grecia no hay quesos exclusivamente de leche de cabra PDO, pero en varios de los quesos griegos PDO se puede incluir la leche de cabra en mezcla con la leche de otras especies, como es el caso del queso Feta. En Italia sucede algo similar; no hay quesos elaborados 100% con leche de cabra con denominación PDO. Los quesos PDO Bitto, Bra, Castelmagno, Raschera y Valle d'Aosta Fromadzo, se elaboran con leche de vaca a la que se añade una pequeña proporción de leche de cabra. Hay un único queso portugués PDO de leche de cabra: Cabra Transmontano, y otros quesos PDO: Amarelo da Beira Baixa, Picante da Beira, que se fabrican con mezcla de leches de cabra y de oveja. Varios quesos españoles PDO (Camerano, Ibores, Majorero, Murcia, Murcia al vino, y Palmero) y

otras variedades no PDO se fabrican exclusivamente con leche de cabra. Otras variedades de quesos PDO muy tradicionales madurados con hongos: Cabrales, Gamonedo y Picón-Bejes-Tresviso, pueden incluir leche de cabra (Medina y Nuñez, 2017).

Ubicándonos en Argentina, en la población del NOA existe el hábito ancestral de consumir queso de cabra, por lo que hay una demanda constante de este producto, a diferencia de lo que ocurre en el resto del país (Martínez y Suarez, 2018). En la mayoría de los casos la elaboración de quesos está a cargo de los mismos dueños de las majadas. Los quesos de cabra son elaborados artesanalmente con tecnología tradicional (RSA -CONICET, 2018-2019).

La mayoría de las plantas elaboradoras de queso de cabra se localizan en el NOA (AACREA, 2005). Las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán y Santiago del Estero son las que presentan mayor producción de quesos caprinos. La Rioja, Catamarca y Córdoba cuentan con una producción más reducida. Otras provincias, como es el caso de Buenos Aires, tienen pequeñas zonas productoras como la cuenca Mar y Sierras. Se han detectado aproximadamente 620 establecimientos elaboradores entre Salta y Jujuy, 129 en Tucumán, 984 en Santiago del Estero y 25 en La Rioja (RSA -CONICET, 2018-2019).

Existen familias elaboradoras de queso caprino que disponen de cierta intensificación en el manejo de los animales. La mayoría de los sistemas de producción responden a la estructura producción de leche (ordeño manual a corral) y elaboración del queso, todo en el mismo predio familiar. Si bien no hay cifras oficiales del número de unidades familiares que comprenden este grupo productivo, se estima que superan las 3.000 familias (RSA -CONICET, 2018-2019).

Los establecimientos dedicados a la producción y ordeño de cabras destinados a la elaboración de quesos artesanales son, en términos generales, de pequeño tamaño. Las posibilidades que tienen estos establecimientos de alcanzar escala comercial depende de las posibilidades de acceso a medios de comunicación, rutas y tecnología (RSA -CONICET, 2018-2019).

Se identifican varios establecimientos/industrias que procesan leche de cabra. *La Primera* es una empresa líder argentina, fundada en 1997, que elabora leche UHT,

leche en polvo y dulce de leche de leche de cabra. *Cabaña Piedras Blancas* (Suipacha, Buenos Aires) es una empresa que desde 1992 se dedica a la producción de leche de cabra y a la elaboración de quesos artesanales de leche de cabra, vaca y oveja. Entre los quesos de cabra que produce se pueden citar: Crottin, Brie, Lusignan, Chevrotin, Untable y Feta. *Cabras de Cafayate* (Cafayate, Salta) es un emprendimiento que elabora quesos artesanales ahumados y saborizados (con albahaca, orégano, provenzal). *Quesos Wapi* posee instalaciones en San Juan, Buenos Aires (Lincoln) y Córdoba (Villa María), procesa 12 millones de litros de leche y elabora más de 1.000 toneladas de quesos por año, entre quesos de cabra y de vaca. Los quesos de cabra son elaborados en la planta localizada en San Juan, donde produce quesos tipo Chevrotin, Feta y Provoleta. En particular, el queso Feta producido por este establecimiento no es madurado en salmuera, sino que se consume fresco ya que por el alto contenido de sal no tendría buena aceptación por el consumidor argentino, según lo declara la empresa (comunicación personal). *7 cabritos* (Coronel Charlone, Buenos Aires) es un emprendimiento que comenzó en 2006 y elabora quesos y dulce de leche, ambos con 100% leche de cabra. Produce queso azul, Provoleta, Cremoso, Feta, Gouda, Sbrinz, Sardo, y untable. *La huerta tambo* (Humahuaca, Jujuy) elabora quesos exclusivamente con leche de cabra, entre los que se pueden citar: Criollo (clásico y saborizado con orégano, ají, albahaca y pimienta), Semiduro, Sardo, Provoleta, Fundido untable (clásico y saborizado con ají y pimienta), Cremoso, y también produce Ricotta, dulce de leche y leche en polvo. *Lácteos las tres SRL* (Tío Pujio, Córdoba) produce quesos a partir de leche bovina y caprina; elabora varios tipos de quesos blandos, duros, semiduros, hilados y especiales (Azul, Brie, Camembert, Chevrotin y Feta), que se comercializan con la marca *Las tres estrellas*. *Juan Grande* (San Justo, Buenos) elabora queso Feta, entre otros tipos de queso.

1.7.2. Quesería ovina

Europa ocupa un lugar preponderante en la producción de quesos de oveja, dado por la tradición y el posicionamiento que han logrado en el mercado mundial, y varios productos tienen denominación PDO. En España, Francia, Grecia, Italia y

Portugal la quesería ovina es una actividad que está muy desarrollada (Del Dago et al., 2022).

Al igual que lo que sucede con la leche de cabra, hay discrepancias a nivel mundial entre el volumen de leche de oveja que se produce y el volumen de quesos elaborados, lo que se atribuye a la elaboración de quesos con mezclas de leche (oveja con otras especies). Además, la producción estacional de leche de oveja impacta en los niveles de producción de quesos (Medina y Nuñez, 2017).

Entre los quesos más famosos y populares de leche de oveja se destacan Roquefort (queso madurado con mohos de origen francés), Manchego (queso duro originario de España), Pecorino Romano, Pecorino Sardo, Fiore Sardo (quesos duros italianos), Kashkaval (queso duro pasta hilada de Bulgaria) (McSweeney et al., 2017; Medina y Nuñez, 2017). En Grecia se producen varios quesos elaborados exclusivamente a partir de leche de oveja: Formaella Arachovas Parnasou, Graviera Kritis, Kalathaki Limnou, y Kasseri, y también a partir de mezcla de leches de oveja y cabra: Anevato, Batzos, Galotyri, Kefalograviera, Kopanisti, Manouri, Sfela, y Xynomyzithra Kritis, y con mezcla de leches de oveja y de vaca: Metsovone y Graviera Agrafon (Medina y Nuñez, 2017). En particular el queso Feta es elaborado con leche de oveja o con una mezcla de leches de oveja y cabra (siempre con más del 70 % de leche de oveja) y es el producto de exportación más importante del sector primario griego (Pulina et al., 2018).

En Argentina, a pesar de que existen características agroecológicas sumamente favorables, la escasa articulación en la cadena de valor impide el crecimiento de los sistemas productivos lecheros ovinos, cuyo principal destino es la elaboración de quesos (Busetti y Suárez, 2010). Entre 1997 y 2002, la producción de quesos de oveja creció de 39 a 73 toneladas (Dulce, 2005). En el Valle Inferior del Río Chubut se encuentra una de las principales cuencas lecheras ovinas del país, dedicada principalmente a la elaboración artesanal de quesos de pasta blanda con 15 días de maduración, semidura con 1-2 meses de maduración y dura con 6-9 meses de maduración. El queso de pasta blanda es un queso joven, con masa color blanca, y con un sabor característico a leche de oveja debido a su escaso período de maduración. El queso de pasta semidura tiene una masa cerrada de color blanco

marfil. El queso de pasta dura presenta una masa cerrada y con un sabor más intenso (Bain, 2007). Según Mueller (2013), en 2012 existían 31 rebaños comerciales de producción de leche (con 80 ovejas en ordeño) y 200 rebaños familiares (con 20 ovejas en ordeño), lo que resultó en un total de 6.480 ovejas en ordeño, con una producción promedio de 80-90 L/oveja/lactancia. A partir de estas cifras se pudo estimar una producción anual de aproximadamente 550.000 litros de leche que se transformaron en aproximadamente 82.000 kg de quesos semiduros.

Se identifican, actualmente, varios establecimientos/industrias que procesan leche de oveja. *Cabaña Piedras Blancas* elabora quesos de oveja de pasta dura (Pecorino) y semidura (Pyrénées). *Familia Green* (Pehuajo, Buenos Aires) se inició en 2014 como productores de la raza Pampinta, contando actualmente con 450 ovejas en ordeño. Elaboran quesos duros, semiduros y el primer Queso Azul 100% de leche de oveja argentino. *Alba Lana* (Magdalena, Buenos Aires) es un tambo fábrica de quesos de oveja, que produce quesos de pasta dura (Pecorino semicurado, reserva y medalla, según el tiempo de maduración) y blanda (Caciotta). *Santa Águeda* (Las Flores, Buenos Aires) es una pequeña quesería especializada en leche de oveja creada en 1992. Cuenta con rebaño propio, registrando 80 ovejas en ordeño en 2023. Entre los quesos que producen se pueden citar: semiduro de oveja y Azul con mezcla de leches de oveja y vaca. *La Escuela Agrotécnica Misión Salesiana (EAS)* (Río Grande, Tierra del Fuego) produce quesos de oveja a partir de la leche del tambo propio. Elaboran quesos clásicos y saborizados con orégano, pimientos, ají molido y ahumados, con Sello de Calidad Certificada Tierra del Fuego-Fin del Mundo, desde 2012.

1.8. Queso: definición, origen y clasificación

Queso es el nombre genérico de un grupo de productos alimenticios obtenidos de la fermentación de la leche procedente de diferentes especies, y que se producen con una amplia gama de sabores y presentaciones. Si bien el objetivo de la elaboración del queso es conservar los principales componentes de la leche, este ha evolucionado hasta convertirse en un alimento de la alta cocina con cualidades gourmet (Fox y McSweeney, 2017). Es un alimento nutritivo, posee proteínas de

alto valor biológico, es fuente de calcio y fósforo, y vitaminas A, B y D (Reinheimer, 2021).

El queso es uno de los alimentos más antiguos que se conoce. Su origen se remonta a unos 8.000 años antes de Cristo durante la llamada “Revolución Agrícola”, cuando el hombre aprendió a domesticar ciertos animales y plantas en la zona del “Creciente Fértil” (zona geográfica que abarca las regiones del Levante Mediterráneo y Mesopotamia, delimitada por los ríos Tigris y Éufrates, en Cercano Oriente) (Fox y McSweeney, 2017).

La gran cantidad de variedades de quesos existentes, como así también su amplia diversidad de empleos posibles, lo han transformado en uno de los alimentos más versátiles y de mayor difusión a escala global, tal como lo demuestra el sostenido aumento en su ingesta (<https://www.fortunebusinessinsights.com/cheese-market-104293>).

La elaboración del queso consiste, básicamente, en concentrar selectivamente los principales componentes de la leche (caseínas y materia grasa) con el objeto de provocar una reducción en la actividad acuosa (a_w), que permita prolongar su conservación manteniendo sus cualidades nutricionales (Reinheimer, 2021).

El Código Alimentario Argentino (CAA), en el Artículo 605 del Capítulo VIII de Alimentos Lácteos establece la siguiente definición: “Se entiende por Queso el producto fresco o madurado que se obtiene por separación parcial del suero de la leche o leche reconstituida (entera, parcial o totalmente descremada), o de sueros lácteos, coagulados por la acción física, del cuajo, de enzimas específicas, de bacterias específicas, de ácidos orgánicos, solos o combinados, todos de calidad apta para uso alimentario; con o sin el agregado de sustancias alimenticias y/o especias y/o condimentos, aditivos específicamente indicados, sustancias aromatizantes y materiales colorantes”.

Actualmente, en el mundo existe una enorme variedad de quesos cuyas diferencias radican, principalmente, en la naturaleza de la leche y la tecnología de elaboración empleada (Reinheimer, 2021). De esta manera, los quesos pueden clasificarse según diferentes factores. El criterio más común es según la textura: extra duro, duro, semiduro, blando, muy blando, relacionado principalmente con el

contenido de humedad del queso (Fox y McSweeney, 2017). Otra clasificación es según el origen de la leche: vaca, cabra, oveja, búfala, etc. Otras formas de clasificación tienen en cuenta la relación humedad/proteína, el método de coagulación (ácida o enzimática), la temperatura de cocción (pasta cruda o cocida) y el tipo de fermento utilizado (Fox y McSweeney, 2017).

El Artículo 605 del Capítulo VIII del CAA establece los siguientes parámetros para su clasificación:

Según el contenido de materia grasa del extracto seco:

- Extra graso o doble crema (>60%)
- Grasos (45-59,9%)
- Semigrasos (25-44,9%)
- Magros (10-24,9%)
- Descremados (<10%)

Según el contenido de humedad:

- Quesos de baja humedad o pasta dura (<35,9%)
- Quesos de mediana humedad o pasta semidura (36-45,9%)
- Quesos de alta humedad o pasta blanda (46-54,9%)
- Quesos de muy alta humedad o pasta muy blanda (>55%)

McSweeney et al. (2017), clasifica a los quesos según el método de coagulación:

- Quesos coagulados por cuajo: Representan aprox. el 75% del total de la producción de quesos, y casi todos son quesos madurados.
- Quesos coagulados por ácidos: por ejemplo, Cottage, Quarg, Queso Blanco, Queso Crema. Son consumidos generalmente frescos.
- Quesos coagulados por acción de calor y ácidos: por ejemplo, Ricotta, Manouri, Sapsago, Ziger, Schottenziger. Un número limitado de variedades se obtienen de esta manera.

A su vez, los quesos de coagulación por cuajo fueron subdivididos en varios tipos según el agente de maduración característico o la tecnología de elaboración: quesos madurados con mohos en superficie (Brie, Camembert) y con mohos internos (Roquefort, Gorgonzola), quesos madurados con microorganismos

superficiales (Havarti, Limburger), y quesos madurados internamente con bacterias (*Internal bacterially ripened*). Dentro de este último grupo se encuentran las variedades de quesos extra duros, duros, semiduros, blandos, de pasta hilada, con ojos y los quesos blancos madurados en salmuera (*White-brined cheeses*), tales como Feta y Domiati (McSweeney et al., 2017).

Específicamente, los quesos blancos madurados en salmuera tienen su origen en el mediterráneo oriental y en la región de la península Balcánica que abarca Albania, Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Eslovenia, Grecia, Macedonia del Norte, Montenegro, Rumania, Serbia y la región turca de Tracia Oriental (parte de Turquía que se encuentra en el sureste de Europa) (McSweeney et al., 2017).

Los quesos madurados en salmuera se definen como aquellos que se conservan en salmuera después de cortar la cuajada en piezas cúbicas o rebanadas luego de su fabricación, y se mantienen hasta su consumo. Presentan un sabor salado y ácido. La salmuera conserva el queso y contribuye al desarrollo del sabor, a la vez que reduce el contenido de humedad de la cuajada. El queso en salmuera está protegido contra el deterioro y conserva sus propiedades y características (Tekin y Hayaloğlu, 2023).

2. Objetivos del Trabajo Integrador

General: Realizar una investigación exhaustiva acerca de los conocimientos existentes sobre el queso Feta, su origen, datos de producción y consumo, aspectos tecnológicos y de calidad.

Específicos:

- Definir el queso Feta desde el punto de vista de la legislación y desde el punto de vista científico-académico.
- Profundizar en las tecnologías utilizadas en las elaboraciones artesanales e industriales.
- Definir los parámetros fisicoquímicos, sensoriales y de calidad que debe reunir el producto.
- Investigar sobre las nuevas estrategias que se están estudiando relacionadas a otorgar nuevos atributos al producto y aumentar su valor agregado.

3. Queso Feta. Definición, características y producción

El Feta es un queso blanco (blanco porcelana, blanco mármol o blanco nieve), semiblando en salmuera, con un sabor ligeramente rancio, ácido y salado, y una textura firme y suave (Litopoulou-Tzanetaki y Tzanetakis, 2011; Hayaloğlu, 2017; El Soda y Awad, 2022). No debe presentar ojos u orificios, pero es deseable que tenga pequeñas aberturas mecánicas irregulares. Se elabora con leche de oveja o con mezclas de leche de oveja con hasta un máximo del 30 % de leche de cabra (Litopoulou-Tzanetaki y Tzanetakis, 2011). Tradicionalmente, se elaboraba con leche en la que se aplicaba un tratamiento térmico moderado y sin la adición de fermentos o adicionando un yogur como fermento. Actualmente la leche se pasteuriza (72°C/15seg) y se usa fermento láctico comercial (Kondyli et al., 2012; Katsouri et al., 2020).

El conocimiento sobre los quesos en salmuera fue escaso hasta hace poco. En la mayoría de los casos, las variedades de queso en salmuera se siguen produciendo a pequeña escala y se consumen localmente, lo que podría explicar la poca información sobre ellos. Solo el queso Feta ha alcanzado una verdadera popularidad fuera de su tierra de origen. El grado de mecanización empleado en su fabricación, en particular el uso de ultrafiltración (UF), es una de las razones de su explotación mundial (El Soda y Awad, 2022).

Grecia es un pequeño país con tradición en la producción de quesos. En 2017, se produjeron 139.488 toneladas de queso de oveja, 40.795 toneladas de queso de cabra y 25.336 toneladas de queso de vaca (Pappa y Kondily, 2023). Varios de los quesos de oveja y de cabra tienen denominación PDO (Pappa et al., 2023). Alrededor del 80 % de la producción de leche de oveja y de cabra en Grecia es utilizada para la producción de queso Feta (El Soda y Awad, 2022). Como se mencionó anteriormente, Feta es el queso griego más destacado por su producción y consumo (Georgalaki et al., 2025). En 2021 se produjeron 121.000 toneladas de Queso Feta PDO, ocupando el primer lugar entre los quesos griegos (Pappa y Kondyli, 2023). Se estima que el consumo diario en Grecia de queso Feta oscila entre 20 y 100 g (Katsouri et al., 2020).

Se otorgó la designación PDO al queso Feta en 2002, incorporándose en el reglamento europeo (Comisión Europea Reglamento N°1829/2002), y aplica al producto que se produce en Grecia continental y en la isla de Lesbos (Katsouri et al., 2020). Cuando el queso no cumple los requisitos del reglamento se lo denomina queso Tipo Feta.

A nivel mundial hay muchos quesos con certificación de origen protegido (PDO). Es una certificación o un reconocimiento oficial que vincula el producto agroalimentario a una región geográfica específica, garantizando que la producción se ha realizado según prácticas tradicionales y bajo ciertos estándares de calidad. Este concepto surgió como una idea de proteger y preservar la diversidad tradicional de los alimentos. Se introdujo para reconocer el patrimonio de productos alimenticios producidos en regiones específicas cuya calidad y características son esencialmente o exclusivamente debido al medio ambiente geográfico particular (con sus factores humanos y naturales inherentes), y cuya producción, procesamiento y preparación se realiza en una región definida. La calidad de los quesos PDO se basa en especies y rebaños específicos, alimentación y tecnologías ancestrales desarrolladas y mantenidas de forma compartida por las comunidades humanas dentro del área de la denominación PDO. Todos estos factores favorecen la selección de microorganismos específicos que han evolucionado a lo largo del tiempo y que desempeñan un papel fundamental en las propiedades sensoriales, de seguridad y de conservación de los productos (Alegría et al., 2012). Según la regulación europea los alimentos con denominación PDO deben cumplir ciertas especificaciones relacionadas con el nombre, el origen y las características de la materia prima, la descripción del método de producción, la definición de la región geográfica de origen y producción, los detalles de las estructuras de control y detalles específicos del etiquetado (Katsouri et al., 2020). Los quesos PDO están protegidos por la Unión Europea bajo varios acuerdos internacionales. Este reconocimiento puede ayudar a los productores a comercializar mejor sus productos y fomentar la confianza de los consumidores en productos de calidad (Pappa y Kondily, 2023).

El queso Tipo Feta que se produce con leche de vaca conduce a un queso con color más amarillento respecto al producto típico (Gostin y Bogueva, 2021). Se usa leche de vaca por la baja disponibilidad de leche de pequeños rumiantes para atender la alta demanda de producción de estos quesos madurados en salmuera (Hayaloğlu, 2017). Dinamarca y Alemania son los principales países productores de queso Tipo Feta a partir de leche de vaca. Grecia es el principal productor de Feta producido a partir de leche de oveja y de cabra, seguido por Francia y Hungría (El Soda y Awad, 2022).

Para dimensionar su importancia en el mercado se pueden destacar los siguientes aspectos (El Soda y Awad, 2022):

- El queso Feta y los quesos Tipo Feta son los quesos madurados en salmuera más importantes, más exportados y vendidos en el mundo. Alrededor de 125.000 toneladas de queso Tipo Feta de leche de vaca es exportado principalmente a los países de Medio Oriente.
- El Feta es el principal tipo de queso elaborado por Ultrafiltración (UF). Alrededor del 55% de la leche UF es convertida en queso Feta.

El queso Feta se comercializa en recipientes metálicos o barriles de madera y también en el mostrador en comercios minoristas. Recientemente, los productos preenvasados que se venden en los supermercados son una tendencia tanto en el mercado griego como internacional. El hecho de que el consumidor tenga acceso inmediato a la etiqueta del producto, ha despertado el interés tanto de la industria láctea como de los consumidores por los aspectos nutricionales del mismo, como así también por las posibles declaraciones nutricionales que podrían incluirse. Las características y composición del queso Feta dependen de muchos factores, como la composición de la leche, la ecología microbiana del producto, el contenido de sal, las condiciones de maduración (tiempo, material del empaque), entre otros. Por ejemplo, el método de salazón, que puede variar entre productores, puede afectar significativamente tanto el contenido de sal como de grasa del producto final (**Tabla 3.1**). Además, las condiciones de maduración afectan la composición final del queso y determinan el tipo y el grado de lipólisis y proteólisis, y aspectos

sensoriales (Kondyli et al., 2012; Katsouri et al., 2020). La **Tabla 3.1** muestra rangos de valores de composición a distintos tiempos de maduración de quesos Feta y Tipo Feta elaborados por distintos productores (Hayaloğlu, 2025). Notar que al inicio de la maduración (3 días) los valores de pH registrados son variables (lo que se manifiesta en el rango amplio, respecto a los rangos observados para los otros tiempos de muestreo) y luego a medida que la maduración avanza el pH se mantiene relativamente estable. Para el período de maduración mínimo necesario (60 días) se obtuvieron los siguientes rangos de valores: pH: 4,45-4,54, humedad (%): 54,8-56,5, grasa (base seca, %): 44,1-52,9, proteína (%): 16,2, y relación sal/humedad (%): 2,2-6,0.

Días de maduración	pH	Humedad (%)	FDM (%)	Proteína (%)	S/M
3	4,81-5,16	55,0-56,3	45,7-52,1	18,3	3,96
15	4,50-4,66	57,0-60,9	23,0-51,2	14,0-17,7	2,83-4,99
60	4,45-4,54	54,8-56,5	44,1-52,9	16,2	2,19-6,0
120	4,31-4,50	54,5-56,4	23,9-50,1	15,9-18,2	2,84-5,18

FDM (*Fat dry matter*), contenido de grasa en base seca. S/M, relación sal/humedad.

Tabla 3.1. Composición fisicoquímica de quesos Feta y Tipo Feta a distintos tiempos de maduración.

3.1. Producción de Queso Feta en Argentina

La Legislación alimentaria argentina (CAA), no define el queso Feta específicamente. Tampoco se reportan datos del nivel de producción en Argentina. La poca producción que hay en nuestro país de queso Tipo Feta se elabora a base de leche de cabra principalmente y, en ciertas ocasiones, también de vaca, según lo mencionado anteriormente a partir de los datos divulgados por las empresas/establecimientos productores (ítem 1.7). El queso Tipo Feta que se produce en nuestro país se vende sin salmuera y se puede enmarcar según su porcentaje de humedad como queso semiduro (mediana humedad), mientras que a nivel mundial el queso Feta es un queso con humedad mayor al 50 % (**Tabla 3.1**). En la **Figura 3.1** se presenta, a modo de ejemplo, el queso Tipo Feta de la firma Juan Grande.



Figura 3.1. Ejemplo de Queso Tipo Feta producido en Argentina a partir de leche de vaca.

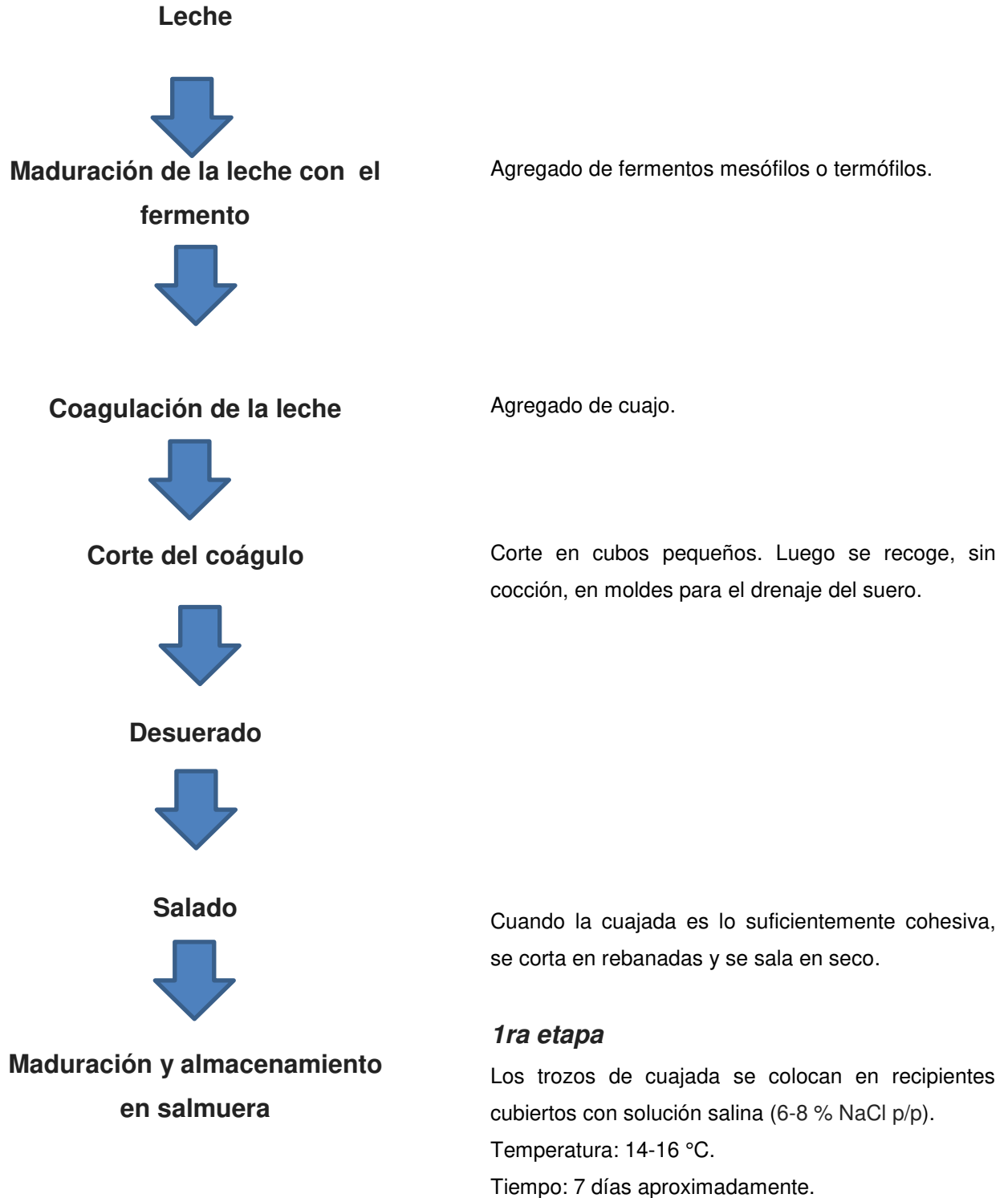
4. Tecnología de elaboración

Como ya se mencionó, el Queso Feta (tradicional) es originario de Grecia y en sus orígenes era elaborado de manera artesanal. Actualmente, debido a la gran popularidad mundial que ha alcanzado se utiliza para su elaboración también leche de vaca o mezclas de leches, y se produce en plantas automatizadas (Erdem, 2005).

La tecnología del queso Feta ha experimentado un gran desarrollo e innovación, debido a su creciente demanda. Se pueden mencionar los siguientes métodos de elaboración: tradicional (artesanal), tradicional estandarizado (industrializado a baja escala) o mecanizado (industrializado a gran escala) (El Soda y Awad, 2022).

Independientemente de la tecnología utilizada, las principales etapas del proceso de elaboración del queso Feta son las mismas que las de otros quesos de coagulación enzimática, con la diferencia de la maduración en salmuera. La tecnología se puede resumir de la siguiente manera (McSweeney et al., 2017):

Proceso general de elaboración del queso Feta



pH final: 4,5.

2da etapa

Continúa en los recipientes con salmuera.

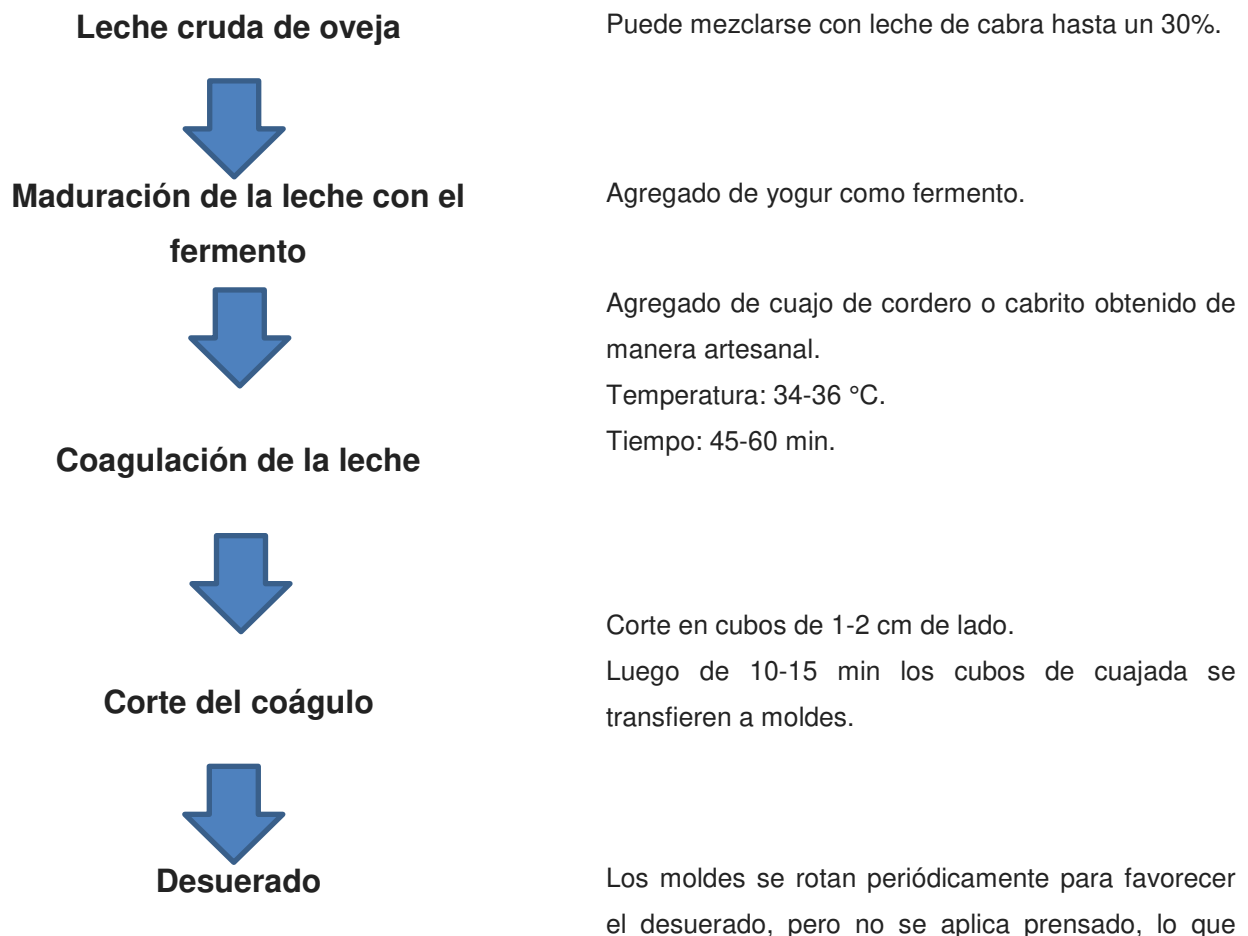
Temperatura: 3 - 4 °C.

Tiempo: mínimo total 60 días.

4.1. Método tradicional (artesanal) para la elaboración de Queso Feta

Tradicionalmente el queso Feta era elaborado por los pastores utilizando elementos básicos e instalaciones primitivas. Bajo estas condiciones se generaban muchos problemas principalmente de calidad y preservación del queso (Anifantakis, 1996).

Proceso tradicional (artesanal) de elaboración del queso Feta





permite la presencia de pequeñas aberturas en la masa que es una característica de la estructura de este queso.

Temperatura: 16-18 °C.

Tiempo: 18-24 h, con volteos periódicos para permitir el drenaje del suero.

Salado



Se corta en porciones/rebanadas (fetas), se sala en seco, y se coloca en los moldes. Este proceso se repite cada 12 horas; en total 4 veces.

Se adiciona 5-7 kg de sal por cada 100 kg de queso.

Se mantiene desuerando durante 1-2 semanas, rotando y salando cada 1-2 días. Se forma una película viscosa.

1ra etapa

En contenedores de 15-18 kg o barriles de 40-50 kg.

Se lavan las fetas y se colocan separadas por papel de horno. Se completa con salmuera (6-8 % NaCl p/p) y se cierra.

Temperatura: 14-16 °C.

Tiempo: 10-15 días.

Humedad final: ≤56%. pH 4,4-4,6.

Maduración y almacenamiento en salmuera

2da etapa

Continúa en los barriles.

Temperatura: 2-4 °C.

Tiempo: mínimo 60 días.

Preparación del cuajo tradicional:

La coagulación de la leche se logra usando cuajo de producción propia obtenido a partir del abomaso de corderos y cabritos antes del destete. La principal razón para realizar esta práctica es que las pequeñas empresas familiares que se ubican en sitios inaccesibles (usualmente regiones montañosas y semimontañosas) no pueden preservar fácilmente el cuajo comercial. Además, este cuajo de elaboración

propia (conocido como cuajo tradicional) se considera que contribuye al desarrollo del aroma agradable y sabor picante, muy popular y apreciado por la mayoría de los consumidores griegos (Anifantakis, 1996).

Existen muchos métodos de elaboración de cuajo tradicional, la práctica más común es usar todo el abomaso (tejidos y leche coagulada) (**Figura 4.1**) (Anifantakis, 1996). El abomaso crudo se ata de ambos extremos, se sala y luego se cuelga en un lugar fresco, seco y a la sombra. Luego del secado, se conserva en cajas, se sala nuevamente y permanece allí hasta ser utilizado para la preparación del cuajo. En total, para obtener 1 kg de abomaso seco se necesitan aproximadamente 10 corderos o 13 cabritos (Anifantakis, 1996).



Figura 4.1. Abomaso de cordero para la producción de cuajo tradicional.

Para la producción del cuajo tradicional, el abomaso seco se corta en piezas pequeñas y se coloca en salmuera (10%) en una proporción 1:7 (abomaso/salmuera) y se conserva a temperatura ambiente durante 24-36 h. Luego se remueve el tejido y el extracto se centrifuga o se filtra con una tela de baja porosidad. El líquido obtenido es el cuajo tradicional (Anifantakis, 1996).

4.2. Método industrializado a baja escala para la elaboración de Queso Feta

A continuación, se presenta un esquema del proceso de elaboración industrial a baja escala (Anifantakis, 1996; Hayaloğlu, 2017; El Soda y Awad, 2022; Kalit et al., 2024).

Proceso industrializado a baja escala para la elaboración de queso Feta

Acondicionamiento de la leche



A menudo se utiliza leche de vaca debido a la alta demanda de queso.

Acidez < 23 ° Dornic

pH > 6,55

Estandarización: relación caseína/grasa=0,8/0,9.

Pasteurización: 68 °C/10 min o 72 °C/15 seg.

Enfriamiento rápido hasta 32-34 °C.

Maduración de la leche con el fermento



Se añade el fermento, microorganismos mesófilos, termófilos (*S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) o su combinación.

Se añade CaCl₂ (10-20g/100 kg de leche).

Temperatura: 32-34 °C.

Tiempo: 15-30 min.

Coagulación de la leche



Agregado de coagulantes comerciales (quimosina y pepsina).

Se adicionan enzimas lipolíticas exógenas (lipasa).

Temperatura: 34-36 °C.

Tiempo: 45-60 min.

Corte del coágulo



Desuerado

Corte en cubos de 1-2 cm de lado.

Luego de 10-15 min del corte, se transfieren los cubos de cuajada a los moldes.

Los moldes se rotan periódicamente para favorecer el desuerado; no se aplica prensado.

Llenado gradual de los moldes para favorecer el



drenaje del suero y la formación de grietas características en la masa.

Temperatura: 16-18 °C.

Tiempo: 18-24 h.

Salado



Se corta en rebanadas y se salan en seco. Este proceso se repite cada 12 horas, en total 4 veces.

Se emplea 5-7 kg de sal por cada 100 kg de queso. Concentración final de sal en el queso 3% aprox. Se mantienen desuerando durante 1-2 semanas, rotando y salando cada 1-2 días. Se forma una película viscosa (crecimiento de bacterias y levaduras que contribuyen a la maduración y desarrollo de propiedades organolépticas).

Maduración y almacenamiento en salmuera

1ra etapa

En contenedores de 15-18 kg o barriles de 40-50 kg. Se lavan las rebanadas de cuajada y se colocan separadas por papel de horno. Se completa con salmuera al 6-8% y se cierra.

Temperatura: 14-16 °C.

Tiempo: 10-15 días.

Humedad final: ≤56%.

pH final: 4,4-4,6.

2da etapa

Continúa en los barriles/contenedores.

Temperatura: 2-4 °C.

Tiempo: mínimo total 60 días.

Si se utiliza leche de vaca la calidad del queso obtenido es diferente, en lo que concierne a la apariencia y propiedades organolépticas. La leche de vaca posee β -caroteno, que otorga color amarillo a los quesos. Como es deseable mantener el

color blanco tradicional del queso Feta, se agregan aditivos como la clorofila y el óxido de titanio para corregir el color.

Los fermentos utilizados pueden ser mesófilos, termófilos o la combinación de ambos (Tamime y Kirkegaard, 1996; Kalit et al., 2024). Se suele utilizar como fermento los microorganismos del yogur (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) en combinación con lactococos (mesófilos) para mejorar el desarrollo de sabor en el producto (Tamime y Kirkegaard, 1996).

En la **Tabla 4.1** se muestran diferentes cepas de bacterias ácido lácticas utilizadas para la elaboración de Queso Feta (Tamime y Kirkegaard, 1996; El Soda y Awad, 2022):

Género/Especie de bacterias lácticas	
Lactococos	<i>Lact. lactis</i> subsp. <i>lactis</i>
	<i>Lact. lactis</i> biovar <i>diacetylactis</i>
	<i>Lact. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>
Leuconostoc	<i>Leuc. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>
	<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>
	<i>Lb. plantarum</i>
	<i>Lb. casei</i> subsp. <i>casei</i>
	<i>Lb. helveticus</i>
	<i>Lb. acidophilus</i>
Streptococos	<i>Str. salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>
Enterococos	<i>Ent. durans</i>

Tabla 4.1. Listado de fermentos utilizados para la elaboración de Queso Feta.
(Tamime y Kirkegaard, 1996; El Soda y Awad, 2022).

Como se mencionó, la cuajada se coloca en moldes de metal o plástico (**Figura 4.2**), con pequeños orificios (0,2 cm diámetro) para facilitar el drenado del suero.

Los moldes están siempre acompañados de tapas para facilitar el volteo de los quesos. Tradicionalmente el queso se madura en barriles de madera o en latas (**Figura 4.3**), para ello los moldes tienen una sección transversal circular (**Figura 4.2**), una altura de 20-30 cm y un diámetro acorde al tamaño del barril utilizado para la maduración (Anifantakis, 1996).



Figura 4.2. Moldes metálicos y plásticos empleados en la elaboración de queso Feta.



Figura 4.3. Barriles de madera y latas para la maduración y almacenamiento de quesos Feta en salmuera.

Durante la maduración se desarrollan las características sensoriales (aroma, sabor y textura) particulares del queso (Hayaloğlu, 2017). La temperatura de esta etapa es muy importante, por lo que se recomienda que se controle, ya que influye en la velocidad de las reacciones bioquímicas que acontecen en el proceso de maduración (Anifantakis, 1996). También es muy importante que se alcance un pH en el queso de 4,4-4,6, ya que si es menor el queso adquiere un sabor ácido, pierde humedad y se rompe durante el corte, mientras que si es mayor no se puede almacenar por mucho tiempo (Anifantakis, 1996).

La segunda etapa de maduración es muy importante, ya que determina el desarrollo de los atributos de calidad (características sensoriales y texturales). La sal en la salmuera tiene múltiples funciones en la elaboración del queso, por ejemplo, control de las actividades microbianas y enzimáticas, ajuste del contenido

de humedad del queso a través de la difusión del agua en sentido contrario a la difusión de la sal, y mejora del sabor y textura a través de cambios bioquímicos y físicos. Durante el salado, las moléculas de sal se mueven desde la solución de salmuera al queso como resultado de una diferencia de presión osmótica entre el queso y la salmuera. El agua del queso se difunde simultáneamente a través de la matriz del queso para restablecer el equilibrio de la presión osmótica. La duración de la maduración en salmuera afecta el contenido final de sal y humedad del producto. Por estos motivos, el control de la humedad y la concentración de sal del queso son muy importantes para la calidad final del producto (Altan et al., 2011).

Los bloques de queso (500-1000 g) pueden ser envasados, después de la maduración, en bolsas plásticas bajo vacío sin salmuera, o en envases plásticos con salmuera, lo cual mantiene la frescura del queso (**Figura 4.4**) (El Soda y Awad, 2022).



Figura 4.4. Algunas presentaciones de Queso Feta comercializado en diferentes tipos de envases (envases plásticos con salmuera, bolsas plásticas con salmuera, envasado al vacío) y queso en salmuera envasado en latas (3,5-4 kg, conteniendo trozos de queso de 200 g aproximadamente).

4.3. Método mecanizado (industrializado a gran escala) para la elaboración de Queso Feta

La tecnología de fabricación de queso Feta descrita anteriormente se usa principalmente en pequeñas empresas familiares. En las medianas y grandes industrias se utilizan equipos modernos para disminuir los costos de producción y mejorar la calidad del producto. Como consecuencia de esto, la tecnología se ha modificado, pero siempre respetando los principios básicos. Las modificaciones están relacionadas principalmente al llenado de los moldes, desuerado, salado y maduración de los quesos (Anifantakis, 1996).

Proceso industrializado a gran escala para la elaboración de queso Feta

Acondicionamiento de la leche



Acidez < 23 ° Dornic

pH > 6,55

Estandarización: relación caseína/grasa=0,8/0,9.

Pasteurización: 68 °C/10 min o 72 °C/15 seg.

Enfriamiento rápido hasta 32-34 °C.

Maduración de la leche con el fermento



Se añade el fermento (microorganismos mesófilos, termófilos o su combinación; también se pueden usar los microorganismos del yogur).

Se añade CaCl₂ (10-20g/100 kg de leche).

Temperatura: 32-34 °C.

Tiempo: 15-30 min.

Coagulación de la leche



Agregado de coagulantes comerciales (quimosina y pepsina). La falta de enzimas lipolíticas se cubre agregando lipasas exógenas.

Temperatura: 34-36 °C.

Tiempo: 45-60 min

Corte del coágulo



Corte en cubos de 1-2 cm de lado, se deja reposar 10-15 min.

Desuerado



La cuajada se traslada a los moldes por gravedad a través de una salida especial en la tina quesera, no se usan bombas ya que generan daños y producen pérdidas. Se ponen los moldes sobre una cinta y se van llenando de a uno. Permanecen 2 horas sobre la cinta y luego se colocan en mesas de desuerado por 4 horas más.

Salado



Los moldes se invierten automáticamente y la cuajada se corta y se sala con sal granulada. A la mañana siguiente los quesos se colocan en barriles previamente cubiertos con papel blanco especial (evita que los quesos se peguen), y se agrega sal en la base del barril y entre las capas de queso.

1ra etapa

Los barriles se almacenan bajo condiciones controladas por 4-5 días, luego se elimina el suero y se almacena por 15 días más.

Temperatura: 14-16 °C.

Humedad final: ≤56%.

pH final: 4,4-4,6.

Maduración y almacenamiento en salmuera

2da etapa

Los barriles se llenan con salmuera (6-8%), se cierran y se almacenan.

Temperatura: 2-4 °C.

Tiempo: mínimo total 60 días.

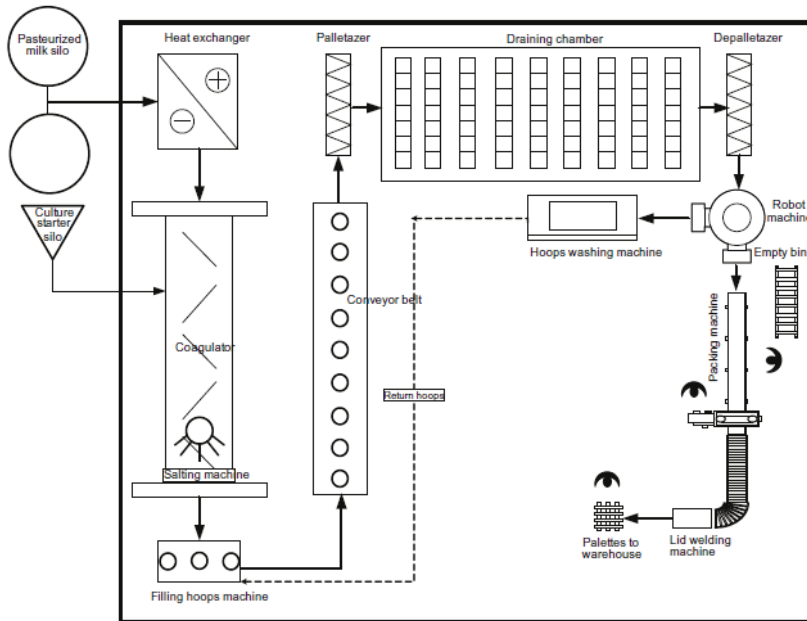


Figura 4.5. Diagrama de flujo de la línea de producción de Queso Feta.

La línea de producción continua de queso consta de varios equipos en serie. La línea cuenta con un mecanismo de transferencia y un sistema de control común. La transferencia de material de una máquina a otra se realiza automáticamente a través de medios mecánicos (cintas de transferencia) (**Figura 4.5**) (Tsarouhas et al., 2009).

Proceso mecanizado a mediana escala con coagulador continuo

(Tsarouhas et al., 2009)

Acondicionamiento de la leche



Acidez < 23 ° Dornic

pH > 6,55

Estandarización: relación caseína /
grasa = 0,8 / 0,9.

Pasteurización: 68 °C/10 min o
72°C/15 seg.

**Maduración de la leche con el
fermento**



Se almacena la leche en silos con
agitación continua a 6 °C. Se añade el
fermento a los silos para su
maduración y se calienta la leche a 31-
34°C.

Coagulación de la leche



La leche se transfiere a un coagulador
y se añade cuajo.

Temperatura: 31- 34 °C.

Tiempo: 40-50 min.

Corte del coágulo



La masa coagulada se corta en cubos
de 1-2 cm de lado.

Desuerado



El suero expulsado se recoge y se
bombea a un silo de suero. Luego la
cuajada se lava para dar firmeza y
eliminar el suero ácido remanente.

Salado



Se adiciona sal a los trozos de cuajada. Se coloca en aros o moldes y se prensa para eliminar el suero restante. La cuajada contenida se transfiere a recipientes con sal seca y se añade salmuera.

Maduración y almacenamiento en salmuera

1ra etapa

Los recipientes envasados se colocan en pallets, donde permanecen bajo condiciones controladas. Temperatura: 14–16 °C hasta un pH final ~ 4,5.

2da etapa

Se transportan a cámaras frigoríficas. Temperatura: 2-4 °C. Tiempo: mínimo total 60 días.

Se coloca una etiqueta (con la fecha de producción de cada lote) en cada pallet. Por último, el queso se envasa en recipientes de plástico (atmósfera modificada/vacío) o metálicos. El tiempo total del ciclo de la línea de producción es de 25 h aprox. (Tsarouhas et al., 2009).

4.4. Nuevas tecnologías. Uso de membranas de ultrafiltración

Si bien se han desarrollado varias tecnologías para la producción de queso Tipo Feta, la más importante es la basada en el uso de leche concentrada por ultrafiltración (UF) (El Soda y Awad, 2022).

La ultrafiltración de la leche (a pH 6,6-6,8) permite la concentración de las proteínas (caseínas y proteínas de suero) y también de la grasa y minerales coloidales –Ca, P, Mg enlazados a las micelas- (retentado) y la remoción del agua, minerales solubles, lactosa, compuestos nitrogenados no proteicos y vitaminas hidrosolubles (permeado) (Govindasamy-Lucey, 2025). Estos cambios producen modificaciones en los parámetros básicos de la tecnología quesera: cinética de

acidificación que llevan a cabo las bacterias lácticas del fermento (ya que el mayor contenido de caseínas y minerales coloidales produce un aumento en la capacidad buffer), pH final de la cuajada, cinética de coagulación por cuajo y características reológicas del gel, actividad de las enzimas implicadas en la maduración, capacidad de retención de agua de la masa del queso (Mistry y Maubois, 2017). Es decir, que el uso de leche concentrada implica tener que realizar modificaciones en la tecnología de elaboración del queso, para mantener una composición similar, calidad y funcionalidad respecto al queso de leche no concentrada (Govindasamy-Lucey, 2025).

La UF fue introducida en la industria láctea alrededor de 1970 (Anifantakis, 1996). En 1987 el mercado de quesos obtenidos con leche UF se componía de los siguientes productos: Feta (56 %), Mozzarella (10 %), Quarg y Queso fresco (cada uno con un 7 % aproximadamente), y Camembert, Queso Crema y otros quesos blandos en menor proporción. A fines de los años 80, una de las mayores fábricas danesas: Mejeriselskabet Danmark (hoy Arla Food), que procesaba el 55% de la leche danesa, producía 70.000 toneladas anuales de queso Feta usando UF (Tamime y Kirkegaard, 1996).

El gran avance en la fabricación de quesos a partir de leche UF como quesos frescos no madurados (Quarg), blandos y semiduros, podría atribuirse a los trabajos llevados a cabo en las décadas del '70 y '80 por Jean Louis Maubois y colaboradores, en el INRA de Rennes (Francia). El proceso se conoce como método MMV, en honor a los nombres de sus inventores (Maubois, Macquat Vassal), y permitió abrir nuevas vías para la innovación en la elaboración de quesos, incluyendo mejoras en la eficiencia de la planta, aumentos en el rendimiento quesero, el desarrollo de un proceso continuo y la posibilidad de crear nuevas variedades de quesos. Este método se adaptó a variedades como Camembert, St. Paulin (semiduro), Mozzarella y Feta. Como resultado, numerosas plantas de todo el mundo, pero principalmente en Europa, utilizan este proceso para fabricar una amplia gama de quesos (Mistry y Maubois, 2017). En el proceso MMV, la composición química del retentado de UF es similar a la del queso, por lo

que la leche concentrada se conoce como “pre-queso”. Dado que las fracciones de proteínas de suero (α -lactoalbúmina y β -lactoglobulina) se retienen en el retentado, el rendimiento del queso aumenta significativamente (Tamime y Kirkegaard, 1996). El mayor éxito a nivel mundial del proceso MMV fue la fabricación de queso Tipo Feta (Mistry y Maubois, 2017). Enormes cantidades de queso en salmuera son elaboradas actualmente utilizando esta tecnología y son principalmente exportadas al Medio Oriente bajo el nombre de queso Tipo Feta, debido a que la composición del queso Feta UF no es la misma que la del queso Feta tradicional (PDO) (Anifantakis, 1996).

La fabricación de queso Tipo Feta mediante UF se ha estudiado ampliamente. Su contenido de humedad suele ser mayor y el de grasa menor respecto al queso elaborado con el método tradicional, debido a la alta capacidad de retención de agua de las proteínas del suero presentes en la leche concentrada (retentado de UF) (Erdem, 2005). Además, se han encontrado ventajas en la aplicación de este tratamiento en la elaboración de quesos Tipo Feta. Para coagular la leche concentrada por UF se utiliza menos cantidad de coagulante (Tamime y Kirkegaard, 1996). La alta concentración de caseínas favorece el contacto y la unión de las micelas, formando el gel más rápido y con mayor firmeza.

El grado de concentración de la leche por UF determina la variedad de queso Tipo Feta que se puede obtener. En este sentido, se han desarrollado dos versiones: *cast* Feta y *structure* Feta. El nombre “*cast*” deriva del hecho de que el queso se produce y toma la forma del envase, y tiene una textura homogénea. El queso Tipo Feta *structure* se elabora de manera de mantener la estructura irregular del queso Feta tradicional. En el primer caso, la leche se concentra mediante UF para obtener un retentado con una composición química cercana a la del queso final (pre-queso) mientras que, para la versión estructurada, la leche se concentra parcialmente y se permite el drenaje del suero de la cuajada (El Soda y Awad, 2022). Con el proceso Tipo Feta *structure* se logra un aumento del rendimiento del 14% en base sólida respecto al proceso tradicional, mientras que el proceso *Cast* consigue un aumento cercano al 30 % (Mistry y Maubois, 2017).

Las etapas de elaboración de estos productos se muestran en las **Figura 4.6** (Tamime y Kirkegaard,1996).

La leche es homogeneizada y tratada térmicamente (pasteurización o tratamiento superior) y concentrada por UF (a $T > 50^{\circ}\text{C}$, para disminuir la viscosidad del concentrado; en estas condiciones se pierde parte del calcio coloidal). Estas operaciones son relevantes por los cambios fisicoquímicos que se producen en la leche y en el producto final (Tamime y Kirkegaard, 1996).

La homogeneización de la leche produce la reducción del diámetro promedio del glóbulo graso hasta un valor $< 2\ \mu\text{m}$ y previene la formación de aglomerados y la tendencia de la grasa a aflorar en la superficie, aumenta la viscosidad de la leche debido a la disminución del tamaño del glóbulo graso e integración de las proteínas (micelas de caseína y proteínas de suero) en los glóbulos homogeneizados.

La homogeneización no es un proceso aplicado ampliamente en la elaboración de quesos, sólo se emplea en algunos tipos de quesos. El uso de homogeneización en la producción de queso Tipo Feta *cast* y *structure* permite minimizar las pérdidas de grasa en el suero, mejora la retención de humedad en la cuajada, otorga una textura más suave, favorece la acción de la lipasa agregada contribuyendo al desarrollo de aroma y sabor.

El tratamiento térmico a elevada temperatura se utiliza en la producción de este tipo de quesos para lograr un queso de alta humedad. La desnaturalización de las proteínas de suero reduce la velocidad de coagulación, evitando la formación de una cuajada con estructura menos organizada (lo que produciría un queso de menor humedad).

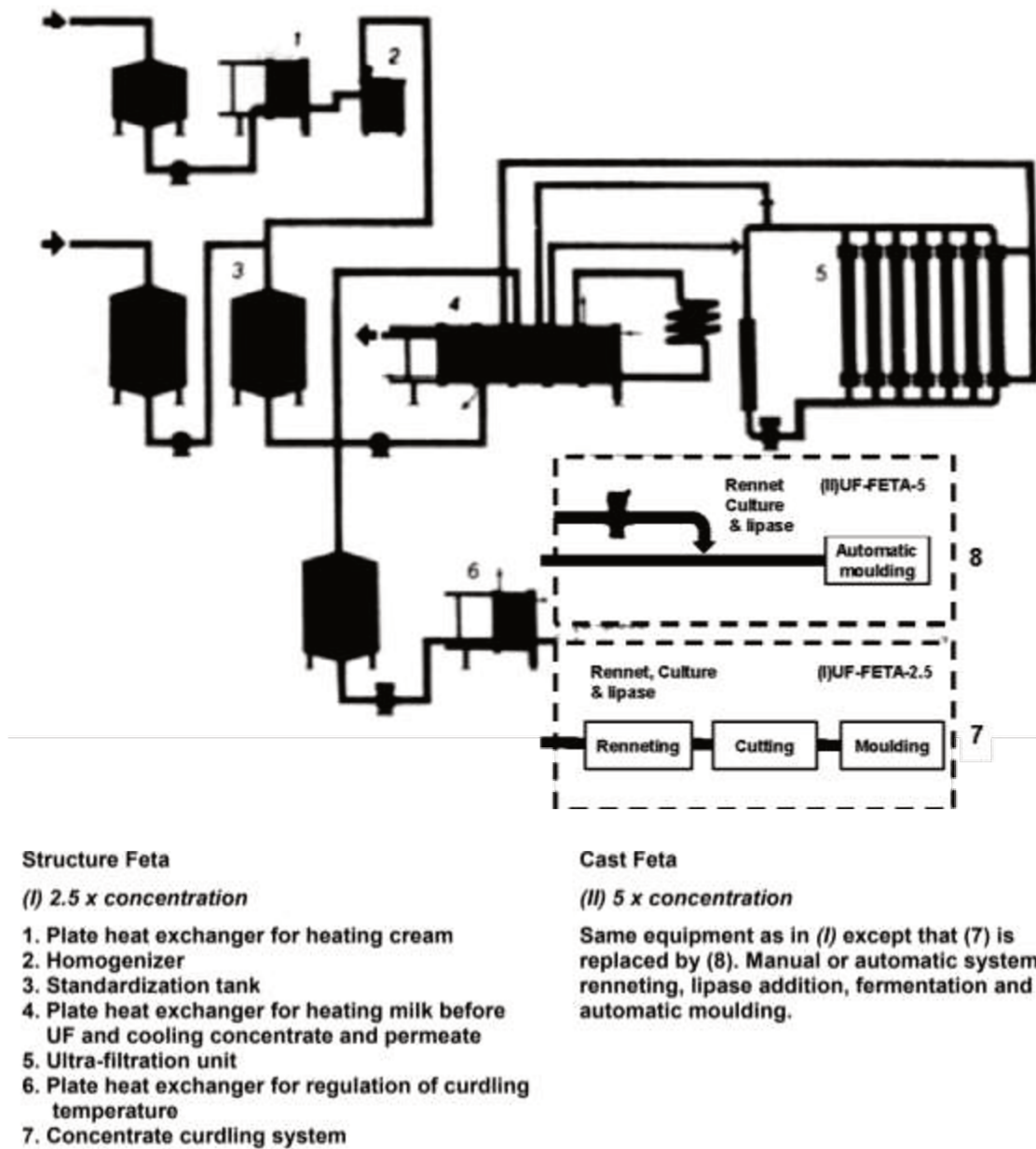


Figura 4.6. Esquema de producción de los quesos Tipo Feta *cast* y *structure* (Tamime y Kirkegaard, 1996).

Se agregan diferentes aditivos durante la producción del queso, que incluyen agentes colorantes, preparación de enzima lipasa y cloruro de calcio. La concentración de iones Ca^{2+} en la leche concentrada por UF se reduce debido al tratamiento térmico elevado aplicado en este proceso. Parte de estos iones se pierden en el permeado; por este motivo se suele agregar Ca^{2+} para lograr la firmeza adecuada. Este aspecto es importante durante la elaboración del queso

Feta estructurado para reducir pérdidas de grasa y sólidos no grasos en el suero (Tamime y Kirkegaard, 1996).

Queso Tipo Feta cast

La fabricación de este tipo de queso se resume de la siguiente manera (**Figura 4.6**):

La leche estandarizada (3,5% grasa) se pasteuriza, se homogeneiza (opcional), se concentra mediante UF a aproximadamente 50 °C (5 veces en el caso de leche de vaca o 2,5 veces en el caso de leche de oveja) (Tamime y Kirkegaard, 1996). Luego, el retentado se calienta (80 °C/1-2 min), se homogeneiza (12 MPa) y se enfría a la temperatura de coagulación. Las etapas de este proceso están altamente automatizadas. Todos los ingredientes: fermento, coagulante, CaCl_2 y aditivos (por ejemplo, agente decolorante) se dosifican continuamente y se mezclan con el retentado antes de llenar las latas de 20 kg en una cinta transportadora (El Soda y Awad, 2022). La coagulación/moldeado se realiza directamente en las latas. Estos recipientes se llenan hasta 1/3 de su capacidad. La máquina dosificadora distribuye la cantidad requerida de retentado y los ingredientes/aditivos son dosificados por separado. Los recipientes se transportan a través de la cinta (aprox. 20 min), mientras se produce la coagulación. Esta operación se repite 3 veces; es decir, se agrega nuevamente retentado e ingredientes/aditivos, por lo cual el coágulo se forma en 3 capas. Cada una de las tres capas de coágulo se corta en nueve cubos utilizando un dispositivo de corte especial (El Soda y Awad, 2022), obteniéndose de esta manera 27 porciones de queso. No se requiere una etapa de desuerado (Tamime y Kirkegaard, 1996).

La cuajada cortada se cubre con papel de horno antes del salado en seco. Por cada 20 kg de cuajada se añade 1,2 kg de sal. Finalmente, las latas se cierran y se almacenan por 24 horas a temperatura ambiente hasta alcanzar un pH de 4,7-4,8. Luego estos recipientes se invierten para permitir que el suero proveniente de la cuajada disuelva la sal (para formar la salmuera) y se transfieren a una cámara a temperatura menor a 10 °C para controlar la acidez del producto. Ocasionalmente,

las latas son invertidas en el almacenamiento refrigerado, para asegurar la distribución de la sal en el queso (Tamime y Kirkegaard, 1996).

También se puede envasar en un Tetra Brik (Tetra Pack). Para ello, el retentado se prepara como se mencionó, se añade sal (3%-4%), se adiciona el cuajo y se acidifica (con glucono-delta-lactona o se agrega fermento) y se envasa (200-500 g) utilizando una máquina llenadora Tetra Pack (El Soda y Awad, 2022).

Queso Tipo Feta UF *structure*

La fabricación de queso Feta UF estructurado se resume de la siguiente manera (**Figuras 4.6 y 4.7**):

La leche de vaca estandarizada se concentra hasta aprox. 3 veces (Tamime y Kirkegaard, 1996; El Soda y Awad, 2022). El retentado se calienta hasta 90 °C por 60 seg, se homogeneiza a 5 MPa, se enfría hasta 30 °C y se mezcla con el fermento, coagulante, agente decolorante y CaCl_2 , utilizando un equipo de dosificación. Luego se bombea al equipo coagulador/cortador continuo de queso (existen varios prototipos, uno es el modelo patentado por Alfa Laval, denominado "Alcurd") (**Figura 4.7**), en donde se produce la coagulación y el coágulo se corta en cubos uniformes de manera continua (El Soda y Awad, 2022). Se consigue una textura similar a la del producto tradicional (con presencia de pequeños ojos mecánicos). Los cubos de cuajada se envían al sistema de moldeo, en donde 2-3 % del suero se remueve durante la etapa de sinéresis (alrededor de 20 min.) antes del envasado, tratamiento en salmuera y maduración. La sinéresis es espontánea y a medida que la cuajada se distribuye en los moldes, ocurre el desuerado seguido de la fusión de las partículas de cuajada. Debido a que no se aplica presión en esta etapa, el cuerpo y la textura del queso se describe como "ligeramente abierta" (Tamime y Kirkegaard, 1996). El queso se deja madurar hasta 24 h para desarrollar el pH deseado en una cámara templada, preferentemente a temperaturas menores a 20 °C, se corta en bloques, se distribuye en latas (14-16 kg por lata) y se cubre con salmuera (4-6 kg). La concentración de salmuera se ajusta para obtener 3%-4,5% de sal en el queso madurado. Las latas se sellan utilizando la técnica de cierre de doble costura (El Soda y Awad, 2022).

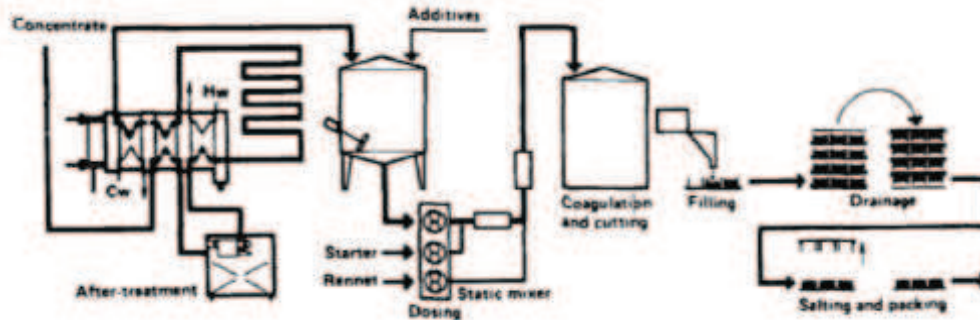


Figura 4.7. Diagrama de flujo de la elaboración de queso Tipo Feta UF *structure*, con el coagulador continuo “Alcud” (Tamime y Kirkegaard, 1996).

5. Antecedentes de investigación en queso Feta

A continuación, se presenta una revisión sobre estudios llevados a cabo en relación a los aspectos fisicoquímicos, microbiológicos, nutricionales, tecnológicos y de calidad del queso Feta.

El estudio de autenticidad y detección de adulteración en el sector lácteo representa una preocupación creciente a nivel mundial, especialmente en el caso de los productos con denominación PDO. Para proteger la autenticidad del queso Feta PDO griego, se han realizado investigaciones recientes centradas en diferenciar el origen geográfico del producto (Kalit et al., 2024). Uno de los métodos de adulteración más extendidos consiste en la sustitución o adición de leche de especies animales no declaradas. Esta práctica es especialmente preocupante para los consumidores con restricciones dietéticas o alergias, así como para los productos PDO en los que a menudo se estipulan especies específicas para su producción (Joolaei Ahranjani et al., 2025). Las técnicas de cromatografía líquida-espectrometría de masas (LC-MS/MS) y MALDI-TOF-MS se han utilizado para la detección de péptidos y marcadores proteicos específicos de la especie en matrices complejas como el queso, lo que permite la evaluación tanto cualitativa como cuantitativa del origen de la leche (Joolaei Ahranjani et al., 2025). Se detectaron adulteraciones en el queso Feta elaborado con hasta 1% de leche de vaca, para diferenciarlo de otros quesos blancos madurados en salmuera. Se

observó que los ácidos grasos son parámetros más eficaces respecto a los parámetros fisicoquímicos y compuestos volátiles, para diferenciar quesos Feta de diferentes regiones (Kalit et al., 2024).

Tzora et al. (2021) caracterizaron la “huella dactilar” de la microbiota de quesos Feta PDO (n=23) producidos en diferentes regiones de Grecia, durante la maduración (3 y 6 meses), con MALDI-TOF-MS. Este método analítico se utiliza como una herramienta rápida y precisa para la caracterización taxonómica e identificación de microorganismos a nivel de especie y subespecie. Esto se logra analizando el patrón espectral de sus proteínas intrínsecas (proteínas ribosomales), comparándolo con los patrones de referencia en una base de datos. Dado que el queso Feta es un producto tradicional y emblemático de Grecia, resulta crucial comprender y revelar la microbiota que lo caracteriza. Los cambios en la microbiota controlan las características organolépticas del queso, la bioseguridad, funcionalidad, y permite definir la calidad y autenticidad del producto. La cantidad de microorganismos vivos en los quesos puede variar significativamente según el proceso de elaboración y materiales utilizados, las condiciones de almacenamiento y el tiempo de maduración. Se identificaron principalmente bacterias lácticas (BAL), pertenecientes a 13 géneros diferentes. Las especies dominantes fueron *Lactiplantibacillus plantarum*, *Levilactobacillus brevis*, *Lacticaseibacillus paracasei* y *Lacticaseibacillus rhamnosus*, y en menor medida se encontraron varias especies de Enterococos. Los cambios con el tiempo de maduración fueron menores a nivel de especies bacterianas.

Por otro lado, considerando el alto consumo de queso Feta en Grecia y su alta concentración de sal (alrededor de 3%), Katsouri et al. (2020) plantearon la necesidad de evaluar la contribución de este queso a la ingesta diaria de sal de la población. El alto consumo de sal genera preocupación sobre su impacto en la salud, en particular en relación a la hipertensión, obesidad, etc. (Georgalaki et al., 2025).

Estudios como el de Katsouri et al. (2020) son fundamentales para desarrollar estrategias de salud pública eficaces para la reducción del consumo de sal. Estas estrategias son respaldadas por las acciones de la Unión Europea, e incluyen el

monitoreo y la evaluación de las medidas de reducción de sal como uno de sus pilares fundamentales. Según la OMS la ingesta recomendada de sal es inferior a 5 g/día. Katsouri et al., (2020) indicaron que el consumo de sal en Grecia, según una encuesta reciente, es muy elevado, ya que solo el 5,6% de los consumidores consume menos de 5 g/día, mientras que el 50,4% registra una ingesta diaria superior a 10 g (el 23% del total de niños que participaron del estudio se encuentran dentro de esta categoría). Estos mismos autores analizaron las etiquetas de 81 productos de queso Feta envasados disponibles en el mercado griego. Se registró el contenido nutricional básico y se combinó con los datos de consumo para obtener una visión general de la contribución del producto a la dieta. Se encontró una gran variabilidad en el perfil nutricional de los productos analizados, lo que se atribuyó a diferencias en las materias primas, métodos de producción (concentración de sal y temperatura de la salmuera) entre los productores. El contenido nutricional por 100 g fue: energía: 221-343 kcal, grasas totales: 20-29 g, grasas saturadas: 13-20 g, carbohidratos: 0-3 g, azúcares: 0-3 g, proteínas: 13-21 g y sal: 1,2-5,1 g. Se observó una gran variabilidad en la cantidad consumida por la población per cápita y por día (a partir de una base de datos de 1.232 consumidores). La mediana del consumo diario individual de queso Feta fue de 39 g, con un rango de 20 g a 100 g (percentiles 5 y 95, respectivamente). El análisis de la ingesta nutricional como porcentaje de la ingesta dietética de referencia (IDR) mostró que las grasas saturadas y la sal ocupan los primeros lugares, con ingestas que alcanzan el 101,5 % y el 85 %, respectivamente. El estudio propone que se debería mejorar la información que brinda el rótulo de los alimentos, y sugiere implementar “la declaración nutricional y de salud (*nutrition and health claims*)” en el envase, ya que es una herramienta para que los consumidores identifiquen productos con alto contenido de nutrientes “negativos”, como las grasas saturadas y la sal, pudiendo de esta manera tomar decisiones más saludables al momento de la compra/consumo. Sin embargo, la exclusión o el rechazo por este tipo de productos puede tener consecuencias negativas, ya que el queso es un alimento que brinda beneficios para la dieta humana, siendo fuente de nutrientes positivos específicos, como el calcio y la vitamina D, entre otros.

Las estrategias de intervención para reducir la sal en el queso Feta pueden incluir la reformulación nutricional, como la sustitución parcial de NaCl por KCl (Katsouri et al., 2020). Katsiari et al. (1997) no encontraron diferencias en los parámetros fisicoquímicos (pH, aw), sensoriales (apariencia, cuerpo y textura, sabor, calidad general) y texturales (fuerza y compresión a la fractura, dureza) de quesos Feta elaborados con el método tradicional y aquellos salados con la mezcla de NaCl/KCl. Se consiguió una reducción de hasta el 50% en el contenido de Na respecto a lo encontrado en los quesos producidos con el método tradicional. Sin embargo, otros autores alegan cambios en las propiedades sensoriales del queso y es por ello que esta estrategia no se ha implementado a nivel industrial (Georgalaki et al., 2025).

La sal provoca una inhibición parcial de los microorganismos del fermento (starter lactic acid bacteria, SLAB) y de las bacterias no pertenecientes al fermento (non starter lactic acid bacteria, NSLAB), afectando la bioquímica de maduración (proteólisis, lipólisis), la microbiología y producción de compuestos volátiles (Tekin y Hayaloğlu, 2023). En la mayoría de los quesos, las SLAB se van reemplazando de manera gradual durante la maduración por NSLAB principalmente, lactobacilos mesófilos, leuconostoc, pediococos, y enterococos, procedentes de la leche utilizada, del entorno y los utensilios de la elaboración del queso (Georgalaki et al., 2025). Las NSLAB proliferan durante la maduración en queso Feta y pueden alcanzar niveles de 10^7 - 10^8 ufc/g en los quesos Feta de leche pasteurizada. En los quesos de leche cruda se tiene una población de NSLAB más compleja (Litopoulou-Tzanetaki y Tzanetakis, 2011). Las NSLAB desempeñan un papel fundamental en la configuración del perfil organoléptico del queso madurado. Además, algunas cepas pueden al mismo tiempo, aportar beneficios para la salud de los consumidores debido a la producción de compuestos bioactivos. En este contexto, Georgalaki et al. (2025) estudiaron el potencial de producción de péptidos que actúan como inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (péptidos con actividad ECA) por parte de bacterias NSLAB aisladas de queso Feta, lo que contribuiría a contrarrestar las consecuencias negativas asociadas al alto nivel de sal de este queso.

Existen varios reguladores de la presión arterial en el organismo, pero uno de los principales es el sistema renina-angiotensina-aldosterona, en el que la enzima convertidora de angiotensina (ECA) desempeña un papel esencial. La ECA (peptidil dipéptido hidrolasa, EC 3.4.15.1) cataliza la conversión de angiotensina I (decapéptido inactivo producido por la renina) en angiotensina II que ejerce funciones como la vasoconstricción y la reabsorción de sodio en el túbulo renal, lo que favorece el aumento la presión arterial. Muchos de los fármacos utilizados para el control y la reducción de la presión arterial en pacientes hipertensos son inhibidores de la enzima ECA. Los péptidos derivados de alimentos son fuentes naturales de inhibidores de la enzima ECA, y constituyen alternativas más atractivas que los fármacos, por los efectos secundarios que estos pueden producir. De esta manera, péptidos con actividad de inhibir la ECA producidos por las bacterias NSLAB presentes en el queso Feta, podrían prevenir la hipertensión arterial.

Georgalaki et al. (2025) analizaron 4 quesos Feta madurados comerciales, y aislaron 154 NSLAB presuntivas, de los cuales el 85% fueron lactobacilos pertenecientes a 7 especies distintas y el 15% fueron enterococos. El 52% de los aislados tuvieron una importante actividad proteolítica; la actividad proteolítica es un requisito previo para la actividad ECA. Se identificaron 19 lactobacilos y 8 enterococos con alta actividad ECA, debido a la producción de péptidos con actividad antihipertensiva por su capacidad para inhibir la enzima ECA. El hecho de que aislados de una misma especie presenten un amplio espectro de actividad, pone de manifiesto que la actividad ECA es cepa-dependiente. De esta forma, el riesgo de hipertensión asociado con el consumo excesivo de queso Feta podría compensarse con las propiedades antihipertensivas de algunos miembros de la microbiota presente en este producto. Además, tres aislados de *Levilactobacillus brevis* con actividad ECA podrían considerarse como cultivos adjuntos prometedores para el desarrollo de queso Feta funcional.

Kamarinou et al. (2023) estudiaron el efecto del agregado de 9 cepas de BAL multifuncionales (*Lactococcus lactis* SMX2 y SMX16, *Levilactobacillus brevis* SRX20, *Lacticaseibacillus paracasei* SRX10, *Lactiplantibacillus plantarum* FRX20 y

FB1, *Leuconostoc mesenteroides* FMX3, FMX11 y FRX4, aisladas de quesos griegos artesanales), como cultivos adjuntos en la producción de queso Feta. Las cepas sobrevivieron y prosperaron en el duro entorno del queso Feta en niveles adecuados para considerarlo al producto un alimento funcional. La incorporación de los cultivos adjuntos condujo a productos con propiedades sensoriales deseables (sabor salado y ligeramente ácido, textura suave, cremosa y firme con pequeñas aberturas mecánicas y altas puntuaciones en los atributos de "sabor general" y "aroma general") sin alterar el carácter tradicional del queso Feta, sino por el contrario produciendo mejoras en sus características sensoriales. Estos resultados son prometedores para el uso de cepas autóctonas en diversas combinaciones con el fermento comercial para satisfacer los requisitos de la industria y la demanda de los consumidores por productos fermentados tradicionales y de alto valor añadido.

Por otro lado, otros estudios indicaron que el uso de cultivos adjuntos causó un aumento en la lipólisis en queso Feta (Katsiari et al., 2000; Kumar et al., 2015).

Plessas et al. (2021) estudiaron el efecto del agregado de la cepa *Lactocaseibacillus paracasei* SP5, potencialmente probiótica (aislada de granos de Kefir), en la producción de un queso blanco en salmuera. Como se ha mencionado, la viabilidad de las cepas probióticas puede verse significativamente influenciada por el alto contenido de sal de estos quesos, y el pH bajo en el producto final. Para contrarrestar este efecto, se utilizó un vehículo de inmovilización que a la vez proporciona propiedades prebióticas. Se determinó que el uso de *Lactocaseibacillus paracasei* SP5 produjo una reducción de los coliformes, mohos y levaduras en un 50% aproximadamente y además mejoró el perfil aromático del queso.

Kondyli et al. (2012) analizaron el efecto del tipo de empaque del queso Feta: barriles de madera o latas, en las características fisicoquímicas, proteólisis, lipólisis, y compuestos volátiles. El queso madurado y almacenado en barriles de madera presentó un menor contenido de humedad que el producto almacenado en latas. El queso de barriles tuvo mayor contenido de grasa y menor contenido de sal que el almacenado en latas a los 60 días, mientras que, a los 180 días, el contenido de grasa y sal fue casi el mismo para todos los quesos. Los niveles de proteólisis y de lipólisis fueron similares en todos los quesos y no se vieron afectados por el tipo de

envase. Los ácidos fueron los compuestos volátiles más abundantes, especialmente ácido acético, butanoico, hexanoico, octanoico y decanoico. Otros compuestos principales fueron el etanol y el 3-metilbutanol. El queso envasado en barril presentó niveles más altos de acetona, butan-2-ona, ésteres etílicos (acetato de etilo, butanoato de etilo, lactato de etilo, octanoato de etilo y decanoato de etilo), así como butan-1-ol, heptan-2-ol, feniletanol y ácido decanoico, que el queso madurado en recipientes de hojalata.

Maggira et al. (2023) estudiaron el perfil de compuestos volátiles, contenido de polifenoles y terpenos, perfil de ácidos grasos y características fisicoquímicas de quesos Feta producidos en dos regiones de Grecia: praderas montañosas (M) y llanura (P). El tipo de pasto con que se alimentaron los animales impactó en los quesos. Se observaron variaciones composicionales entre los dos tipos de queso; el queso elaborado con leche de ovejas y cabras que pastaban en la región montañosa presentó un mayor contenido de humedad, un menor contenido de grasa y un mayor contenido de proteína. Estos quesos también tuvieron mayor contenido de ácido linoleico conjugado y menores niveles de ácidos grasos saturados. La fracción volátil de los quesos M se caracterizó por aldehídos, alcoholes y terpenos, y en los quesos P hubo mayor abundancia de ácidos. Mayor contenido de fenoles totales se encontró en los quesos M respecto a los P al final de la maduración (90 días). La presencia de polifenoles en leche y productos lácteos está relacionada con el consumo de ciertas especies de forrajes, pastos naturales y pastoreo al aire libre. Gatzias et al. (2020) caracterizaron quesos Feta (n=76) producidos en el norte de Grecia (regiones de Ioánina, Arta, Tesalónica, Larisa y Evros), analizando los perfiles de compuestos volátiles y de lipólisis, y parámetros fisicoquímicos. Se encontraron diferencias entre los productos de las distintas regiones. En general, el perfil de compuestos volátiles se caracterizó por ácidos (63%), alcoholes (20%), ésteres (7%), cetonas (4%) y aldehídos (2%).

En relación a modificaciones en la tecnología, se pueden mencionar estudios en donde se evaluó el uso de concentrado de caseína micelar (MCC), aplicación de UF durante la elaboración, cultivos adjuntos, etc. Hammam et al. (2021) propusieron emplear MCC en lugar de leche en la elaboración de queso tipo Feta.

MCC es un ingrediente rico en proteínas obtenido por microfiltración (0,1 μm de tamaño de poro) de leche descremada, que se puede producir en forma líquida o en polvo. El MCC líquido tiene más de 9 % de proteína total y más de 13 % de sólidos totales. En el estudio se usó MCC en polvo (80% proteína) reconstituido y estandarizado a 3, 6 y 9% de proteínas, para elaborar quesos; en paralelo se preparó un queso control con leche bovina entera. El rendimiento se incrementó con el contenido proteico (los quesos con 9 y 6% de proteína tuvieron mayor rendimiento y también se tuvo mejores características reológicas. Los quesos elaborados con MCC alcanzaron mayor contenido proteico y cenizas respecto al control. El reemplazo de leche por MCC fue adecuado para elaborar quesos tipo Feta. Esta estrategia ofrece la ventaja de producir menos volumen de suero como subproducto, además de brindarle a los fabricantes mayor flexibilidad para desarrollar variedades de quesos tipo Feta con diferentes características. Karami et al. (2009) analizaron los cambios en la composición fisicoquímica y en los parámetros reológicos durante la maduración (60 días) de queso tipo Feta iraní elaborado con leche de vaca. El producto se elaboró a partir de leche UF pasteurizada y se emplearon fermentos mesófilos y cuajo microbiano comercial. Este queso se caracterizó por contener 34% (p/p) de sólidos totales, 11% (p/p) de proteínas y 15% (p/p) de grasa, y un pH de 6,20-6,65. El alto contenido de proteínas de suero en los quesos UF puede dificultar la maduración y la textura. En efecto, se ha reportado una lenta maduración en queso Feta UF (Mistry y Maubois, 1993). Contrariamente, Karami et al. (2009) no observaron cambios significativos en los sólidos totales, grasa, proteína, sal y pH durante la maduración.

La seguridad alimentaria de los quesos también es un tema de estudio ya que la contaminación con patógenos puede ocurrir en diversas etapas del procesamiento. Los patógenos transmitidos por alimentos más comunes presentes en los quesos blancos en salmuera son *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 enteropatógena, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella spp.* y *Staphylococcus aureus* (Kamarinou et al., 2023). Entre estos microorganismos, *Listeria monocytogenes* puede ser una grave preocupación, ya que se conocen brotes con consecuencias fatales. Su presencia podría indicar una pasteurización inadecuada de la leche o

contaminación posterior debido a malas condiciones de higiene durante la elaboración del queso (Kamarinou et al., 2023). La contaminación también puede darse a partir de la salmuera, al ser utilizadas repetidamente durante largos periodos, transformándose así en un reservorio de patógenos tolerantes a la sal, como *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus* (Glass et al., 2024). *Listeria monocytogenes* no crece en salmueras con alto contenido de sal, pero puede sobrevivir durante meses dependiendo del pH, la concentración de sal y las temperaturas de almacenamiento. Según Glass et al. (2024) se sugieren alternativas para el tratamiento de la salmuera, en general para cualquier tipo de queso, como la filtración o tratamientos antimicrobianos (adición de 10 a 100 ppm de hipoclorito de sodio, 1 % de sorbato de potasio, 1 % de benzoato de sodio, entre otros), además, del uso de salmueras con, al menos, 19% de sal (la mayoría de las salmueras contiene entre un 18 % y un 24 % de sal).

Papageorgiou y Marth (1989) estudiaron la capacidad de dos cepas de *Listeria monocytogenes* para crecer durante el proceso de elaboración de queso Feta y sobrevivir durante la maduración y el almacenamiento del queso. Para ello, se inoculó la leche entera de vaca pasteurizada con 5×10^{-1} UFC/mL de los microorganismos y luego se elaboraron los quesos. Los quesos se colocaron en salmuera estéril al 12% y se mantuvieron a 22°C durante 24 h. Por último, los quesos se colocaron en salmuera estéril (6%) durante 4 días a 22°C y luego se almacenaron a 4°C. Se analizó la cantidad de *L. monocytogenes* en la leche, la cuajada, el queso y la salmuera. Ambas cepas de *L. monocytogenes* crecieron en el queso durante la etapa inicial de maduración, y sobrevivieron más de 90 días en los quesos madurados a 4 °C incluso a los bajos valores de pH (4,3) que tenían los quesos. Las poblaciones alcanzadas fueron similares a las encontradas en el queso Camembert y serían peligrosas para la salud de los consumidores susceptibles.

Kamarinou et al. (2023) evaluaron la capacidad de los cultivos adjuntos con actividad anti-listeria in vitro: *Leuconostoc mesenteroides* FMX3 y *Lactococcus lactis* SMX2, agregados a quesos Feta, para controlar el crecimiento del patógeno *Listeria monocytogenes* (inoculado artificialmente en el queso). Los resultados

fueron alentadores, ya que el patógeno se eliminó en menor tiempo en los quesos con los adjuntos respecto a lo sucedido en el queso control (sin adjuntos). Los resultados revelan que el uso de las cepas anti-listeria como cultivos adjuntos, son estrategias prometedoras ya que el patógeno se eliminó antes del lanzamiento del producto al mercado (es decir, 60 días).

6. Experiencias llevadas a cabo en una Universidad de Croacia

En el año 2024, realicé una estadía en la Universidad de Ciencias Aplicadas de Karlovac (VUKA), Croacia, en el marco del programa ERASMUS+ KA1 de la UE a través de una beca de movilidad otorgada por dicha Institución. Durante este período me incorporé a las actividades que se estaban llevando a cabo en un proyecto del Departamento de Tecnología de Alimentos bajo la tutoría de la profesora Marijana Blažić. El proyecto estaba dirigido a la elaboración de quesos madurados en salmuera (“Tipo Feta”) con diferentes fermentos. Las instalaciones de la universidad cuentan con una planta piloto para la elaboración de quesos y laboratorios muy bien equipados para análisis fisicoquímicos y microbiológicos (**Figura 6.1**).



Figura 6.1. Instalaciones, equipamiento y quesos elaborados.

Se elaboraron quesos con leche de vaca usando un fermento liofilizado de cultivos termófilos y mesófilos para quesos Feta y quesos blanco (CHOOZIT® FT 001 LYO 10 DCU, Danisco; contenido *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*), que se

maduraron en salmuera (6%) en cámaras bajo condiciones controladas (4°C-65% humedad) durante 60 días (**Figura 6.2**).



Figura 6.2. Maduración de los quesos en cámaras bajo condiciones controladas.

Se evaluó la composición fisicoquímica, color y actividad de agua de los quesos. Para ello, una porción del queso se colocó en cajas de Petri (de vidrio) y se compactó para cubrir toda la superficie de la placa de manera uniforme y sin que queden espacios vacíos (**Figura 6.3**).



Figura 6.3. Muestras de quesos para los análisis fisicoquímicos, actividad de agua y color de los quesos.

Las determinaciones de proteína total, grasa, sólidos totales, humedad, contenido de sal, y ácidos grasos saturados, se realizaron por espectroscopia infrarrojo (modelo FoodScan TM2, Foss), que permite la determinación simultánea y rápida de estos parámetros. La medición de color se realizó con un colorímetro portátil (Konica Minolta), y la medición de actividad de agua con un medidor portátil (PAWKIT, Aqualab) (**Figura 6.4**).



Figura 6.4. Equipamientos utilizados para los análisis fisicoquímicos de los quesos.

a. Equipo infrarrojo (modelo FoodScan TM2, Foss) **b.** Colorímetro portátil (Konica Minolta) **c.** Medidor portátil de actividad de agua (PAWKIT, Aqualab).

Si bien no es posible difundir los resultados obtenidos de dichas actividades, debido a que mi participación se limitó a una parte de todo lo programado en el proyecto de la universidad de Croacia, considero que la experiencia fue muy

importante y enriquecedora en lo personal y profesional. El trabajo realizado me permitió adquirir conocimientos acerca de la tecnología de quesos en salmuera, además de capacitarme en el uso de equipamientos analíticos modernos para el análisis de dicho producto.

7. Conclusiones

El análisis de la información recopilada sobre la industria láctea y de quesos a nivel mundial y en Argentina, y específicamente sobre las características y aspectos tecnológicos del queso Feta y sus variantes, permitió evidenciar la importancia de este producto, no solo como alimento tradicional de gran valor cultural en Grecia y la región mediterránea, sino también como un queso con potencial de crecimiento en otros mercados.

Desde el punto de vista tecnológico, se pudo apreciar la evolución desde los métodos artesanales hacia los procesos industrializados y altamente mecanizados, que buscan mejorar el rendimiento, estandarizar la tecnología para mejorar la calidad y la seguridad del producto, sin perder las características distintivas del queso Feta. Esto ha permitido ampliar su producción y adaptarlo a nuevas demandas de los consumidores, sin comprometer su identidad. Una prueba de esto son las investigaciones recientes en torno a la valorización de la microbiota autóctona del queso, la caracterización de sus aspectos sensoriales, así como también de los aspectos relacionados al impacto en la salud, por ej. los niveles de sodio que aporte el consumo elevado de este alimento y estrategias tecnológicas para la reducción de sodio, y la incorporación de cultivos adjuntos con funciones bioactivas que puedan ejercer efectos benéficos en el consumidor.

En Argentina, aunque la producción de quesos tipo Feta es muy incipiente y heterogénea, lo que también puede deberse a que este producto no está definido específicamente en el Código Alimentario Argentino, podría representar una oportunidad para diversificar la matriz láctea mediante el aprovechamiento de las leches ovina y caprina. Esta situación abre una oportunidad estratégica para el desarrollo de productos diferenciados y de valor agregado, integrando conocimientos tecnológicos, sanitarios y de mercado.

La experiencia práctica desarrollada en Croacia enriqueció este trabajo al vincular la teoría con la práctica directa relativa a la variedad de quesos madurados en salmuera que no son conocidos en nuestro país, y permitió confirmar la importancia del aprendizaje interdisciplinario y de la cooperación internacional como motores

para avanzar en la innovación tecnológica, la seguridad alimentaria y la creación de nuevos alimentos.

Finalmente, a nivel personal la realización de este Trabajo Final Integrador constituyó una experiencia muy valiosa que me permitió profundizar mi formación como profesional sobre la ciencia y tecnología quesera, expandiendo mis conocimientos en esta área, y adquirir práctica en la aplicación de la metodología científica y el desarrollo del proceso de investigación.

8. Bibliografía

AACREA, 2005. "CAPRINOS". En Agro Alimentos Argentino II. Editado por la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola, 245-252.

Alegría A., Szczesny P., Mayo B., Bardowski J., Kowalczyk M. (2012) Biodiversity in Oscypek, a traditional Polish cheese, determined by culture-dependent and -independent approaches. Applied and Environmental Microbiology 78 (6), 1890-1898.

Altan A., Oztop M. H., McCarthy K. L. y McCarthy M. J. (2011) Monitoring changes in feta cheese during brining by magnetic resonance imaging and NMR relaxometry. Journal of Food Engineering 107, 200-207.

Anifantakis E. M. Chapter 2. Traditional Feta Cheese. En Feta and Related Cheeses. Robinson R. K. y Tamime A. Y. (Eds.), Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 49-69, 1996.

Bain I. (2007) Elaboración de quesos artesanales con leche de oveja. Revista IDIA XXI Lechería. INTA, Chubut. (pág. 208-211).

Busetti M. y Suárez V. (2010) Situación actual de los tambos ovinos en Argentina.CAA, Capítulo VIII, Artículo 605 - (Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 33/2006 y N° 563/2006).

CODEX ALIMENTARIUS. NORMA GENERAL PARA EL QUESO, CXS 283-1978 (Anteriormente CODEX STAN A-6-1973. Adoptada en 1978. Revisada en 1999. Enmendada en 2006, 2008, 2010, 2013, 2018, 2021, 2022).

CODEX ALIMENTARIUS. NORMA DE GRUPO PARA QUESO EN SALMUERA, CXS 208-1999 (Adoptada en 1999. Enmendada en 2001, 2010, 2018, 2021, 2022).

Contreras M., Jorge E., Paz M., Piedrasanta R., Erro Velazquez M., Vittar M. Diarios de la majada caprina, fascículo 1. Ediciones INTA, 2022.

Del Dago J., Sáenz Rozas A., Gallardo M., Moy J., Colavita L., Sciacca L., Sáenz Rozas I. (2022) Lechería ovina en nuestra región: proyectos con raíces y mucho futuro. *Visión Rural* 29 (143), 32- 33. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, INTA.

Dulce E. (2005) Lechería ovina; el crecimiento de las leches no tradicionales en Argentina. Sitio web Producción animal.

El Soda M. y Awad S. Cheeses Matured in Brine. En *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Third edition. McSweeney P. y McNamara J. (Eds.), Elsevier Ltd., 131-136, 2022.

Erdem Y. (2005) Effect of ultrafiltration, fat reduction and salting on textural properties of white brined cheese. *Journal of Food Engineering* 71, 366-372.

FAO (2025) <https://www.fao.org/>

Fox P. y McSweeney P. Chapter 1. Cheese: An Overview. En *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology*. Fourth edition. McSweeney P., Fox P., Cotter P. y Everett D. (Eds.), Elsevier Ltd., 5-21, 2017.

Gatzias, I. S., Karabagias, I. K., Kontominas, M. G., & Badeka, A. V. (2020) Geographical differentiation of feta cheese from northern Greece based on physicochemical parameters, volatile compounds and fatty acids. *LWT - Food Science and Technology* 131, 109-615.

Georgalaki M., Anastasiou R., Zoumpopoulou G., Charmpi C., Lazaropoulos G., Bounenni R., Papadimitriou K., Tsakalidou E. (2025) Feta cheese: A pool of Non-Starter Lactic Acid Bacteria (NSLAB) with anti-hypertensive potential. *International Dairy Journal* 162, 106144. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.106144>.

Glass K., Lim J., Singer Q. (2024) Inactivation of *Listeria monocytogenes* by Hydrogen Peroxide Addition in Commercial Cheese Brines. *Journal of Food Protection* 87, 100191. <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2023.100191>

Gostin A. I. y Bogueva D. Chapter 2. History of eating habits in the Balkans. En *Nutritional and Health Aspects of Food in the Balkans*. Gostin A. I, Bogueva D. y Kakurinov V. (Eds.), Elsevier Traditional and Ethnic Food Series, 9-20, 2021.

Govindasamy-Lucey S. Chapter 26. Application of membrane filtration to cheesemaking. En Cheese Chemistry, Physics and Microbiology. Fifth edition. McSweeney P., Fox P., Cotter P. y Everett D. (Eds.), Elsevier Ltd., 671-693, 2025.

Hammam A., Kapoor R., Salunke P. y Metzger L. (2021) Compositional and Functional Characteristics of Feta-Type Cheese Made from Micellar Casein Concentrate. Foods 11, 24. <https://doi.org/10.3390/foods11010024>

Hayaloğlu A. Chapter 39. Cheese Varieties Ripened Under Brine. En Cheese Chemistry, Physics and Microbiology. Fourth edition. McSweeney P., Fox P., Cotter P. y Everett D. (Eds.), Elsevier Ltd., 997-1040, 2017.

Hayaloğlu A. Chapter 38. Cheese Varieties Ripened Under Brine. En Cheese Chemistry, Physics and Microbiology. Fifth edition. McSweeney P., Cotter P., Everett D. y Govindasamy-Lucey R. (Eds.), Elsevier Ltd., 1009-1060, 2025.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial-INTI. Pymes Exportan-tecnología e innovación argentina-leche y productos lácteos. Edición 31, 15, 2023.

Joolaie Ahranjani P., Joolaie Ahranjani P., Dehghan K. y Esfandiari Z. (2025) Advances in spectroscopic techniques for the detection of cheese adulteration: A systematic review. Food Chemistry 29, 102685. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102685>

Kalit S., Špehar I., Rako A., Ljoljic D., Kirdar S., Kalit M. (2024) An Overview: Specificities and Novelties of the Cheeses of the Eastern Mediterranean. Fermentation 10, 404. <https://doi.org/10.3390/fermentation10080404>

Kamarinou C., Papadopoulou O., Doulgeraki A., Tassou C., Galanis A., Chorianopoulos N., Argyri A. (2023) Application of multi-functional lactic acid bacteria strains in a pilot scale Feta cheese production. Frontiers in Microbiology 14, 1254598.

Karami M., Ehsani M. R., Mousavi S. M., Rezaei K., Safari M. (2009) Changes in the rheological properties of Iranian UF-Feta cheese during ripening. Food Chemistry 112, 539-544.

Katsiari M. C., Voutsinas L. P., Alichanidis E., Roussis I. G. (1997) Reduction of sodium content in Feta cheese by partial substitution of NaCl by KCl. International Dairy Journal 7, 465-472.

Katsiari M. C., Alichanidis E., Voutsinas L. P., Roussis I. G. (2000) Proteolysis in reduced sodium Feta cheese made by partial substitution of NaCl by KCl. *International Dairy Journal* 10, 635-646.

Katsouri E, Magriplis E, Zampelas A, Nychas GJ, Drosinos EH. (2020) Nutritional Characteristics of Prepacked Feta PDO Cheese Products in Greece: Assessment of Dietary Intakes and Nutritional Profiles. *Foods* 9 (3), 253. <https://doi.org/10.3390/foods9030253>

Kondyli E., Pappa E. C., Vlachou A. M. (2012) Effect of package type on the composition and volatile compounds of Feta cheese. *Small Ruminant Research* 108, 95-101.

Kumar, S., Knawjia, S. K., & Kumar, S. (2015) Incorporation of *Lactobacillus* adjuncts culture to improve the quality of Feta- type cheese made using buffalo milk. *Journal of Food Science & Technology* 52, 5021-5029.

Litopoulou – Tzanetaki E., Tzanetakis N. (2011) Microbiological characteristics of Greek traditional cheeses. *Small Ruminant Research* 101, 17-32.

Maggira M., Ioannidou M. D., Parissi Z., Abraham E. M., Karatassiou M., Samouris G. (2023) Compositional Characteristics, Fatty Acid Profile, Phenolis Content and Volatile Organic Compounds (VOCs) of Feta Cheese Made in Mountainous Grasslands and Plains of Greece. *Dairy* 4, 672-688. <https://doi.org/10.3390/dairy4040046>

Martínez G. y Suarez V. Capítulo 1. Producción caprina: situación mundial. En *Lechería caprina: producción, manejo, sanidad, calidad de leche y productos*. Ediciones INTA, 16-17, 2018.

McSweeney P., Ottogalli G., Fox P. Chapter 31. Diversity and Classification of cheese Varieties: An Overview. En *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology*. Fourth edition. McSweeney P., Fox P., Cotter P. y Everett D. (Eds.), Elsevier Ltd., 781-808, 2017.

Medina M. y Nuñez M. Chapter 41. Cheeses From Ewe and Goat Milk. En *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology*. Fourth edition. McSweeney P., Fox P., Cotter P. y Everett D. (Eds.), Elsevier Ltd., 1069-1091, 2017.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP).
<https://www.magyp.gob.ar/>

Mistry V. V. y Maubios J. L. Application of membrane separation technology to cheese production. En Cheese, Chemistry, Physics and Microbiology. Vol. 1, Chapman and Hall, 493-522, 1993.

Mistry V. V. y Maubois, J. L. Chapter 27. Application of membrane separation technology to cheese production. En Cheese Chemistry, Physics and Microbiology. Fourth edition. McSweeney P., Fox P., Cotter P. y Everett D. (Eds.), Elsevier Ltd., 677-697, 2017.

Mueller J. (2013) La Producción Ovina en la Argentina. INTA.

Observatorio de la Cadena Láctea Argentina, OCLA 2025. <https://www.ocla.org.ar/>

Papageorgiou D. K. y Marth E. H. (1989) Fate of *Listeria monocytogenes* during the Manufacture, Ripening and Storage of Feta Cheese. Journal of Food Protection 52 (2), 82-87.

Pappa E. C. y Kondyli E. (2023) Descriptive characteristics and cheesemaking technology of Greek cheeses not listed in the EU geographical indications registers. Dairy 4 (1), 43-67. <https://doi.org/10.3390/dairy4010003>

Pappa E. C., Kondyli E., Pappas A. C., Giamouri E., Sarri A., Mavrommatis A., Zoidis E., Papalamprou L., Simitzis P., Goliomytis M., Tsiplakou E., Georgiou C. A. (2023) Compositional Differences of Greek Cheeses of Limited Production. Foods 12 (12), 2426. <https://doi.org/10.3390/foods12122426>

Plessas S., Ganatsios V., Mantzourani I., Bosnea L. (2021) White Brined Cheese Production by Incorporation of a Traditional Milk-Cereal Prebiotic Matrix with a Candidate Probiotic Bacterial Strain. Applied Science 11, 6182.

Pulina G., Milán M. J., Lavín M.P., Theodoridis A., Morin E., Capote J., Thomas D.L., Francesconi A. H. D., Caja G. (2018) Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. Journal of Dairy Science 101, 6715-6729.

RSA – CONICET. Informe final 2018-2019. Evaluación de Riesgos de Quesos Artesanales Elaborados con Leche Caprina.

Rebecchi S., Bergamini C., Ale E., George G., Meinardi C., Cuffia F. Capítulo 4.3. Quesos de leches finas. En Los quesos argentinos: producción, características y nuevas propuestas. Primera edición. Reinheimer J. (Ed.), Ediciones UNL, 219-252, 2022.

Reinheimer J. Avances y tendencias en la industria láctea. La contribución argentina desde el INLAIN. Reinheimer J. (Ed.), Ediciones UNL, Santa Fe, Argentina, 2021.

Suárez V. y Busetti M. (2004) Lechería Ovina en la Argentina. Sitio Argentino de Producción Animal, 195-204. <https://www.produccion-animal.com.ar/>

Tamime A. Y. y Kirkegaard J. Chapter 3. Manufacture of feta cheese – industrial. En Feta and Related Cheeses. Robinson R. K y Tamime A. Y. (Eds.), Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 70-143, 1996.

Tekin A. y Hayaloğlu A. (2023) Understanding the mechanism of ripening biochemistry and flavor development in brine ripened cheeses. International Dairy Journal 137, 105508.

Tsarouhas P., Arvanitoyannis I., Varzakas T. (2009) Reliability and maintainability analysis of cheese (feta) production line in a Greek medium-size company: A case study. Journal of Food Engineering 94, 233-240.

Tzora A., Nelli A., Voidarou C., Fthenakis G., Rozos G., Theodorides G., Bonos E., Skoufos I. (2021) Microbiota “Fingerprint” of Greek Feta Cheese through Ripening. Applied Science 11 (12), 5631. <https://doi.org/10.3390/app11125631>

USDA, 2024. “Dairy: World Markets and Trade”. United States Department of Agriculture December 2024 Inform.